

सरल साज़-सामान से वैज्ञानिक प्रयोग

विज्ञान-शिक्षण के लिए
यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

अनुवादक

डॉ० गोरख नाथ डी० एस्-सी० (एडिन)



प्रकाशन विभाग

सूचना और प्रसारण मन्त्रालय

भारत सरकार

अग्रहायण 1885 (दिसम्बर 1963)

मूल्य—6' 00 रुपय

संयुक्त राष्ट्र संघ शिक्षा विज्ञान और संस्कृति संस्था द्वारा अंग्रेजी में प्रकाशित 'यूनेस्को सोसॅ बुक फार सायंस टोचिंग' का यह हिन्दी संस्करण यूनेस्को के भारतीय राष्ट्रीय आयोग के सहयोग से प्रकाशित किया गया ।

निदेशक, प्रकाशन विभाग, पुराना सचिवालय, दिल्ली-6, द्वारा प्रकाशित
तथा प्रबन्धक, भारत सरकार मुद्रणालय, फरीदाबाद, द्वारा मुद्रित

हिन्दी अनुवाद के सम्बन्ध में

यह पुस्तक यूनेस्को द्वारा अंग्रेजी में प्रकाशित 'यूनेस्को सोर्स बुक फार सायंस टीचिंग' का हिन्दी रूपान्तर है। अनुवाद की भाषा सरल रखी गई है। पारिभाषिक शब्द यथासम्भव वे ही रखे गए हैं जो केन्द्रीय सरकार के शिक्षा मन्त्रालय द्वारा प्रस्तावित अथवा स्वीकृत किए गए हैं। मूल पुस्तक में कई स्थानों पर ऐसी सामग्री का उल्लेख है जो भारत में दुष्प्राप्य है। जहां सम्भव हो सका है, वहां भारतीय सामग्री का उल्लेख कर दिया गया है। कोष्ठकों में अनुवादक के निजी सुझाव रख दिए गए हैं। पुस्तक में जो आठ-दस त्रुटियां मिली हैं, उनका सुधार कर दिया गया है।

—अनुवादक

विषय-सूची

	पृष्ठ
प्राक्कथन	5
अध्याय 1. प्रारम्भिक सामान्य विज्ञान-शिक्षण के सम्बन्ध में कुछ सुझाव	19
अध्याय 2. सामान्य उपकरण बनाना	39
अध्याय 3. पौधों का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री	50
अध्याय 4. प्राणियों का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री	69
अध्याय 5. शिलाओं, मिट्टियों, खनिजों और जीवाश्मों के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	79
अध्याय 6. ज्योतिष का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री	88
अध्याय 7. वायु और वायुदाब के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	99
अध्याय 8. मौसम के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	119
अध्याय 9. पानी के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	132
अध्याय 10. यन्त्रों के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	151
अध्याय 11. बल और जड़ता के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	160
अध्याय 12. ध्वनि के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	169
अध्याय 13. उष्मा के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	182
अध्याय 14. चुंबकत्व के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	201
अध्याय 15. विद्युत् के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	211
अध्याय 16. प्रकाश के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	246
अध्याय 17. मानव-शरीर के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री	264
अध्याय 18. शिक्षकों के लिए कुछ उपयोगी टिप्पणियाँ	271
परिशिष्ट-क तौल और माप	285
परिशिष्ट-ख तारे और ग्रह	288
परिशिष्ट-ग तत्वों की सारणी	292
परिशिष्ट-घ शिलाएं और खनिज	294
परिशिष्ट-ङ घनत्व-सारणी	297
परिशिष्ट-च उष्मा सम्बन्धी स्थिरांक	298
परिशिष्ट-छ प्रापेक्षिक भारिता	---
परिशिष्ट-ज ग्रीक वर्णमाला	

संसार भर की पाठशालाओं में पाठ्य-विषय के रूप में विज्ञान का अपना अलग ही स्थान है। कारण यह है कि विज्ञान का शिक्षण सफलतापूर्वक करने के लिए हमें विविध सामग्री और प्रयोगों की आवश्यकता पड़ती है। यदि पेंसिल, कागज, इयामपट्ट, पाठ्य-पुस्तक और कुछ अनुपूरक साधन आदि उपलब्ध हों, तो अधिकांश अन्य विषय सिखाए जा सकते हैं। विज्ञान के शिक्षण के लिए भी ये साधन आवश्यक हैं, परन्तु यदि केवल इतने ही साधन प्राप्त हों तो विज्ञान एक नीरस और अरोचक विषय हो जाता है।

यदि विज्ञान को सफलतापूर्वक सीखना है तो इसका अनुभव करना आवश्यक होगा। विज्ञान को सीखना आवश्यक है न कि विज्ञान के बारे में जानना। विज्ञान प्रत्येक बालक के इतना निकट है कि इसके अध्ययन को पाठ्य-पुस्तकों के पढ़ने और व्याख्यान सुनने तक ही सीमित रखना उपयुक्त न होगा। संसार में हम जहाँ भी जाएँ, हम देखेंगे कि विज्ञान पर्यावरण का अर्थात् जीवित प्राणियों, पृथ्वी तथा आकाश, वायु तथा जल, उष्मा तथा प्रकाश, और अन्य शक्तियों यथा गुरुत्व बल का अभिन्न अंग है। कोई कारण नहीं कि कोई भी शिक्षक विज्ञान के अध्ययन से सम्बन्धित नूतन सामग्री से बंचित रहे।

विज्ञान को उत्तम रीति से पढ़ाने के लिए प्रेक्षण और प्रयोगों का सहारा लेना आवश्यक है। इनके बदले किसी अन्य रीति से काम नहीं चल सकता। परन्तु प्रयोग करने और सूक्ष्म प्रेक्षण सीखने के लिए विशेष सुविधाओं की आवश्यकता पड़ती है, और संसार के कई भागों में, विशेषकर प्रारम्भिक और माध्यमिक स्कूलों में, ये प्राप्त नहीं होतीं। परिणाम यह होता है कि इन स्थानों में विज्ञान-शिक्षण को बड़ी विषम परिस्थितियों का सामना करना पड़ता है। अधिकतर लोगों की यह धारणा है—यद्यपि यह असत्य है—कि प्रयोग-शालाओं की सहायता से शिक्षण देने में, चाहे यह प्रारम्भिक स्तर पर ही क्यों न हो, व्यावसायिक निर्माताओं द्वारा बनाए गए जटिल उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है। इस प्रकार की सामग्री अधिकांश प्रारम्भिक और माध्यमिक स्तर के शिक्षण के लिए इतनी महंगी पड़ती है कि उनकी चर्चा ही व्यर्थ है, और संसार के कई भागों में ऐसी सामग्री एकदम अप्राप्य है, क्योंकि न तो वह वहाँ बनती ही है और न अधिक मूल्य के कारण बाहर से मंगाई ही जा सकती है।

द्वितीय महायुद्ध के अन्त में बहुत-से देशों में अनेकों पाठशालाएँ नष्ट हो चुकी थीं। जब ये पाठशालाएँ फिर से पनपने लगीं तो उन्हें वैज्ञानिक साज-सामान की बड़ी आवश्यकता पड़ी। कारण यह था कि इन देशों में प्रेक्षण और प्रयोगों के आधार पर विज्ञान की शिक्षा देने की परम्परा थी। इस आवश्यकता की पूर्ति के लिए, यूनेस्को ने एक छोटी-सी पुस्तक प्रकाशित करने का उत्तरदायित्व लिया। इसका शीर्षक था : सजेनन्स फार सायंस टीचर्स इन डिवेस्टेडिड कण्ट्रीज (उजड़े देशों में विज्ञान-शिक्षण के लिए सुझाव)। इस पुस्तक के लेखक थे श्री जे० पी० स्टीफेनसन (विज्ञान-शिक्षक, सिटी ऑफ लण्डन स्कूल, यूनाइटेड किंगडम)। उजड़े देशों के लिए तो यह अत्यन्त उपयोगी सिद्ध हुई ही, परन्तु साथ ही उन क्षेत्रों में भी इसे आश्चर्यजनक सफलता मिली जहाँ पहले साज-सामान कम अथवा कुछ भी नहीं थे। इस पुस्तक में सरल सामग्री से साज-सामान बनाने और उनके उपयोग पर बल दिया गया है, इसलिए इस पुस्तक ने उन देशों में एक बड़ी आवश्यकता की पूर्ति की है जहाँ शिक्षक यह अनुभव करने लगे हैं कि छोटी-से-छोटी कक्षाओं में भी वैज्ञानिक प्रयोगों को स्वयं करना आवश्यक है। पुस्तक के कई संस्करण निकल चुके हैं, और इसका अनुवाद फ्रेंच, स्पैनिश, चीनी, थाई और भरबी भाषाओं में हो चुका है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

पिछले कुछ वर्षों में, यूनेस्को ने उन क्षेत्रों में, जहाँ सरल साज़-सामान के निर्माण और उपयोग की अधिक आवश्यकता है, कई विज्ञान-शिक्षण विशेषज्ञों को सहाय्यतार्थ भेजा है। इन विशेषज्ञों को स्टीफेनसन की पुस्तक में मुझाए गए प्रयोगों को और सामग्री को बनाने और उनका परीक्षण करने का अवसर मिला है। उनको ऐसी अन्य सामग्री का पता लगाने तथा ऐसे अन्य प्रयोगों की युक्ति जानने का भी अवसर मिला है, जो उष्ण देशों के लिए अधिक उपयुक्त हैं। स्टीफेनसन की पुस्तक ऐसे देशों के लिए नहीं लिखी गई थी। इन क्षेत्र-विशेषज्ञों के काम और साथ ही स्टीफेनसन की पुस्तक के कारण सरल उपकरणों और वैज्ञानिक प्रयोगों के सम्बन्ध में एक विद्यालय जानकारी (ज्ञान-राशि) सम्मुख आई, जिसे एक पुस्तक में संकलित करके वर्णन करना आवश्यक हो गया। इसी आवश्यकता के फलस्वरूप 'यूनेस्को सोर्स बुक फार सायंस टीचिंग' (विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ) की रचना के लिए प्रेरणा मिली है।

इस पुस्तक में संकलित सामग्री के प्राप्ति सूर्यों की यथोचित अभिस्वीकृति पृष्ठ 7 पर है।

यह मान कर कि किसी भी आधुनिक शिक्षा-प्रणाली में विज्ञान और समस्या-समाधान की वैज्ञानिक रीति को महत्वपूर्ण स्थान मिलना चाहिए, और इस आशा से कि यह पुस्तक सभी जगहों के विज्ञान-शिक्षकों को अपने महत्वपूर्ण कार्य में सहायता पहुंचाएगी, यूनेस्को इसे प्रस्तुत कर रहा है। यहाँ यह दृष्टिकोण अपनाया गया है कि विज्ञान पूरी सफलता के साथ तभी सिखाया और सीखा जा सकता है, जब शिक्षक और छात्र, दोनों सामूहिक तथा व्यक्तिगत अध्ययन के द्वारा समस्या-समाधान करने का अभ्यास करें। प्रयोग करने और उनके लिए सरल उपकरणों में और भी सुधार करने के काम को अध्ययन का महत्वपूर्ण अंग समझा जाना चाहिए। इस प्रकार इस पुस्तक में प्रायः सभी देशों में साधारणतः पाई जाने वाली सामग्री से अनेक छोटे-मोटे उपकरण बनाने की विधि बताई गई है। इसमें विज्ञान के सैकड़ों प्रकार के प्रयोग हैं, जिनमें से शिक्षक उन प्रयोगों को चुन सकता है जो प्रेक्षण के द्वारा बालकों को सफल ज्ञान देने में सबसे अधिक उपयुक्त हों।

स्वयं बनाए गए इन उपकरणों को कभी कामचलाऊ-मात्र नहीं समझना चाहिए। यहाँ प्रयोग करने और उपकरण बनाने के जो अभ्यास दिए गए हैं, वे विज्ञान-शिक्षण की सर्वोत्तम परम्परा में हैं। विज्ञान के महान् आचार्यों में से अनेक ने इस प्रकार के स्वयं बनाए गए उपकरणों का उपयोग किया है और बड़े आविष्कारों में से अनेक इसी प्रकार के यन्त्रों से हुए हैं।

इस पुस्तक के लिए पूर्णता का कोई दावा नहीं किया जा सकता। उपलब्ध सामग्री की प्रचुरता के कारण यह निर्णय करना कठिन हो गया कि क्या चुना जाए और क्या छोड़ा दिया जाए। परन्तु आशा की जाती है कि प्रस्तुत पुस्तक पथ-प्रदर्शक का काम करेगी और शिक्षक तथा छात्रों को प्रेरणा देगी कि वे अपनी विज्ञान सम्बन्धी समस्याओं को स्वयं चुनें और तब अपने-अपने स्थान पर उपलब्ध सामग्री से प्रयोगों के लिए आवश्यक उपकरण बनाएं।

विज्ञान विश्वव्यापी है और यह सीमाओं में बंधना नहीं जानता। कई देशों के कार्यकर्ताओं ने मानव-विमुख जगत से मानव-ज्ञान के इस विस्तृत भण्डार को एकत्र किया है। यह बहुत ही उचित और उपयुक्त है कि इस पुस्तक—‘विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ’—में अनेक देशों के अनुभवी विज्ञान-शिक्षकों के कार्यों का संग्रह किया गया है। मिल-जुल कर अनुभवों का लाभ उठाने से ही विज्ञान-शिक्षण की उन्नति हो सकती है और उसमें आगे बढ़ने की शक्ति आ सकती है।

जिन लोगों ने इसके निर्माण में योग दिया है, उन सबका उल्लेख करना एकदम असम्भव है। इसमें ली गई अधिकांश सामग्री का स्रोत भूतकाल के गर्भ में और सभी जगहों के विज्ञान-शिक्षकों के सम्मिलित दाय का एक अंग बन गया है। उन लोगों में से, जिनके लेखों से प्रत्यक्ष रूप से यह ग्रन्थ सम्भव हो सका है, लण्डन स्कूल के प्रोफेसर जे० पी० स्टीफेनसन का सर्वप्रथम उल्लेख करना चाहिए। उनके और उनके सहयोगियों के हम ऋणी हैं; हमने उनके लिखे और यूनेस्को द्वारा पूर्व प्रकाशित ‘संज्ञेन्स फार सायंस टीचर्स इन डिवैस्टेटेड कण्ट्रीज’ से बहुत-सी सामग्री ली है। विज्ञान-शिक्षण पर इस छोटी पुस्तक का विश्वव्यापी प्रभाव पड़ा है और विज्ञान-शिक्षण सम्बन्धी साहित्य में वह एक उच्चकोटि की पुस्तक मानी गई है।

निम्नलिखित सज्जन भी धन्यवाद और प्रशंसा के पात्र हैं :

मेरीलैण्ड यूनिवर्सिटी के डाक्टर ग्लेन ब्लाउ और यूनाइटेड स्टेट्स शिक्षा कार्यालय, वाशिंगटन, डी० सी०, के डाक्टर पाल ब्लैकवुड, जिन्होंने प्राथमिक विज्ञान-शिक्षण पर संयुक्त रूप से लिखी गई अपनी दो पुस्तिकाओं से कुछ अंश लेने की अनुमति प्रदान की; नेशनल सायंस टीचर्स एसोसिएशन, उसके मन्त्री श्री रावर्ट कार्लटन और उनके द्वारा नेवाकं टीचर्स कालेज के श्री गार्ड ब्रस, जिन्होंने अपनी लेख-माला ‘सायंस टीचिंग टूडे’ (आज का विज्ञान-शिक्षण) से सामग्री लेने की उदारतापूर्वक अनुमति दी; और न्यूयार्क के प्रान्तीय शिक्षा विभाग को, जिसने अपने प्रकाशन ‘दि जनरल सायंस हैण्डबुक (सामान्य विज्ञान की लघु पुस्तिका)’, खण्ड 1 और 2, दोनों से सामग्री लेने की अनुमति दी।

दिसम्बर 1956 में ‘यूनेस्को सोर्स बुक फार सायंस टीचिंग’ पहली बार प्रकाशित हुई थी। तब से अनेक बहुमूल्य टिप्पणियाँ और सुझाव प्राप्त हुए हैं, और संसार के सभी भागों में पत्र-पत्रिकाओं में इसकी समालोचनाएँ छपी हैं। इनके परिणामस्वरूप प्रत्येक पुनर्मुद्रण में छोटे-मोटे परिवर्तन किए गए हैं। अंग्रेजी में यह चतुर्थं मुद्रण है, फ्रेंच संस्करण दूसरी बार छप रहा है और अन्य भाषाओं में शीघ्र ही अनुवाद छपने वाले हैं।

निम्नलिखित व्यक्तियों ने उपयोगी सुझाव भेजे हैं :

शिक्षा विभाग, क्वीन्सलैण्ड यूनिवर्सिटी, आस्ट्रेलिया, के डाक्टर एफ० ज० ओलसेन, जो आस्ट्रेलियन सायंस टीचर्स एसोसिएशन के भूतपूर्व सभापति भी हैं, लण्डन यूनिवर्सिटी के इंस्टीट्यूट ऑफ एजुकेशन के डाक्टर डब्ल्यू० लोवार्च और फिलीपीन में विज्ञान-शिक्षण की एक भूतपूर्व यूनेस्को विशेषज्ञा डाक्टर बीडा रिसवर्ग।

इस पुस्तक का उद्देश्य

मंसार में ऐसे अनेक स्थान हैं जहाँ विज्ञान सिखाने के लिए सुविधा और उपकरण, दोनों ही की कमी है। ऐसे स्थान उन क्षेत्रों में भी हैं जहाँ विज्ञान का उपयोग अधिक विकसित है, तथा अन्य क्षेत्रों में भी। यह ग्रन्थ इसलिए लिखा गया है कि प्रेक्षण और प्रयोग का अधिकाधिक आश्रय लेकर पाठशालाओं और शिक्षण-संस्थाओं में सर्वत्र विज्ञान के शिक्षण की उन्नति करने की प्रवृत्ति को प्रोत्साहन दिया जाए।

मूल उद्देश्य संक्षेप में निम्नलिखित हैं :

1. शिक्षक-प्रशिक्षण संस्थाओं में विज्ञान सिखाने की रीतियों के लिए एक आधार प्रस्तुत करना ताकि शिक्षण-कार्य अधिक उन्नत हो सके।
2. प्रारम्भिक और माध्यमिक पाठशालाओं के विज्ञान-शिक्षकों के लिए विद्यार्जन सम्बन्धी अनुभवों और सामग्री को लेकर एक उपयोगी आकर ग्रन्थ बनाना।
3. अध्यापन में लगे शिक्षकों को प्रशिक्षण देने वाली कर्मशालाओं (वर्कशाप्स) तथा पाठ्यक्रमों को ध्यान में रख कर एक ऐसा ग्रन्थ प्रस्तुत करना, जिसको विज्ञान-शिक्षण की रीतियाँ सिखाने के लिए थोड़ा-बहुत आधार बनाया जा सके।
4. शिक्षण-सामग्री का ऐसा समूह एकत्र करने के लिए आधार प्रस्तुत करना जो अन्य संस्थाओं को मंगनी दिया जा सके और जिसमें विज्ञान सम्बन्धी सरल उपकरण हों।
5. सायंस क्लबों तथा विज्ञान सम्बन्धी अन्य अव्यवसायी कार्यों के लिए कुछ भागदर्शी सामग्री उपस्थित करना।
6. एक माडल या ढांचा उपस्थित करना, जिसका आयोजन और विकास इस प्रकार हुआ हो कि वह अनेक देशों में वहाँ की विज्ञान-शिक्षण की परिस्थितियों के अनुसार सुगमता से अपनाया जा सके और वहाँ की राष्ट्रभाषा में अनूदित हो सके।

इस पुस्तक के उपयोग के लिए कुछ सुझाव

शिक्षक-प्रशिक्षण संस्थाओं में

प्रशिक्षण पाने वाले तरुण शिक्षक, विज्ञान को सफलतापूर्वक सिखाने की पद्धति कालेजों में व्याख्यान सुनने से ही नहीं सीखते, आगे चल कर कक्षा में आने वाली अनेक समस्याओं का समाधान करना उन्हें अपने शिक्षण-काल में ही थोड़ा-बहुत सीखना चाहिए। सामान्य रीति के शिक्षण-क्रम की अपेक्षा विज्ञान-शिक्षण पर विशेष ध्यान देना चाहिए—कारण यह है कि स्कूलों की पाठ्यचर्या में विज्ञान एक अपूर्व विषय है, क्योंकि इसमें विशेष सामग्री, उपकरण और कार्य-प्रणाली का उपयोग होता है। यदि विज्ञान-शिक्षण का स्तर ऊँचा करना है, तो विज्ञान-शिक्षण की तकनीक का प्रत्येक शिक्षक-प्रशिक्षण कालेज की पाठ्यचर्या में एक विशेष पाठ्यक्रम रहना चाहिए।

विज्ञान-शिक्षण की विधियों के पाठ्यक्रम में प्रयोगात्मक अर्थात् प्रयोगशाला सम्बन्धी कार्य अधिक होना चाहिए, जिसमें तरुण शिक्षकों को यह सिखाया जाए कि जहाँ वे पढ़ाएँगे, उस स्थान में उपलब्ध सामग्री से वे कैसे प्रयोगशाला के लिए सरल उपकरण बनाएँगे तथा उनकी प्रकल्पना, डिजाइन और उनका निर्माण कैसे करेंगे। केवल इसी तरह के शिक्षण से वे प्रेक्षण और प्रयोग द्वारा शिक्षा देने के लिए प्रोत्साहित होंगे।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

इस प्रयोगात्मक पाठ्यक्रम में नरुण शिक्षक को अपने प्रथम अध्यापन-कार्य की पूर्ति के लिए कई-एक उपकरण बनाने का अवसर मिलना चाहिए। उमें शिक्षण-उपकरण-सम्भारों (किट) के प्रधान अंगों का संघटन करना सीखने के लिए भी प्रोत्साहित करना चाहिए।

विज्ञान-शिक्षकों के लिए आकर ग्रन्थ

अनेक शिक्षक, जिन्हें कभी विज्ञान के अध्ययन का अवसर नहीं मिला है, विज्ञान पढ़ाने से डरते हैं। इस हिचक का कारण बहुधा यह होता है कि वे या तो उपकरण सघटित करना नहीं जानते या फिर उनके पास इसके विशिष्ट अध्ययन का अनुभव नहीं रहता। ऐसे शिक्षक इस पुस्तक को आवश्यक सरल उपकरण बनाने की विधियों का ज्ञान-स्रोत और साथ ही विज्ञान की पाठ्यचर्या का प्रायः कोई भी अंग पढ़ाने के लिए विविध अध्यापन-समुच्चयों का भण्डार भी समझ सकने हैं। इस प्रकार उनकी पढ़ाई अधिक सफल और उपरति-शील हो जाएगी।

यह पुस्तक विज्ञान के लिए छात्रों की रुचि का स्तर ऊंचा करने और उसे बनाए रखने में भी सहायता दे सकेगी। बालक स्वभाव से ही प्रयोगात्मक कार्यों में रुचि लेते हैं। वे जानना चाहते हैं कि घटनाएँ क्यों होती हैं और अपनी कल्पनाओं को वे कार्य-रूप में दानना चाहते हैं। पाठशाला के बाहर भी बच्चे बराबर प्रयोग करते रहते हैं। अनेक बच्चे उपकरण बनाने में सहायता, और कक्षा में प्राप्त अनुभवों का परीक्षण करना चाहेंगे।

जिन उपकरणों के बारे में यहाँ सुझाव दिए गए हैं, उनकी रचना में तथा भावी प्रयोगों के लिए उपयोगी उपकरण सम्भार (किट) बनाने में छात्र-समितियों की सहायता ली जा सकती है। यदि पाठशाला में कोई कर्मशाला है तो शिक्षक छात्रों को वैज्ञानिक उपकरण-निर्माण के लिए कोई विशेष प्रायोजना सौंप कर उनकी सहायता कर सकता है।

कर्मशाला अध्ययन-सम्मेलन के लिए विज्ञान-शिक्षण के आधार के रूप में

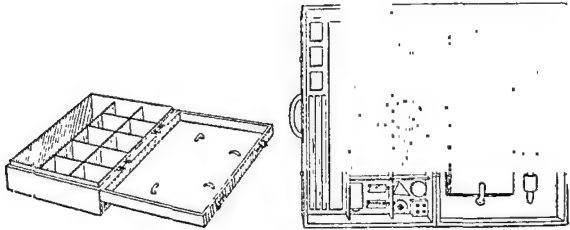
नोकरी में लगे शिक्षकों के प्रशिक्षण के लिए कर्मशाला अध्ययन-सम्मेलन अथवा एक प्रतिष्ठित और विस्तृत रूप में प्रयुक्त संस्था है। इस प्रकार के सम्मेलन विज्ञान-शिक्षकों के लिए सप्ताह के कई भागों में हुए हैं। वे शिक्षक, जो इन दिनों पढ़ा रहा है, केवल ऐसे ही सम्मेलनों के कारण अपनी शिक्षण-पद्धतियों में उन्नति करने और अपनी वर्तमान अवस्था में परिवर्तन करने के लिए प्रेरित किए जा सकते हैं।

विज्ञान-शिक्षण की रीतियाँ बनाने और उन प्रयोगशालाओं के काम के लिए, जहाँ शिक्षकों को सामूहिक कामचलाऊ उपकरण बनाने की शिक्षा दी जाए, यह पुस्तक एक उपयोगी आधार का काम दे सकती है। अपने इलाके के अन्य शिक्षकों को भी प्रशिक्षित करने के लिए प्रोत्साहित दिया जा सकता है।

विज्ञान-शिक्षण के सरल उपकरण सम्भार का बन्धक संग्रह (सोन लाइब्रेरी) बनाने के लिए आधार भूमि उपस्थित करना

सबसे अच्छा तो यह होगा कि प्रत्येक पाठशाला में ही विज्ञान के विविध अंगों को पढ़ाने के लिए आवश्यक सब सरल उपकरण बना लिए जाएँ। परन्तु समय अथवा धन के अभाव के कारण कदाचित् ऐसा सम्भव न हो सके तो दूसरा मार्ग यह है कि प्रयोगों के लिए सरल उपकरणों के सम्भारों को कहीं-कहीं संघटित कर लिया जाए, जो औरों को मंगनी दिया जा सके। प्रत्येक सम्भार को एक मजबूत पेटे में एकत्र करना चाहिए, जिसमें कब्जेदार ढक्कन हों, और ठीक बन्द किया जा सके; तब इन सम्भारों को किसी फेद्रीय पाठशाला में रखा जाता है और पड़ोस की पाठशालाओं के शिक्षकों को मंगनी दिया जाता है—बहुत-कुछ उसी तरह जिस तरह, पुस्तकालय में पुस्तकें मंगनी दी जाती हैं। प्रत्येक सम्भार में पेटे के भीतर की सामग्री की सूची रहनी है, और प्रयोग करने की विधियों की भी।

कार्य-प्रणाली इस प्रकार है। मान लीजिए कि सम्भार एकत्र करके केन्द्र में स्थित किसी पाठशाला में रखे गए हैं। सम्भवतः वहाँ के शिक्षक इस बात का उत्तरदायित्व ले लेंगे कि ये उपकरण-सम्भार अच्छी दशा में बने रहें और उनके लेन-देन के आवश्यक लेखे रखे जाएं। प्रत्येक उपकरण-सम्भार के लिए एक कार्ड बना लेना चाहिए। अब मान लीजिए कि अमुक पाठशाला का एक शिक्षक आगामी सप्ताह में अपनी कक्षा को चुबकत्व सिखाने की योजना बनाता है। वह उस पाठशाला में जाएगा, जहाँ उपकरण-सम्भार रखे हैं। वह एक कार्ड पर लिखेगा कि उसे चुबकत्व सम्बन्धी सम्भार की आवश्यकता कब पड़ेगी और वह उसे कब लौटाएगा। वह सम्भार जिस शिक्षक के पास है, वह इस शिक्षक के कार्ड को लेकर उपकरण-सम्भार वाले कार्ड पर उसका नाम, पाठशाला और तारीख लिख देगा और उसे वह सम्भार दे देगा। तब सम्भार लेने वाला शिक्षक अपनी कक्षा में उपकरण-सम्भार का उपयोग करेगा। काम पूरा होने के बाद सूची से मिला कर सावधानी में सामग्री की जाच की जाती है और अगर कोई चीज टूट-फूट गई हो, तो उसे लिख लिया जाता है। तब उपकरण-सम्भार को संग्रहालय में लौटा दिया जाता है।



सरल उपकरण-सम्भारों का संग्रहालय बनाने की प्रायोजना कई विधियों से बनाई जा सकती है। एक विधि यह होगी कि ऊपर बताए गए नमूने के अनुसार बढईगीरी की पाठशाला के लड़कों से पेटियां ली जाए या किसी केन्द्रीय स्थान में उपकरण-सम्भार बनाए जाए या सहकारी रीति से प्रत्येक शिक्षक अपने छात्रों सहित एक उपकरण-सम्भार बनाने तथा उसके लिए सामग्री को संचयित करने का उत्तरदायित्व ले।

दूसरी योजना यह होगी कि किसी शिक्षक-प्रशिक्षण संस्था के विद्यार्थियों को पढ़ास की पाठशालाओं के लिए यन्त्र-सम्भार बनाने का कार्य सीपा जाए।

विज्ञान क्लब के कार्यकलापों के लिए आकर ग्रन्थ

विज्ञान क्लबों के संचालकों के मामले में बहुधा यह समस्या खड़ी हो जाती है कि अपने सदस्यों के लिए कौन-सी प्रायोजना और कार्यकलाप निर्धारित करें, जो मजबूत करने-योग्य हों। इस पुस्तक में मुझाई अनेक प्रायोजनाएं और प्रयोग सभी विज्ञान क्लबों की प्रायोजनाओं के लिए उपयुक्त हैं। इनका उपयोग हर आयु के तर्हण और अल्पवयस्क कर सकते हैं।

अनेक देशों के लिए वैज्ञानिक सामग्री और कार्यों का आदर्श ढांचा उपस्थित करना

इस पुस्तक का आकार-प्रकार ऐसा रखा गया है और सामग्री इस प्रकार चुनी गई है कि यह प्रायः किसी भी स्थानीय परिस्थिति के लिए उपयुक्त मानी जा सकती है। इसको पाठ्य-सामग्री और इसके मरल रेखा-चित्र मुगमता से पुनः प्रकाशित किए जा सकते हैं।

सरल उपकरण बनाने के लिए आवश्यक औजार

प्रत्येक पाठशाला में, जहाँ प्रारम्भिक अथवा सामान्य विज्ञान सिखाया जाता है, किसी-न-किसी प्रकार का कार्य-मंच (वर्क-बेंच) होना चाहिए जहाँ सरल उपकरण बनाए जा सकें। इस काम के लिए किसी भी पुरानी मेज का उपयोग किया जा सकता है। यदि कार्य-मंच के लिए स्थान न हो तो कुछ मामूली तख्तों को आवश्यक नाप का काट कर स्कूल की किसी मेज पर रखा जा सकता है। मेज को क्षति पहुँचने से बचाने के लिए इन तख्तों के नीचे कपड़े (या समाचारपत्रों) की गद्दी लगाई जा सकती है। कार्य-मंच में ऐसा स्थान मिल जाएगा, जहाँ आरी और हथौड़ा चलाया जा सके (भारत में तो बहुत-सा काम भूमि पर बैठ कर ही किया जा सकता है)। पर्याप्त मात्रा में पुराने समाचारपत्र प्राप्त होने पर उनका उपयोग फर्श पर बिछा कर किया जा सकता है, विशेषकर जब वस्तुओं की रंगाई करनी हो। नीचे उन सरल औजारों की सूची दी जा रही है, जिनकी आवश्यकता सरल उपकरण बनाने में पड़ेगी :—

हथौड़े
छोटे-बड़े पेचकस
प्लास,
लकड़ी काटने की छोटी आरी
लोहा-आरी (हैंक)
छोटा रन्दा
लकड़ी वाली हथौड़ी या छेनी
हाथ बर्मा (ब्रेम) और फन (विट्म)
बर्मी
टीन काटने की कतरनी
गोल रैती
तिकोनी रैती
चपटी रैती
कलम बनाने की छुरी

मीटर माप
काच काटने की कलम
संकरी आरी (बक्र काटने की)
डिब्बा खोलने का यन्त्र (टिन-ओपनर)
कपडा काटने की कंची
छोटा वाक (वाइस) जो मेज पर लग सके
निहाई (या लोहे का कोई भारी टुकड़ा)
रोगमाल
बड़ी छुरी
इस्पात का घुंघ्रा (स्टील वूल)
चमड़े में छेद करने की सुम्मी (पच)
काँहिया और टाका
छोटे-बड़े रेच ।

सामान और सामग्री

सरल उपकरण बनाने के लिए आवश्यक सामग्री तो स्थान तथा कक्षा के अनुसार बदलती रहेगी, परन्तु कुछ आभारभूत सामग्री तथा उनके प्राप्त स्थानों का उल्लेख किया जा सकता है ।

घर से

विविध नापों के पुराने बरतन (तलवे)
थाली और पराल, (तामचीनी की)
बड़े चम्मच
चाय के चम्मच
प्यालियाँ और तन्नरियाँ
बड़ी तख्तरियाँ (डिनर प्लेट्स)
गहरी तख्तरियाँ (सूप प्लेट्स)

घोलने और शीशिया (विविध आकार तथा नाप की)
विविध नापों के टीन के डिब्बे (ढक्कनदार और विना ढक्कन के)
कांच के अमृतदान (विविध आकार और नाप के)
बागवानी के औजार
दस्ती औजार
स्पाही की शीशियाँ

कांच के गिलास
 कंधियां
 नमकदानिया, जो नमक छिड़कने के लिए होती हैं
 साबुन
 पुराने विजली के बल्ब
 स्याही
 तार के कोट-टागने वाले हैंगर
 फल रखने के अमृतदान
 गमले (फूलों के लिए)
 कपड़े टागने के क्लिप
 पुराने जूतों का नरम चमड़ा
 दूध की बोतलें
 धागे वाली लकड़ी की रीलें (खाली)
 पुरानी दीवार-घड़िया
 रेज़र ब्लेड
 पुराने विद्युत्-यन्त्र
 बाद्य-यन्त्र
 विविध प्रकार के कपड़े
 ऊर्णाजिन (फर)
 समाचारपत्र
 कागज के बने
 दात के पुराने ब्रश,
 काग की चटाइयां (जो चायदानी आदि के नीचे
 रखा जातो है)
 प्लास्टिक के गिलास या प्यालियां
 अल्मीनियम तथा प्लास्टिक की नलिकाएँ
 (पुरानी पंखयुक्त कलमों से)
 दूध की बोतलों के अल्मीनियम के बने ढक्कन

लोहे का तथा अन्य सामान घेचने वालों से

विविध नापों की कीलें
 विविध नापों के काटे
 विविध नापों के पेच
 विविध नापों के काबले (बोल्ट) और द्विवरियां
 स्क्रू आइज (लोहे के छोटे छल्ले, जिनमें पेच जुड़ा
 रहता है)
 कमानिया
 नापने का फीता
 डोर (मजबूत और चिकनी)

विविध नापों के स्टैपल
 छोटी कीलें
 चौड़े सिर वाली छोटी कीलें
 तागा और टुआइन
 रस्सी—पतनी
 दर्पण
 विविध नापों के काच के अमृतदान
 विडकी में लगाया जाने वाला काच
 वाशर
 विविध नाप के हुक
 टार्च की बैटरिया
 टार्च के बल्ब
 धातु की चादरे
 धातु की छड़े
 तापमापी (थर्मामीटर)
 अण्डा फेटने की फिरकी
 मोमवत्तिया
 बड़ी वाल्टी
 पर्दा टागने की छड़े
 दिक्सूचक—चुबकीय
 मिट्टी के तेल वाले लैम्प
 लैम्प की चिमनिया
 तार की जाली
 विविध नाप के काग
 धातु और प्लास्टिक की कीपे
 रबड़-नलिका
 धातु-नलिका
 महीन सूइया
 मोटी सूइया
 बुनने की सलाइयां
 तल नापने का यन्त्र (लेबल)
 रेगमान
 घिरनियां
 तार तानने के पेच (टर्न बकल्म)
 ड्रिप्पात का घूआ
 सरस तथा चिपकाने का अन्य घरेलू मीमेंट
 पीतल, तांबा और लोहे के तार
 औजार
 रबड़ की डारें

रंगनेप (पेंट)
 वार्निश
 टार्च (फ्लैश लाइट)
 लोहा-आरी के फल (हैक-मा ब्लेड)
 कैंची
 टीन काटने की कतरनी
 धातु की गेद
 लकड़ी की गेदें
 धाली
 तेल के डिब्बे
 तेल
 टीन की प्याली
 अल्मीनियम की प्याली
 पाइरेक्स (अग्नि-सह कांच) की तश्तरिया
 पाइरेक्स (अग्नि-सह कांच) की बोटलें तथा शीशिया
 छोटी चिमटी
 कील उल्टाडने का औजार
 छलनी
 स्प्रिंट लैम्प की बत्ती
 ऐस्वेस्टस की चादरें
 बैटरी पात्र
 पिने (आलपिनें)
 इष्टिका घोर डोर (ब्लॉक एंड टैकल)
 जैक पेच
 थरमस बोटलें

मोटरकार-मरम्मत की दुकान से

पुराने रबड़ टायर
 पुराने भीतरी द्यूब (रबड़ के)
 भीतरी द्यूब के बाल्व
 पुरानी संचायक बैटरियां (मोटर की)
 बैटरी में डालने का भ्रम
 पुरानी मोटरकारों का सुरक्षा-कांच (मेपटी ग्लाम)
 स्फुनिंग प्लग (स्पाक प्लग)
 ग्रेम्मापी (ग्रेमीटर)
 कार्वरेटर
 संग्रहक (ग्यूड)
 सामने की बत्तियों (हेड लाइट) के बल्ब परावर्तक
 (रिफ्लेक्टर)

पयुअल पम्प
 विद्युत् मोटर
 विद्युत् जनित्र
 गियर
 गोली लाम (बाल वेयरिंग)
 गद्दी की कमानियां
 स्पीडोमीटर का चुचक
 सामने की बत्तियों के लैन्स
 सामने की बत्तियों के बल्ब
 औजार
 धातु की नलिका
 पुरानी (बेकार) कुण्डलियों (काइल्स) के तार
 इंजिन
 पीछे का दृश्य दिखाने वाला दर्पण
 प्रतिरक्ष शीशा (गाड़ियों के पीछे लगा हुआ
 शीशा)
 इस्नेमाल किया हुआ तेल

रेडियो मरम्मत की दुकान से

रेडियो सेट
 पुरानी कुण्डलियों के तार
 परिणामित्र (ट्रान्सफार्मर)
 पुराने रेडियो ट्यूब
 विद्युत् से सम्बन्धित औजार
 कुण्डलियां
 परिणामित्रों के क्रोड
 मघनित्र (कॅपेसर)
 धारा-नियन्त्रक (रियॉन्टेंट)
 टाका
 धातु प्लेटे (धातु की मोटी चादरें)
 पुरानी रेडियो कैबिनटो का प्लास्टिक

लाघ पदार्थ बेचने वाले की दुकान से

अमोनिया
 पाक चूर्ण (बैकिंग पाउडर)
 पाक मोडा (बैकिंग मोडा)
 विरंजन चूर्ण (ब्लीचिंग पाउडर)
 नील
 शीरा (बार्न मिश्रण तमक)
 एम्स

दियामलाई
खनिज तेल (मिनरल आयल)
पैराफिन
मधुमक्खी का मोम
मुहर को लाख
स्टार्च
डोरी
चीनी
कागज के धेने
स्वच्छ नमक
तारपीन
सिरका
बकमों के तख्ते
गत्ते के बक्से
लकड़ी के बक्से
टीन के डिब्बे
जिलैटिन
खाने का तेल
मुअर की चर्वी
बीज

मरहान बनाने का सामान बेचने वाले की दुकान से

ऐरवेस्टस चादरें
तख्ते
कील-कांटा आदि (हाईवेअर)
विमवाही सामग्री
पर्ती लकड़ी (प्लाईवुड)
प्रस बोर्डे
रस्सी
रंगलेप
बार्निश
तार की जाली
लकड़ों का बुरादा
चूना
मीमेंट
ईंट
नालियों के टूटे पाइप
गोल (गुज्जी) छड़
लकड़ी की इष्टिकाएं (ब्लाक),

लकड़ी के प्रिंम

यन्त्रशास्त्रियों से
गोली लाम (बाल वेयरिंग)
गियर
नोहे की चादर
पीतल की चादर
तांबे की चादर
पीतल की छड़
नोहे की छड़
नोहे का बुरादा
धातु के रद्दी टुकड़े या कनरने

दवाखानों से

अगर
तूनिया
खनिज तेल (मिनरल आयल)
सैंकरीन
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
नाइट्रिक अम्ल
सोडियम हाइड्रॉक्साइड
मिल्बर नाइट्रेट
प्राथमिक चिकित्सा की सब सामग्री
सेलफोन
वोफ एकमट्रेक्ट
छोटी शीशियां
रबड़ की चादर
पिसा हुआ गन्धक
बोरिक अम्ल
मैगनीज डाइ-आक्साइड
चिपकाऊ पट्टी
लकड़ी के जीभ-दाव (टंग डिप्रेमर्स)
तापमापी (थर्मामीटर)
रंग
स्याही
आयोडिन
मंगमरमर के कत्तले
दवा टपकाने की नलिका
हजामत बनाने का दर्पण
काच की नलिकाएं

शीशिया
छोटी शीशिया
पेट्रोन
स्पज
परीक्षण-नलिकाएँ
लिटमस कागज
पोटैमियम क्लोरेट
पेरिम प्लाम्टर (प्लाम्टर आफ पेरिम)

चश्मों आदि की दुकान से

पुराने कैमरे
लैन्स
आवर्धक लैन्स (रीडिंग ग्लास लैन्सेज)
चदमे के पुराने लैन्स (गुदड़ी बाजार से)

मलकार और टोन घालों से

नाहे का गद्दी पाइप
मीमा धातु का गद्दी पाइप
धातु की चादर
खड़ की चूपण प्यालिया (सवधान कप)
पुरानी टोटिया

बिजली की दुकान से

बैटरी (मुष्क सैन)
बिजली के बल्ब
विमंवाहित तार
स्विच
लैम्प साफेट
विमवाही फीता
बिजली के मीटर
पुराने विद्युत् साधन
छोटे बल्बों के साफेट
विद्युत् घण्टी
विद्युत् गुजक (बज्ज)
दाय बटन (पुल बटन)
नापन अवयव (हीटिंग एनिमेट)
नुवकीय दिक्कूचक

खिलौनों की दुकान से

चूणंदरी (जाइरोस्कोप)
गगमरमर की गोतिया

छोटा छकड़ा (बैंगन)
पिगपांग की गेंदे
चाबीदार या यान्त्रिक खिलौने
रंगीन खडिया
वाष्प इंजिन
वाष्प टरबाइन
बैद्युत खिलौने
खड़ के गुब्बारे
बच्चों के वाद्य-यन्त्र (खिलौने)
खड की गेंदे
प्लास्टिक के खिलौने
फुटबाल पम्प अनुकूलक

साइकिल मरम्मत की दुकान से

साइकिल के पुराने पहिए
पहियों की तीलियां (स्पोक)
भीतर की ट्यूब
टायर के बाल्व
दन्तिचक्र (स्पोकट व्हील)
साइकिल पम्प
हैंडल के खड़ के हत्ये
साइकिल की बत्ती

कपड़े आदि की दुकानों से

रेशमी कपड़ा
मूती कपड़ा
ऊनी कपड़ा
कृत्रिम रेशम का कपड़ा
लिनन का कपड़ा
मूती धागा
रेशमी धागा
लिनन का धागा

पाठशाला से

गता
मोल्ना
म्याही
रंगीन खडिया
खड़
जले बिजली के यन्त्र
कागड

तेल
खड़िया
संगलक (फ्यूज)
पतला कागज (पेपर टावल)
पेंसिलें
खड़िया के डिब्बे
गोंद लगी चिप्पिया (सेबल)
रुले
रलोघ
नक्शे
रबड़ के छल्ले

विविध सामग्री

गत्ते की ननिकाएं (जो डाक द्वारा नक्शे आदि भेजने के काम आती हैं)
गत्ता
मोक्ष्ता
पुरानी जेबी या कलाई घड़ियों की कमानिया
पुरानी दीवार घड़ियों की कमानिया
सिगारों के डिब्बे

सिगरेट के टीन वाले डिब्बे
रागे और अल्मीनियम की पन्नी (फायल)
पुराने रोलर स्केट
पत्थर का कोयला और लकड़ी का कोयला
टेलीफोन के ट्रांसमिटर
टेलीफोन के रिसेीवर
टेलीफोन के विद्युत्-उत्पादक (मैग्नेटोस)
चुबकीय कच्चा लोहा (दिकसूचक पत्थर)
टेनिस की गेद

आसपास से विविध संग्रह

बीज और फल
पत्तिया
पौधे
चिड़ियों के घोंसले
शिलाए और खनिज
मिट्टी के भिन्न प्रकार के नमूने
जीवाश्म (फासिल)
कृमि (कीड़े-मकोड़े)

प्रारम्भिक सामान्य विज्ञान-शिक्षण के सम्बन्ध में कुछ सुझाव¹

प्रारम्भिक विज्ञान

प्रारम्भिक विज्ञान क्या है ?

प्राथमिक पाठशाला में बच्चे अपने प्रश्नों का सरल उत्तर चाहते रहते हैं। ये प्रश्न साधारणतः यों प्रारम्भ होते हैं कि 'यह क्या है ?' पहली बात तो यह कि विज्ञान वह सब कुछ भी नहीं है जो इसे पहले माना जाता था; अवश्य ही घेनाइट का एक टुकड़ा, भिड़ों का पुराना छत्ता, श्रोत्र (बलूत) का फल, या ट्यूलिप का फूल—इन सब पर एक वस्तुनिष्ठ पाठशाला बनाना विज्ञान नहीं है। विज्ञान 'लगे तो तीर नहीं तुक्का' जैसी कोई वस्तु नहीं है, किसी टिड्डी अथवा फूल के विविध अंगों का नाम रटना भी विज्ञान नहीं है, और न ही 20 पेड़ों, 20 कीड़ों, 20 फूलों या 20 ग्रन्थ वस्तुओं की पहचान सीख लेना विज्ञान है।

तब फिर विज्ञान क्या है ? यह उन समस्याओं का अध्ययन है जो वहाँ, जहाँ बच्चे रहते हैं, पाई जाती हैं। अधिक तौकिक रीति से कहा जा सकता है कि यह प्राकृतिक पर्यावरण का अध्ययन है—रसायन और भौतिकी और जीव-विज्ञान और ज्योतिष और भूगर्भ-विज्ञान के कुछ चुने हुए अंशों का ही अध्ययन-मान्य नहीं। विज्ञान अवश्य ही इन विषयों से सम्बद्ध है, परन्तु वस्तुतः यह उन समस्याओं का अध्ययन है जो जिज्ञासु बालक के मस्तिष्क में, जिस प्रकार वे रहने हैं और दिन-प्रति-दिन बढ़ते रहते हैं, अचानक

उठा करती है। उदाहरण के लिए : हवा क्यों चलती है ? बादल किस चीज़ के बने हैं ? पत्थर किन पदार्थों से बनता है ? जब घण्टा बजता है तो बजते समय घण्टे में से ध्वनि क्यों और कैसे निकलती है ? बीज बढ़ कर पेड़ कैसे हो जाता है ? इन्द्रधनुष क्यों दिखाई पड़ता है ? यदि किसी ने कभी प्रारम्भिक पाठशालाओं के लड़कें-लड़कियों के साथ काम किया हो तो वह जानता होगा कि अधिकांश बच्चों के मस्तिष्क में इसी प्रकार के प्रश्न भरे रहते हैं और वे इन सब का उत्तर जानना चाहते हैं। तो ऐसे प्रश्नों का उत्तर खोज निकालना ही विज्ञान है।

और यह आवश्यक नहीं है कि यह बहुत जटिल हो। दस वर्ष का बालक किसी वस्तु की पूरी व्याख्या नहीं जानना चाहता, वह इतना समझ भी नहीं सकता। वह आसपास की प्रति-दिन की घटनाओं के बारे में क्यों, कब, कहाँ और क्या—इन प्रश्नों का सरल भाषा में उत्तर चाहता है। यही उसका विज्ञान है। उसे पारिभाषिक शब्दों, सूत्रों और ब्योरेवार कारणों को जानने की आवश्यकता नहीं है। ये सब धाद में आएंगे, परन्तु जिस समय वह 10 वर्ष का रहता है तब वह अपनी जिज्ञासा की तृप्ति ही चाहता है। आवश्यकता यह है कि उसकी जिज्ञासा को और भी विस्तृत किया जाए, उसकी रुचियों को पनपने

¹ इस अध्याय की सामग्री दो पुस्तिकाओं से, लेखकों और प्रकाशकों से पूर्ण अनुमति लेकर, संकलित की गई है। इन पुस्तिकाओं के नाम हैं : 'टीचिंग एलिमेण्टरी सायंस, बुलेटिन 1948, नम्बर 4' और 'सायंस टीचिंग इन रूरल ऐण्ड स्माल टाउन स्कूल्स, बुलेटिन 1949, नम्बर 5'। प्रकाशक हैं—फेडरल मिजयोरिटी एजेंसी, शिक्षा कार्यालय, वाशिंगटन, डी० सी०। इनके लेखक डा० ग्लेन थ्रो० ब्लाउ और डा० पाउ ब्लैकवुड हैं।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आचार ग्रन्थ

दिया जाए, और उसके उत्साह को बढ़ाया जाए । इस प्रकार का विज्ञान ही उसके लिए उपयुक्त है और इसी विज्ञान को वह समझ भी सकता है ।

विज्ञान कहां है ?

प्रारम्भिक पाठशाळा में विज्ञान किम वस्तु में रहता है ? जहां कहीं भी स्कूल के बच्चे रहते हैं, वही विज्ञान रहता है : विज्ञान उम हुआ में है जिसमें बच्चे सास लेते हैं, उस जल में है जिसे वे पीते हैं, उम आहार में है जिसे वे खाते हैं । जैम 'ग्रावमीजन क्या है ?', 'पानी में खनिज कैसे पहुंचते हैं ?', 'विटामिन क्या है ?', इत्यादि ।

विज्ञान उन वस्तुओं में है जिन्हें बच्चे पाठशाला आते समय देखते हैं : जैसे 'विजली से ड्राम गाड़ी कैसे चलती है ?', 'जब मेरा कुत्ता गरमी में हापता है तो वह जीभ क्यों निकाल देता है ?', 'आकाश नीला क्यों है ?', इत्यादि ।

विज्ञान उनके घरों में है : जैसे 'दरवाजे की पष्ठी कैसे बजती है ?', 'नींबू खट्टा क्यों लगता है ?', 'हमारी भट्टी में घर गरम कैसे होता है ?', इत्यादि ।

विज्ञान पाठशाला में है : जैसे 'ग्राग बुझाने वाला यन्त्र ग्राग कैसे बुझा सकता है ?', 'लोहे के नल में जंग क्यों लग गया ?', 'हम सब को टीका क्यों लगवाना पडा ?', इत्यादि ।

तो फिर विज्ञान हमारे छात्रों और छात्राओं के चारों ओर है । प्रत्येक अवस्था में वे उसे देखेंगे ही । थोड़ी सहायता कर देने में वे उसे अधिक अच्छी तरह देख सकेंगे । थोड़ा प्रोत्साहन देने से विज्ञान में उनकी रुचि बढ़ेगी । वे विज्ञान के बारे में ऐसे शिक्षक से अधिक मोत्व सकेंगे जो इस बात का ध्यान रखता है कि इसका उपयोग कहा-कहां किया जा सकता है और अपनी शिक्षण क्षमता द्वारा बालकों को अपने पर्यावरण के बारे में नीपने में सहायता देना है ।

विज्ञान क्या कर सकता है ?

बहुधा यह ठीक कहा जाता है कि जो व्यक्ति

पूर्ण जानकार होता है, उसका व्यक्तित्व रोचक होता है, और जानकार बनने के लिए जिन चीजों की आवश्यकता होती है उनमें से अपने पर्यावरण के बारे में यथोचित जानकारी प्राप्त करना भी एक है । इसका तात्पर्य यह नहीं है कि आप अपने छात्रों के मस्तिष्क में ऐसी जानकारी ठूस-ठूस कर भरने की अभिलाषा करें जिसका उपयोग वे बातचीत का सिलसिला बनाए रखने के लिए कर सकें । तात्पर्य तो यह है कि आप यह चाहें कि आप ऐसे व्यापक नियमों या अर्थों को समझाने में उनकी सहायता करें जिनका उपयोग वे अपने पर्यावरण की समस्याओं को समझते समय कर सकें ।

एक उदाहरण देते हैं : किसी परिवार के फूलों में तीन बाह्य दल (सैपल), तीन परगुडिया, जो साधारणतः एक ही प्रकार से रंगी रहती हैं, छः पुंकेसर (स्टैमन), एक स्त्रीकेसर (पिस्टिल), इत्यादि होते हैं । 10 वर्ष की आयु का बालक यह सब याद किए बिना भी भली-भांति जीवन अवश्य बिता सकता है । परन्तु मान लीजिए कि अनेक पौधों और अनेक प्राणियों की जांच से वह सीखता है कि 'पौधे और प्राणी कुछ लक्षणों के अनुसार समूहों में रखे जाते हैं, और इन लक्षणों का जानना उम बड़े समूह को जानने में सहायक होता है जिसका कोई पौधा या प्राणी होता है' । यह व्यापक नियम तब उस बच्चे के लिए उन जानवरों और पौधों की पहचान में सहायक हो सकता है जिन्हें वह देखता है, और इसमें उसके लिए यह सम्भव हो जाता है कि वह उनकी आदतों का अध्ययन करे, पता लगाए कि वे उपयोगी हैं या हानिकारक, इत्यादि । उम इस व्यापक नियम का पना चित्त लगा कर अध्ययन और प्रेक्षण करने में और कई छोटी कल्पनाओं को गूंध कर एक बड़ी श्रृंखला बनाने में चलता है । इन प्रकार विज्ञान का एक उद्देश्य यह है कि ऐसे व्यापक नियम गिन्याए जाएं जिनमें छात्र अपने दैनिक जीवन में उठने वाली समस्याओं का स्वयं समाधान कर सकें । बालक और बालिकाओं के जीवन में परिवर्तन लाने वाली समस्याओं का हम जिनता

समीप से अध्ययन करेंगे, विज्ञान-शिक्षण की हमारी योजना उतनी ही अधिक सफल होगी।

आप यह कभी नहीं चाहेंगे कि आपके बालक और बालिकाओं की विचार-पद्धति क्रमहीन हो। जिस रीति से विज्ञान के व्यापक नियमों का पहले-पहल आविष्कार हुआ, ठीक उमी तरह की विचार-शक्ति छात्रों को दे सकें, यही हमारी अभिलाषा होनी चाहिए। हम इसे यथार्थ उत्तर पाने की वैज्ञानिक रीति कह सकते हैं। यह विचार कोई एकदम नया नहीं है। सम्भवत आप यही रीति अंकगणित तथा अन्य विषयों में बपों से अपनाते रहे हों। समस्या का स्वरूप बताना, कई-एक परिकल्पनाएं सुझाना, साक्ष्य इकट्ठा करना, परिणाम निकालना और परिणामों की परीक्षा करना। परन्तु इसका अर्थ यह भी नहीं है कि जब कभी कोई समस्या आए तब आप इन सब क्रमों की एक सीढ़ी-सी खड़ी कर दें और छात्रों को उस पर उबरदस्ता चढ़ाएं।

वस्तुतः समस्याओं को हल करने की इस वैज्ञानिक रीति में पूर्वोक्त सब क्रमों का रहना आवश्यक नहीं है। उदाहरणतः, बच्चे जानना चाहते हैं कि दिक्मूचक की मूर्ई उत्तर-दक्षिण दिशा में क्यों रहती है। इस बात का पूरा ध्यान रखना चाहिए कि बच्चे समस्या को पूरी सावधानी से स्पष्ट करें ताकि प्रश्न उतना ही रह जाए जितना वे जानना चाहते हैं। तब छात्र स्वयं बताएं कि उनके विचार में मूर्ई उत्तर-दक्षिण दिशा में क्यों रहती है। जो व्याख्या वे देंगे उनमें से कुछ युक्तिसंगत होंगी और कुछ निरर्थक।

आप पूछेंगे — 'हम कैसे पता लगा सकते हैं कि किसकी बात ठीक है?' बच्चे उत्तर देंगे— 'हमारी विज्ञान पुस्तक में देखा जाए', 'हमारे भौतिक विज्ञान के शिक्षक श्री जैकसन से पूछा जाए' या 'प्रयोग करके देखा जाए'। तब बच्चे अपने-अपने सुझाव के अनुसार काम करके देखते हैं। कारण का पता लगाते हैं। किसी प्रमाणिक सूत्र द्वारा यथाम्भव सावधानी से वे उसकी सत्यता की जांच करते हैं। और तब कहा जा

सकता है कि उन्होंने अपनी समस्या को हल कर लिया है और वे अपने ज्ञान का उपयोग भी कर सकते हैं। अवश्य ही यह कार्यक्रम सरल है, यह काम भी सरल है, और समस्याओं का हल करने के लिए जिस पद्धति का ठीक उपयोग करके छात्र सफलता प्राप्त कर सकते हैं, उसका यह परिचय और आरम्भ है। यदि छात्रों का पथ-प्रदर्शन बुद्धिमत्ता से किया जाए तो ऐसी समस्याओं को इस रीति से हल करने में वे काफी उन्नति कर सकते हैं। समस्या-समाधान की इस रीति को बालक पाठशाला में तत्काल ही नहीं सीख लेते हैं। पहले समस्याओं को ठीक ढंग से हल करने की शक्ति बहुत समय में आती है।

आप चाहते होंगे कि काम करने के साथ-ही-साथ बालक और बालिकाओं में वैज्ञानिक ढंग से विचार करने की आदत भी आ जाए। उदाहरणार्थ, घटनाएं जो ही नहीं घटती, वे प्राकृतिक कारणों से घटती हैं, इसलिए अन्वेषविश्वासी न बनें। दूसरों के विचारों के लिए अपना मस्तिष्क खुला रखें। जब तक कोई पक्का प्रमाण न मिल जाए तब तक अपने विचारों को केवल परीक्षार्थ समझें। ऐसा साक्ष्य एकत्र करें जिस पर तंग विश्वास कर सकें। यदि यह मालूम हो कि आपका मत ठीक नहीं था तो उसे बदलने के लिए तैयार रहें। कृद कर परिणामों पर न पहुंचें। घटनाओं के बारे में जानने को उत्सुक रहें और अस्पष्ट व्याख्या से सन्तुष्ट न हों। ये वैज्ञानिक विचार-धारा के कुछ रक्षक-स्तम्भ हैं। अगर सोच-समझ कर निर्धारित किए हुए ढंग से छात्रों को विज्ञान पढ़ाया जाए तो वे इन धारणाओं को अपना सकते हैं। फिर, इस प्रकार की विचार-शैली में छात्र जितने ही पहले परिचित हों, उतना ही अच्छा होगा।

फिर आप चाहेंगे कि बालकों और बालिकाओं की रुचि को विस्तृत किया जाए। वे अपने चारों ओर की वस्तुओं में से अनेक के बारे में जानने की स्वभावतः उत्सुक जान पड़ते हैं, परन्तु फिर भी दुनिया की आधी चीजों के बारे में वे कुछ नहीं जानते और इमगिन उन वस्तुओं के

वारे में वे जिज्ञासु हो ही नहीं सकते। छठी कक्षा में तारों का अध्ययन छात्रों की रुचि का एक नया विषय बन सकता है और कुछ के लिए रुचि चिर-स्थायी बन सकती है। इस बात का अध्ययन कि पौधे कैसे उगते और बढ़ते हैं, पौधों की खेती में ऐसी रुचि उत्पन्न कर सकता है जो अन्यथा सदा मौई रहती। बच्चों की रुचि के अध्ययन से ऐसा जान पड़ता है कि बच्चों को अपने पर्यावरण के हर पहलू में अनुराग रहता है, केवल जानवरों और पौधों में ही नहीं, जैसा पहले कभी समझा जाता था। तो भी, अनेक छात्रों की रुचि बहुत कुछ सीमित रहती है और अन्य सम्भव रोचक विषयों की झलक पाने में उन्हें सहायता की आवश्यकता होती है। बहुधा किसी विषय में आजीवन रुचि स्कूल में ही पैदा होती है। वैज्ञानिक बहुधा बताते हैं कि विज्ञान में उनका अनुराग तभी उत्पन्न हुआ था जब वे बहुत छोटे थे। प्रारम्भिक पाठशालाओं में विज्ञान की अधिक अच्छी पढ़ाई होने पर इस प्रकार के परिणामों की अधिक सम्भावना रहेगी।

आप भी चाहेंगे कि आपके छात्र अपने चारों ओर की वस्तुओं के सौन्दर्य का अनुभव कर सकें। अल्पवयस्क बच्चे किम प्रकार वस्तुओं का सौन्दर्य अनुभव करते हैं? प्रकृति के सौन्दर्य-ज्ञान के लिए छोटे-छोटे व्याख्यानों से सहायता नहीं मिलती। मुन्दर तितलियाँ, मधुमक्खियाँ और फूलों के जान के लिए भी ऊपरी व्याख्यानों से अधिक सहायता नहीं मिल सकती। जब हम छात्रों के सौन्दर्य-अनुभव की वृद्धि करने की नई रीतियाँ सीख रहे हैं तो हमें यह सिखाने की चेष्टा करनी चाहिए कि वे स्वयं देखें, सूक्ष्म प्रेक्षण करें, सावधानी से परीक्षा करें और स्वयं ढूँढ निकालें कि चारों ओर के संगार में कैसे आश्चर्य भरे पड़े हैं। माधारण हरी पत्ती में भी एक निर्माण-प्रक्रिया चलती रहती है, जिसकी नकल मनुष्य अभी तक भी नहीं कर पाया है। उसने इतना अवश्य सीख लिया है कि इन प्रक्रिया में पानी और कार्बन डाइ-ऑक्साइड जीवन-नत्व का काम करते हैं, और हरे रंग का जो पदार्थ पत्तियों में रहता है,

वह इस प्रक्रिया के लिए नितान्त आवश्यक है, और यह भी कि यह प्रक्रिया सूर्य के प्रकाश के अभाव में पूरी नहीं हो सकती। मनुष्य किसी भी प्रक्रिया के परिणाम का विश्लेषण अन्तिम अणु तक कर सकता है, परन्तु वह स्वयं उस प्रक्रिया को नहीं कर पाता और न उसे पूरा-पूरा समझ ही पाता है। फिर, इस प्रक्रिया के बिना स्वयं जीवन भी टिक नहीं सकता। जब बच्चा इन सब तथ्यों को सीखता है और जब शिक्षक से महायता पाकर इनके महत्व को समझता है, तो उसकी सौन्दर्य अनुभव करने की शक्ति बढ़ती है—विशेषकर यदि वह किसी उत्साही, बुद्धिमान और गुणग्राही शिक्षक के साथ काम कर रहा हो।

हमारी पाठशालाओं में बच्चों के लिए विज्ञान जो कुछ कर सकता है, उसमें मे थोड़ी-सी बातें यहाँ बताई गई हैं। यदि विज्ञान के शिक्षक पूर्ण रूप से जानें कि उद्देश्य क्या हैं, और इस बात पर तुले रहें कि विज्ञान की पढ़ाई इन उद्देश्यों की पूर्ति को दृष्टि में रख कर की जाए, तभी बच्चे विज्ञान से लाभ उठा सकते हैं। वे उद्देश्य, जो शिक्षकों की निर्देश-युक्तियों में दिये पड़े रहते हैं और उपयोग में नहीं लाए जाते, बच्चों के किमो भी काम नहीं आ सकते। परन्तु वे उद्देश्य बच्चों की सहायता अवश्य कर सकते हैं जो शिक्षकों के भस्तिष्क में रहते हैं और बच्चों के भस्तिष्क में भी। ऐसे उद्देश्य विषयों के चुनाव को, उनकी शिक्षण-पद्धति को, उनके लिए किए जाने वाले कार्यों को, उनकी मूल्यांकन-प्रणाली को और वस्तुतः कक्षा में किए गए सभी कामों को प्रभावित करते हैं। इसलिए जो बाल अभी विज्ञान-शिक्षकों को स्मरण रखनी चाहिए, वह यह है कि वे यह निर्धारित कर लें कि विज्ञान-शिक्षण में वे जिस उद्देश्य को पूरा करना चाहते हैं, उसे सदा स्मरण रखें, बार-बार जांच करते रहें कि वे ठीक मार्ग पर चल रहे हैं या नहीं, और मूल्यांकन करते रहे कि वे अपने लक्ष्य के गितना निकट पहुँच रहे हैं। और सबसे बड़ी बात यह है कि वे अपने उद्देश्य को बच्चों के उद्देश्यों के साथ-सम्भव निकट रखें और इन उद्देश्यों की पूर्ति

में यदि बच्चे किसी प्रकार सहायता करना चाहे तो उन्हें वैसा करने दें ।

प्रारम्भिक विज्ञान और प्रकृति-अध्ययन

यह एक विवादास्पद प्रश्न रहा है, और अब भी है, कि प्रारम्भिक पाठशालाओं में विज्ञान का जो शिक्षण होता है उसे प्रारम्भिक विज्ञान कहा जाए अथवा प्रकृति-अध्ययन (नेचर स्टडी) । कुछ पाठशालाओं की प्रकृति-अध्ययन सम्बन्धी पाठ-योजना उच्चकोटि की होती है । वहाँ के शिक्षक विस्तृततम अर्थ में विज्ञान पढ़ाते हैं और उनकी विषयनिष्ठता आधुनिकतम रहती है, यद्यपि वे अपनी पाठ-योजना को अभी तक प्रकृति-अध्ययन ही कहते हैं । कुछ अन्य पाठ-शालाओं में यह प्रारम्भिक विज्ञान ही कहलाता है, परन्तु वह जिन सिद्धान्तों के अनुसार पढ़ाया जाता है वे बहुत पुराने हैं और प्रकृति-अध्ययन का यह अर्थ संकुचित दृष्टिकोण जमी रुढ़ि से प्रभावित है । इससे प्रत्यक्ष है कि नाम उतना महत्वपूर्ण नहीं है, जितना पढ़ाने का ढंग और विस्तार । विज्ञान की वे पाठ-योजनाएँ, जिनमें प्रकृति-अध्ययन के विषय के सर्वोत्तम अंगों का अध्ययन और उस पर आधुनिक समय में सीखे गए सर्वोत्तम ढंग से निर्माण किया जाता है, आज सबसे अधिक उपयोगी हैं । यद्यपि नाम से अधिक अन्तर नहीं पड़ता, तो भी प्रकृति-अध्ययन कहलाने वाली पाठ-योजनाओं की अपेक्षा प्रारम्भिक विज्ञान की पाठ-योजनाओं में अधिक विस्तृत दृष्टिकोण रहने से उसके आधुनिक आवश्यकताओं के अधिक निकट होने की सम्भावना अधिक है ।

एक उदाहरण से यह बात स्पष्ट होगी । प्रकृति-अध्ययन की विषयवस्तु के अनुसार एक विगोप वस्तु का, जैसे किसी शिला या वृक्ष का, अध्ययन किया जाता है, न कि शिला-निर्माण अथवा वन सम्बन्धी किमी विस्तृत प्रश्न का । प्रकृति-अध्ययन में सम्भवतः बल इस बात पर दिया जाएगा कि शिलाओं की अथवा वृक्षों की पहचान कैसे हो, इस बात पर नहीं कि इन सब ब्योरों

से किसी उद्देश्य की पूर्ति कैसे की जाएगी । यह अधिक सम्भव नहीं है कि प्रकृति-अध्ययन में उन समस्याओं का, जो बच्चों के जीवन में वास्तविक सम्बन्ध रखती है, या विज्ञान के समूचे क्षेत्र का अध्ययन किया जाए । उसमें तो बस पीठों और जानवरों का ही अध्ययन होता है । बच्चों के साथ काम करने से पता चलता है कि उन्हें अपने पर्यावरण के सब अंगों से अनुराग होता है । प्रकृति-अध्ययन सम्बन्धी संक्षिप्त विवरण से, जो यहाँ दिया गया है, जान पड़ता है कि प्रकृति-अध्ययन की पुरानी मान्यताओं के बदले अब ऐसी पाठ-योजना को अपनाया जा रहा है जो आधुनिक बच्चों की आवश्यकताओं के लिए अधिक उपयुक्त है । अर्वाचीन वर्षों में वह दुनिया, जिसमें ये लड़कें और लड़कियाँ रहती हैं, बहुत बदल गई है, इसलिए उनके अध्ययन का कार्यक्रम भी उसी के अनुसार बदलना चाहिए ।

तो भी, प्रकृति-अध्ययन की धारणा के अनुसार हम देखते हैं कि निजी अनुभव प्राप्त करना कितना महत्वपूर्ण होता है, केवल उसके सम्बन्ध में पढ़ना या गुनना ही पर्याप्त नहीं होता । प्रकृति चिह्न, जो कि वे विविध प्रकार के पौधों और प्राणियों के बारे में हमें बताते हैं, जानवरों के निवास-स्थानों को दिखाते हैं, जीवों के पारस्परिक सम्बन्धों को स्पष्ट करते हैं, जीवों और उनके वातावरण का सम्बन्ध तथा वातावरण के अनुकूल उनमें विशेष परिवर्तन प्रकट करते हैं, शिक्षा के उपयोगी अंग हैं । इसलिए प्रकृति की खोज का उपयोग, चाहे इसका आरम्भ प्रकृति-अध्ययन से ही क्यों न हुआ हो, यदि ठीक से किया जाए तो आधुनिक वैज्ञानिक कार्यक्रम में बहुत योग दे सकता है । वे पाठशालाएँ, जो किमी वन या बड़े उद्यान के पास, या देहात में हैं, यदि प्रकृति की इस प्रकार की खोज करके लाभ उठाती हैं या किसी अन्य सुव्यवस्थित रीति से इस देन का उपयोग करती हैं तो कहा जाएगा कि वे बड़ी भाग्यशालिनी हैं ।

निविर-जीवन निजी ज्ञान और गुण-ग्रहण का एक अन्य उद्गम है, जिसमें स्वयं ज्ञान प्राप्त

करने और गुण-विवेचन का अनुभव मिलता है। प्रारम्भिक विज्ञान की आधुनिक पाठ-योजना में इसे स्थान मिले तो बहुत उत्तम है। शिविर-अग्नि जलाने, सोने का स्थान ठीक करने, विगुद जल प्राप्त करने के अनुभवों का, भोजन सामग्री प्राप्त करने तथा पकाने का और अन्य अनेक कार्यों का विज्ञान से घनिष्ठ सम्बन्ध है। परन्तु बच्चे कितना विज्ञान और किस प्रकार का विज्ञान सीखते हैं, यह इस पर निर्भर है कि व्यवस्थापक का दृष्टिकोण क्या है।

इस बात का निर्णय करने में कि आपका दृष्टिकोण छात्रों की आवश्यकताओं के अनुसार है या नहीं, उसे उन उद्देश्यों की मापनी से नापना चाहिए जिनका विवेचन इस खण्ड के प्रारम्भ में किया गया था। वे तथा प्रारम्भिक शिक्षा के उद्देश्य ठीक मार्ग के प्रदर्शक हैं। यह नहीं कि अगर आपने गरी के गोलों को रंगों की पन्नी में मढ़ कर कृष्ण जन्माष्टमी की झांकी सजाने में, पत्तियों का दवा कर संजोने में, चिड़ियों के चित्र रंगने में या कागज की झण्डिया और मालाएं बनाने में आधा समय बिता दिया तो विज्ञान की आधुनिक पाठ-योजना पूरी हो गई। ऐसे कार्य तो विज्ञान के सरलतम कार्यक्रम के उद्देश्यों की पूर्ति भी नहीं करते।

विज्ञान और प्रारम्भिक पाठशालाओं की पाठ-योजना

प्रारम्भिक विज्ञान की वह पाठ-योजना, जो प्रारम्भिक पाठशालाओं की वेप पाठ-योजनाओं पर ध्यान दिए बिना ही बना दी जाती है, अवश्य ही निष्फल होगी। विज्ञान प्रारम्भिक शिक्षा के सामान्य उद्देश्यों की कितनी पूर्ति करता है, इस प्रश्न के उत्तर पर विज्ञान के अलग विषय बने रहने का दावा निर्भर है।

प्रारम्भिक पाठशालाओं के सामान्य उद्देश्य विविध रूपों में बनाए गए हैं। सम्भवतः सबसे महत्वपूर्ण उद्देश्य यह है कि अच्छा नागरिक बनने के लिए आवश्यक विचार, ममत्त और कार्यक्षमता प्राप्त करने में बच्चों की महायत्ना की जाए।

इसके लिए उन्हें पढ़ने, लिखने और हिसाब करने की आधारभूत चीजें सिखाना आवश्यक है क्योंकि ज्ञान प्राप्त करने के मौलिक साधन ये ही हैं। इनके अतिरिक्त, इस बात की भी आवश्यकता है कि उनको सामाजिक रीतियों और समस्याओं की समझने और पहचानने का अवसर दिया जाए, उनके हल मुझाने और अपने मुझावों पर काम करने का अवसर दिया जाए, उन्हें व्यक्तिगत और समूहगत आवश्यकताओं के अनुसार अपने सामाजिक आचरण को विकसित करने दिया जाए। पाठशालाओं में अध्ययन आदि ऐसे ढंग से होना चाहिए कि बालक मानवों के पारस्परिक व्यवहार से सम्बन्धित गुणों को पहचाने और उन पर अमल करें—उदाहरणार्थ परस्पर सहयोग, नेता का चुनाव और सामूहिक योजनाएं बनाना, आदि। और बच्चों को ऐसी परिस्थितियों में रखना चाहिए, जिनमें उनका मानसिक और शारीरिक स्वास्थ्य बढ़े और उनमें ऐसा ज्ञान और कार्यक्षमता उत्पन्न करनी चाहिए कि ये गुण उनमें स्वयं विकसित हों। अवकाश के समय में भी इनमें स्वस्थ रुचि लेने के लिए बच्चों को प्रेरित करना चाहिए। अच्छी प्रारम्भिक पाठशालाओं की पाठ-योजना के ये सामान्य उद्देश्य हैं, और इन्हें ध्यान में रखे बिना विज्ञान की कोई भी पाठ-योजना सफल नहीं हो सकती।

प्रारम्भिक पाठशालाओं के उद्देश्य से सम्बन्धित इन विवादात्त सिद्धान्तों के अनुसार ही प्रारम्भिक विज्ञान-शिक्षण की विषयवस्तु को ढाल लेना चाहिए। हम विज्ञान कैसे पढ़ाएँ, बच्चों के लिए क्या कार्य सबसे अधिक उपयोगी होंगे, योजना बनाने और मूल्यांकन में हम उन्हें कैसे गहनता दें, इन सबको पूर्वोक्त उद्देश्यों के अनुसार ही रूप देना चाहिए।

उदाहरणार्थ, हम बच्चों को विज्ञान किम प्रकार सिखाएँ कि वह उन्हें अधिक अच्छे नागरिक बनने में सहायक हो? यदि शिक्षक पाठ्य विषयों का स्वयं ही चुनता है, उनकी कार्य-व्यवस्था करता है, अध्ययन-मदति निर्धारित करता है और अन्य सब बातों का भी निर्णय

स्वयं ही करता है, तो बच्चे प्रबन्ध करने, योजना बनाने और मिल-जुल कर काम करने में कैसे आगे बढ़ेंगे ? यदि हम इस बात को मानते हैं कि योजना बना सकना और मिल-जुल कर काम कर सकना अच्छे नागरिक का एक लक्षण है तो हमें बच्चों को योजना बनाने और मिल-जुल कर काम करने का पर्याप्त अवसर देना चाहिए। शिक्षक के नाते बच्चों के नेता होने और भेज के पीछे कुर्सी पर बैठ कर आज्ञा देने में स्पष्ट अन्तर है। नेता के रूप में शिक्षक विषय-वृत्ति उत्पन्न करने के लिए प्रारम्भिक कार्य कर सकता है, कार्य-विधि के सम्भव मार्गों का स्पष्टीकरण कर सकता है, और इस प्रकार उनका सहायक बन सकता है। अपने अनुभव के कारण वह थोड़ा-बहुत मार्गप्रदर्शक का काम कर सकता है, परन्तु वास्तव में प्रशंसनीय तो वहीं शिक्षक है जो उचित समय पर चुप होना जानता है। चाहे विज्ञान हो या पाठशाला सम्बन्धी कोई काम ही, बच्चों में उत्तरदायी नागरिकता की भावना तब ही आती है जब शिक्षक उचित समय स्वयं चुप हो जाए और बच्चों को काम करने दे। पाठ्य विषय का अधिकतर यही काम होता है कि बालकों को इस शक्ति को विकसित

करे। इसलिए, विज्ञान सिखाने के समय बच्चों को अवसर देना चाहिए कि वे मिल कर योजना बनाएं, निर्णय करें, भूलें करें, भूलों का मुधार करने के तरीके सोचें, अपनी सफलता को जानें, नई कार्य-विधियाँ निकालें और परिणामों का मूल्यांकन करें।

उन प्रश्नों में से सबसे उत्तर मत बताइए जो बच्चे आपसे पूछें और बराबर यह न कहिए कि उत्तर पुस्तक में पढ़ लो। हम विज्ञान से ज्ञान कैसे प्राप्त करते हैं ? प्रयोगों से, प्रेक्षण से, विषय को जानने वाले लोगों से पूछने से, पढ़ने से, सिनेमा देखने से और अन्य रीतियों से। तो फिर छात्र कैसे सीखते हैं कि इन रीतियों का उपयोग कब किया जाए और कब उनके परिणामों पर भरोसा किया जाए ? वे निर्णय करने के अभ्यास से सीखते हैं, तब अपनी प्रस्तावित योजनाओं को कर के देखने से और अपनी चेष्टाओं की सफलता देखने से। अभ्यास से छात्रों में ज्ञान प्राप्त करने के साधनों का उपयोग कर सकने की शक्ति बढ़ती है, परन्तु यह तभी होता है जब हम उनकी सहायता करते रहे। प्रत्येक पाठ्य विषय इस बात में निश्चित रूप से सहायक हो सकता है, परन्तु केवल तभी, जब हम उसे यह अवसर दें।

विज्ञान-शिक्षक

यदि हम तब तक प्रतीक्षा करें जब तक सभी प्रारम्भिक पाठशालाओं के शिक्षक विज्ञान पढाने के लिए अपने को पूर्णतया सुसज्जित न समझें, तो हम कभी आरम्भ ही न कर सकेंगे। प्रारम्भिक पाठशालाओं के सबसे अधिक सफल शिक्षकों ने अपने लिए कहा है, "अपने काम में कुछ विज्ञान भी सम्मिलित करने का महत्त्व मैं समझता हूँ। मेरा विश्वास है कि बिना विज्ञान के मेरा कार्यक्रम अधूरा है। मैं विज्ञान के बारे में अधिक नहीं जानता, परन्तु यह मैं जानता हूँ कि बच्चे किस प्रकार सीखते हैं। ऐसे प्रश्नों के पूछे जाने पर मुझे दुरा नहीं लगता जिनका उत्तर मैं नहीं जानता, क्योंकि मैं इतना जानता हूँ कि किस प्रकार बच्चों की सहायता करनी चाहिए ताकि वे स्वयं उनका उत्तर निकाल लें।"

इन शिक्षकों के सम्मुख कई समस्याएँ हैं। उन्हें अपने लिए विज्ञान की पृष्ठभूमि तैयार करनी पड़ती है, यह सीखना पड़ता है कि विज्ञान कैसे सिखाए, आवश्यक उपकरण और सामग्री कहाँ से लाएँ। परन्तु उनके पास दो अत्यवश्यक उपकरण पहले से विद्यमान रहते हैं : वे विज्ञान को पाठ्यक्रम में सम्मिलित करने के महत्त्व का अनुभव करते हैं और वे जानते हैं कि बच्चे किस प्रकार सीखते हैं।

ऐसे अनेक शिक्षकों ने निम्नलिखित सुझावों को उपयोगी पाया है :

1. विज्ञान की पढ़ाई विश्वास के साथ आरम्भ करिए, न कि भय के साथ। डरना हीं हाँ तो मंगल ग्रह में जाएँ विकराल मनुष्यों के प्रथम

विज्ञान-शिक्षण के लिए यनेस्को का आकर ग्रन्थ

करने और गुण-विवेचन का अनुभव मिलता है। प्रारम्भिक विज्ञान की आधुनिक पाठ-योजना में इसे स्थान मिले तो बहुत उत्तम है। शिविर-अग्नि जलाने, सोने का स्थान ठीक करने, विशुद्ध जल प्राप्त करने के अनुभवों का, भोजन सामग्री प्राप्त करने तथा पकाने का और अन्य अनेक कार्यों का विज्ञान से घनिष्ठ सम्बन्ध है। परन्तु बच्चे कितना विज्ञान और किस प्रकार का विज्ञान सीखते हैं, यह इस पर निर्भर है कि व्यवस्थापक का दृष्टिकोण क्या है।

इस बात का निर्णय करने में कि आपका दृष्टिकोण छात्रों की आवश्यकताओं के अनुसार है या नहीं, उसे उन उद्देश्यों की मापनी से नापना चाहिए जिसका विवेचन इस खण्ड के आरम्भ में किया गया था। वे तथा प्रारम्भिक शिक्षा के उद्देश्य ठीक मार्ग के प्रदर्शक हैं। यह नहीं कि अगर आपने गरी के गोलों को रंगों की पन्नी से मढ़ कर कृष्ण जन्माष्टमी की झांकी मजाने में, पतियों का दवा कर संजोने में, चिड़ियों के चित्र रंगने में या कागज की झण्डिया और मानाएं बनाने में आधा समय बिता दिया तो विज्ञान की आधुनिक पाठ-योजना पूरी हों गई। ऐसे कार्य तो विज्ञान के सरलतम कार्यक्रम के उद्देश्यों की पूर्ति भी नहीं करते।

विज्ञान और प्रारम्भिक पाठशालाओं की पाठ-योजना

प्रारम्भिक विज्ञान की वह पाठ-योजना, जो प्रारम्भिक पाठशालाओं की सोप पाठ-योजनाओं पर ध्यान दिए बिना ही बना दी जाती है, अवश्य ही निष्फल होंगी। विज्ञान प्रारम्भिक शिक्षा के सामान्य उद्देश्यों की कितनी पूर्ति करता है, इस प्रश्न के उत्तर पर विज्ञान के अलग विषय बने रहने का दावा निर्भर है।

प्रारम्भिक पाठशालाओं के सामान्य उद्देश्य विविध रूपों में बताए गए हैं। सम्भवतः सबसे महत्वपूर्ण उद्देश्य यह है कि अच्छा नागरिक बनने के लिए आवश्यक विचार, ममता और कार्यक्षमता प्राप्त करने में बच्चों की सहायता की जाए।

इसके लिए उन्हें पढ़ने, लिखने और हिसाब करने की आधारभूत चीजें सिखाना आवश्यक है क्योंकि ज्ञान प्राप्त करने के मौलिक साधन ये ही हैं। इनके अतिरिक्त, इस बात की भी आवश्यकता है कि उनको सामाजिक रीतियों और समस्याओं को समझने और पहचानने का अवसर दिया जाए, उनके हल मुझाने और अपने मुझावों पर काम करने का अवसर दिया जाए, उन्हें व्यक्तिगत और समूहागत आवश्यकताओं के अनुसार अपने सामाजिक आचरण को विकसित करने दिया जाए। पाठशालाओं में अध्ययन आदि ऐसे ढंग से होना चाहिए कि बालक मानवों के पारम्परिक व्यवहार से सम्बन्धित गुणों को पहचानें और उन पर प्रमत्त करें—उदाहरणार्थ परस्पर सहयोग, नेता का चुनाव और सामूहिक योजनाएं बनाना, आदि। और बच्चों को ऐसी परिस्थितियों में रखना चाहिए, जिनमें उनका मानसिक और शारीरिक स्वास्थ्य बढ़े और उनमें ऐसा ज्ञान और कार्यक्षमता उत्पन्न करनी चाहिए कि वे गुण उनमें स्वयं विकसित हों। अवकाश के समय में भी इनमें स्वस्थ रुचि लेने के लिए बच्चों को प्रेरित करना चाहिए। अच्छी प्रारम्भिक पाठशालाओं की पाठ-योजना के ये सामान्य उद्देश्य हैं, और इन्हें ध्यान में रखे बिना विज्ञान की कोई भी पाठ-योजना सफल नहीं हो सकती।

प्रारम्भिक पाठशालाओं के उद्देश्य से सम्बन्धित इन विद्यार्थि गिद्दान्तों के अनुसार ही प्रारम्भिक विज्ञान-शिक्षण की विषयवस्तु को टाल लेना चाहिए। हम विज्ञान कैसे पढ़ाएं, बच्चों के लिए क्या कार्य सबसे अधिक उपयोगी होंगे, योजना बनाने और मूल्यांकन में हम उन्हें कैसे सहायक दें, इन सबको पूर्वोक्त उद्देश्यों के अनुसार। रूप देना चाहिए।

उदाहरणार्थ, हम बच्चों को विज्ञान किम प्रकाशित किया कि यह उन्हें अधिक अच्छे नागरिक बनने में सहायक हो? यदि शिक्षक पाठ्य विषयों की स्वयं ही चुनता है, उनकी कार्यक्षमता करता है, अध्ययन-मदति निर्धारित करता है और अन्य सब बातों का भी निर्णय

स्वयं ही करता है, तो बच्चे प्रबन्ध करने, योजना बनाने और मिल-जुल कर काम करने में कैसे आगे बढ़ेंगे ? यदि हम इस बात को मानते हैं कि योजना बना सकना और मिल-जुल कर काम कर सकना अच्छे नागरिक का एक लक्षण है तो हमें बच्चों को योजना बनाने और मिल-जुल कर काम करने का पर्याप्त अवसर देना चाहिए । शिक्षक के नाते बच्चों के नेता होने और मेज के पीछे कुर्सी पर बैठ कर आज्ञा देने में स्पष्ट अन्तर है । नेता के रूप में शिक्षक विषय-रुचि उत्पन्न करने के लिए प्रारम्भिक कार्य कर सकता है, कार्य-विधि के सम्भव मार्गों का स्पष्टीकरण कर सकता है, और इस प्रकार उनका सहायक बन सकता है । अपने अनुभव के कारण वह थोड़ा-बहुत मार्गप्रदर्शक का काम कर सकता है, परन्तु वास्तव में प्रगतिशील तो वहीं शिक्षक है जो उचित समय पर चुप होना जानता है । चाहे विज्ञान हो या पाठशाला सम्बन्धी कोई काम ही, बच्चों में उत्तरदायी नागरिकता की भावना तब ही आती है जब शिक्षक उचित समय स्वयं चुप हो जाए और बच्चों को काम करने दे । पाठ्य विषय का अविकतर यही काम होता है कि बालकों की इस शक्ति को विकसित

करे । इसलिए, विज्ञान सिखाने के समय बच्चों को अवसर देना चाहिए कि वे मिल कर योजना बनाए, निर्णय करे, भूलें करे, भूलों का सुधार करने के तरीके सोचें, अपनी सफलता को जानें, नई कार्य-विधियां निकालें और परिणामों का मूल्यांकन करें ।

उन प्रश्नों में से सबसे उत्तर मत बताइए जो बच्चे आपसे पूछें और बराबर यह न कहिए कि उत्तर पुस्तक में पढ़ लो । हम विज्ञान से ज्ञान कैसे प्राप्त करते हैं ? प्रयोगों से, प्रेक्षण से, विषय को जानने वाले लोगों से पूछने से, पढ़ने से, सिनेमा देखने से और अन्य रीतियों से । तो फिर छात्र कैसे सीखते हैं कि इन रीतियों का उपयोग कब किया जाए और कब उनके परिणामों पर भरोसा किया जाए ? वे निर्णय करने के अभ्यास से सीखते हैं, तब अपनी प्रस्तावित योजनाओं को कर के देखने से और अपनी चेष्टाओं की सफलता देखने से । अभ्यास से छात्रों में ज्ञान प्राप्त करने के साधनों का उपयोग कर सकने की शक्ति बढ़ती है, परन्तु यह तभी होता है जब हम उनकी सहायता करते रहें । प्रत्येक पाठ्य विषय इस बात में निश्चित रूप से सहायक हो सकता है, परन्तु केवल तभी, जब हम उसे यह अवसर दे ।

विज्ञान-शिक्षक

यदि हम तब तक प्रतीक्षा करें जब तक सभी प्रारम्भिक पाठशालाओं के शिक्षक विज्ञान पढाने के लिए अपने को पूर्णतया मुसज्जित न समझें, तो हम कभी आरम्भ ही न कर सकेंगे । प्रारम्भिक पाठशालाओं के सबसे अधिक सफल शिक्षकों ने अपने लिए कहा है, "अपने काम में कुछ विज्ञान भी सम्मिलित करने का महत्व मैं समझता हूँ । मेरा विश्वास है कि बिना विज्ञान के मेरा कार्यक्रम अचूक है । मैं विज्ञान के बारे में अधिक नहीं जानता, परन्तु यह मैं जानता हूँ कि बच्चे किस प्रकार सीखते हैं । ऐसे प्रश्नों के पूछे जाने पर मुझे बुरा नहीं लगता जिनका उत्तर मैं नहीं जानता, क्योंकि मैं इतना जानता हूँ कि किस प्रकार बच्चों की सहायता करनी चाहिए ताकि वे स्वयं उनका उत्तर निकाल लें ।"

इन शिक्षकों के सम्मुख कई समस्याएँ हैं । उन्हें अपने लिए विज्ञान की पृष्ठभूमि तैयार करनी पड़ती है, यह सीखना पड़ता है कि विज्ञान कैसे सिखाएं, आवश्यक उपकरण और सामग्री कहाँ से लाएं । परन्तु उनके पास दो अत्यावश्यक उपकरण पहले से विद्यमान रहते हैं : वे विज्ञान को पाठ्यक्रम में सम्मिलित करने के महत्व का अनुभव करते हैं और वे जानते हैं कि बच्चे किस प्रकार सीखते हैं ।

ऐसे अनेक शिक्षकों ने निम्नलिखित सुझावों को उपयोगी पाया है :

1. विज्ञान की पढ़ाई विद्वान के साथ आरम्भ करिए, न कि भय के साथ । डरना ही हो तो मंगल ग्रह से घ्राए विकराल मनुष्यों के प्रथम

दर्शन से शीक से डरिए । विज्ञान उतना असाधारण नहीं है, जितना आप समझते हैं । समाज-विज्ञान, भाषाएं, कलाएं अथवा अंकगणित पढ़ाने से, जिन्हें अधिकांश शिक्षक मुविधापूर्वक पढ़ाते हैं, विज्ञान का पढ़ाना अधिक भिन्न नहीं है । उनकी अपेक्षा विज्ञान का पढ़ाना अधिक कठिन भी नहीं है, कुछ बातों में तो यह अधिक सरल है, क्योंकि यह मूर्त वस्तुओं से सम्बद्ध है और अनेक बच्चों की रुचि का विषय है ।

2 यह आशा मन करिए कि बच्चे जितने भी प्रश्न पूछेंगे, आप उन सबका उत्तर दे सकेंगे । यदि आप तब तक के लिए रुके रहें जब तक आप इसमें समर्थ न हो जाए, तो आप विज्ञान पढ़ाना कभी आरम्भ ही न कर सकेंगे । शिक्षक हर दशा में बच्चों को आवश्यकता से अधिक ही बताते रहते हैं । यदि आप बच्चों को जानते हैं, और यह भी जानते हैं कि बच्चों को सीखने में कैसे सहायता दी जाए, तो शिक्षण-अमर को आपने आधा जीत लिया है । बच्चों के साथ-साथ स्वयं भी सीखने में सकांच न करें । अपनी समस्याओं के उत्तर पाने के लिए उन्हें योजनाएं बनाने दें और तब आप उनका पथप्रदर्शक बन कर उनके साथ ही सीखें । अवश्य ही, आपका विषय का थोड़ा-बहुत ज्ञान तो होना ही चाहिए, परन्तु आपके विज्ञान के विशेषज्ञ होने की आवश्यकता नहीं है । आगे जो दो-चार मुझाव दिए गए हैं, उनसे आपको अपने लिए विज्ञान की पृष्ठभूमि तैयार कर लेने में सहायता मिलेगी ।

3 जब विज्ञान का कोई एक विषय या क्षेत्र अध्ययन के लिए चुन लिया जाए तो माघार-भूत विज्ञान की कुछ पुस्तकें पढ़ें, जो आपके छात्रों के स्तर के लिए लिखी गई हों । तब सामान्य विज्ञान या जीव-विज्ञान की कुछ अच्छी पुस्तकें लें, जिनका स्तर माध्यमिक पाठशालाओं की पाठ्य-पुस्तकों के समान हो और उन्हें पढ़ें । यहां आपको विज्ञान मन्वन्धी विषयों की वह पृष्ठ-भूमि मिलेगी जो अल्पवयस्क बच्चों को पढ़ाने के लिए आवश्यक है ।

4. इन पुस्तकों में मुझाए गए कुछ प्रयोग करें, जिसमें आपको सामग्री से सम्बन्धित अनुभव हो जाए । प्रारम्भिक विज्ञान के ये प्रयोग उसके आधे भी जटिल नहीं होते जितना आप समझते हैं ।

5. पुस्तकों में जिन बातों को स्वयं करके देखने का आदेश रहता है उन पर आचरण करें, जैसे बाहर जाना, प्रेक्षण करना, प्रयोग करना और सामग्री एकत्र करना । ऐसा करने से विश्वास और अनुभव दोनों ही प्राप्त होने हैं, और यदि आप पहले जान लेंगे कि नगर के लिए पानी साफ करने वाला संयंत्र किस दर्शनीय ढंग से काम करता है तो आप अपने छात्रों में उनके प्रति अधिक मुगमता से रुचि और उत्साह उत्पन्न कर सकेंगे ।

6. पास की माध्यमिक पाठशाला के किसी विज्ञान-शिक्षक से बात करें और उससे सहायता लें । माध्यमिक पाठशाला के विज्ञान-शिक्षक बहुधा आपको शिक्षण विषयक नए विचार देंगे, प्रयोग सुझाएंगे और सामग्री तथा पुस्तकें प्राप्त करने में सहायता देंगे । विज्ञान उनका विशेष क्षेत्र है और साधारणतः उनका मस्तिष्क लाभप्रद विचारों से भरा रहता है ।

स्मरण रहे कि अपरिचित वस्तुएं ही आपको विचित्र स्थिति में डालती हैं । इसलिए विज्ञान की सामग्री का, जहां तक हो सके, अधिक निजी अनुभव प्राप्त करें । ऊपर बनाए गए सुझावों के अनुसरण से विज्ञान के किमी भी नए ढंग को पढ़ाने के लिए प्रायः अवश्य ही आपको आत्म-निर्भरता मिलेगी ।

7. इस बात में न घबराएं कि आपके पास सामग्री नहीं है । बच्चे अपने घर में प्रायः वह सब ला सकते हैं, जिनकी आपकी वास्तविक आवश्यकता पड़ेगी । जो-कुछ वे नहीं ला सकते, उसे आप बाजार या लॉरेन्स-स्ट्रीट की दुकान में मोल ले सकते हैं, या माध्यमिक पाठशाला के विज्ञान विभाग में मंगनी मांग सकते हैं, पाठशाला में पा सकते हैं, पाठशाला के गोदाम

से ले सकते हैं, या लडकों को स्वयं बनाने को कह सकते हैं। प्रारम्भिक विज्ञान की कक्षाओं के लिए बहुमूल्य तथा जटिल उपकरण बेकार ही नहीं, हानिकारक भी हैं। वे भ्रमोत्पादक हो सकते हैं और बच्चों का ध्यान विवेचनीय विषय से हटा कर अपनी ओर खींच सकते हैं।

8. छात्रों को प्रयोग करने दें। बच्चों के लिए सीखने की यह एक अच्छी रीति है, और वे इसे बहुत पसन्द भी करते हैं। अपनी कक्षा के अधिक चतुर छात्रों को सामग्री एकत्र करने और यन्त्र बनाने का काम दें।

9. अपना विज्ञान-शिक्षण उस विषय से आरम्भ कीजिए जिससे आप सबसे अधिक परिचित हैं। यह कुछ लोगों के इस विश्वास के प्रतिकूल है कि बच्चों को ही अध्ययन की सब समस्याओं का आरम्भ करना चाहिए। चाहे कुछ हो, यह सिद्धान्त सर्वमान्य नहीं है। कालेज में वैज्ञानिक शिक्षण के कारण, अथवा निजी शौक (हॉबी) के कारण, अथवा निजी रुचि का उपयोग करके अपना विषय चुन कर आप अपने विज्ञान-शिक्षण का अच्छा आरम्भ कर सकते हैं। बाद में बच्चे जिस विषय में आगे बढ़ जाएं, उसके अनुसार काम करना आपके लिए अधिक सरल हो जाएगा।

यदि शिक्षक के नाते पहला मुझाव आप ही

बच्चे विज्ञान कैसे सीखते हैं

बच्चे विज्ञान कई रीतियों से सीखते हैं— ठीक वैसे ही जैसे वे अन्य बातों सीखते हैं। वे उसे अधिक शीघ्र तब सीखते हैं जब विषय में उनका मन लगता है और जब वे देखते हैं कि किसी विषय से उनकी जानकारी बढ़ती है, विषय का वर्णन चित्रमय है, उसके लिए उन्हें स्वयं कुछ-न-कुछ काम करना भी कठिन नहीं होता। परन्तु अवश्य होता है कि उन्हें कुछ सीखना पड़े और उन्हें यह सन्तोष होता है कि वे जो जानना चाहते थे, जान रहे हैं। यह विज्ञान की ही विशेषता नहीं है। अंकगणित, भाषाओं, कलाओं, तथा अन्य सभी विषयों के लिए भी यही सत्य है। बच्चों द्वारा चुने गए और बच्चों के लिए चुने गए

दे तो क्या हर्ज है? तब भी तो बच्चे उसके सम्बन्ध में योजना बनाने में प्रवृत्त हो ही सकते हैं।

10. विज्ञान की पाठ्य-पुस्तक के साथ जो 'शिक्षकों के लिए निर्देश ग्रन्थ' मिलता है, उमका खूब उपयोग करिए। उममें शिक्षण के बारे में ऐसे विचार भरे रहते हैं जिनका परीक्षण हो चुका है और जो उपयोगी पाए गए हैं। यदि आप उस पाठ्य-पुस्तक का उपयोग न कर रहे हों जिसको आधार बना कर ये निर्देश ग्रन्थ लिखे गए हैं तो भी ये बहुधा लाभदायक होते हैं।

11. अपनी विज्ञान-सम्बन्धी सामग्री, विज्ञान पढ़ाने की टिप्पणियाँ और अपनी योजनाओं इत्यादि का लेखा रलिए, जिससे भविष्य में आप उनका उपयोग कर सकें और दूसरे शिक्षक आपसे उन्हें भंगनी मांग सकें। दूसरी बात विनोप-कर यदि आप उस सामग्री को देख सकें जिसका आपने पहली बार उपयोग किया था तो वह विषय अधिक सरल हो जाता है।

12. अन्य शिक्षकों से मालूम करिए कि उनको किन वस्तुओं से सफलता मिली है और उनको अपना अनुभव बताने के लिए तैयार रहिए। इस प्रकार का विचार-विनियम बहुधा बहुत उपयोगी होता है।

कामों में इन सब बातों पर ध्यान रखना आवश्यक है। इन बातों को ध्यान में रख कर हम उन रीतियों में से कुछ की जांच करेंगे, जिनसे बच्चे विज्ञान सीखते हैं।

प्रयोग करना

प्रयोग करना विज्ञान के सिद्धान्त और व्यापक नियम सीखने की प्रधान रीतियों में गिना जाता है। प्रयोग सरल होने चाहिए। जो सामग्री साधारण होती है, वह अधिक मात्रा में प्राप्त हो सकती है और अधिकांशतः उम्री का उपयोग करना चाहिए। छात्रों में इतनी योग्यता होती है कि वे अपने लिए नए प्रयोग मोच निकालें,

वे उसके लिए बहुधा आवश्यक सामग्री अपने घर से लाते हैं और उन प्रयोगों को करने के लिए उनमें बहुधा बहुत अधिक उत्साह रहता है।

कुछ बातों को स्मरण रखना चाहिए :

1. प्रयोग इस प्रकार करने चाहिए कि छात्रों को भी सोचना पड़े। स्पष्ट है कि ऐसे प्रयोगों में, जिनमें शिक्षक स्वयं ही सब बातें छात्रों को बताता है, बच्चों के मस्तिष्क की वृद्धि के लिए कुछ भी प्रेरणा नहीं मिलती।

2 बच्चों को प्रयोग का उद्देश्य जानना चाहिए। बहुधा यह वांछनीय होता है कि प्रयोग का उद्देश्य मरल और स्पष्ट रूप में द्यामपट्ट पर लिख दिया जाए। जब छात्रों को ही उठाई गई किसी समस्या के हल के लिए कोई प्रयोग किया जाता है तब तो यह सरल हो जाता है। उदाहरण-तया बच्चे जाड़े में एक ऐसे दिन पाठशाला आते हैं जब बर्फ पड़ने से मार्ग में फिमलन रहती है। चपरासी ने बर्फ हटाने के लिए पाठशाला की सीढ़ियों पर नमक छिड़क दिया है। बच्चे जानना चाहते हैं कि नमक से बर्फ का क्या हो जाता है और ऐसा क्यों होता है। वे तय करते हैं कि कारण का पता लगाने के लिए एक प्रयोग करना चाहिए। वे प्रच्छेदी तरह समझ जाते हैं कि वे प्रयोग क्यों कर रहे हैं और इसलिए सन्तोष-जनक रीति में अन्त तक प्रयोग करने की सम्भावना अधिक हो जाती है। अन्य प्रयोग पाठ्य-पुस्तक में लिए जा सकते हैं, परन्तु काम को योजना यथामन्भव लक्ष्यों को ही बनानी चाहिए।

3 सफल प्रयोग के लिए सावधानी से योजना बनाना आवश्यक है। उपयुक्त सामग्री एकत्र करनी चाहिए—हो सके तो यह काम स्वयं बच्चे ही करें। कार्य-विधि की योजना बना लेनी चाहिए। तब उन योजना का पालन मचाई में करना चाहिए ताकि परिणाम पूरा विश्वासप्रद निकल सके।

4 जहाँ तक हो सके, स्वयं बच्चों को ही प्रयोग करना चाहिए। वे अलग-अलग या समूहों में भी प्रयोग कर सकते हैं। यह इस पर निर्भर है कि

प्रयोग क्या है और कितनी सामग्री उपलब्ध है। ऐसे प्रयोगों को, जिनमें भाग लगने का डर हो या जो बहुत जटिल हों, या तो किया न जाए या उन्हें शिक्षक स्वयं करें।

5. बहुधा बच्चे अपने प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए स्वयं उचित प्रयोग सोच सकते हैं। वे प्रत्येक दृष्टिकोण में सबसे अधिक सन्तोषप्रद होते हैं। प्रयोगों का सदा जटिल होना आवश्यक नहीं है—हालांकि कुछ शिक्षक यही मानते हैं। यह भी आवश्यक नहीं है कि उनका वर्णन किसी पुस्तक में मिले—कभी मिलता है, कभी नहीं मिलता।

6 प्रयोगों को सावधानी से और ठीक निर्देशों के अनुसार ही करना चाहिए—चाहे वे पुस्तकों में मिलें, चाहे कक्षा में विवेचन करने में।

7. छात्रों को बड़ी सावधानी से देखना चाहिए, कि जब वे प्रयोग करते हैं तो क्या होता है, ताकि उनके परिणाम अधिक विश्वनीय हों। उदाहरणतः मान लीजिए, वे यह जानने की चेष्टा कर रहे हैं कि पौधों को पत्तियों में पानी निकलना है अथवा नहीं। वे पौधे को कांच के बरतन से ढकने का और बरतन के भीतर की हवा से भूमि का सम्पर्क काटने का साधारण प्रयोग करने के लिए उपकरण संधतित करते हैं। दूसरे दिन बरतन में पानी फो बूँदें कांच के भीतर दिखाई पड़ती हैं। बच्चे तुरन्त निर्णय करते हैं कि उनको अपनी समस्या का उत्तर मिल गया। परन्तु इन बात का निश्चय कैसे किया जाए कि यह पानी बरतन के भीतर की हवा में नहीं निकला है? इसका निश्चय वे नहीं कर सकते। परन्तु मान लीजिए, वे ठीक ऐसा ही एक दूसरा उपकरण भी संधतित करते हैं जिसमें पौधे का गमना, कांच का बरतन, मिट्टी इत्यादि होते हैं, परन्तु उनमें पौधा नहीं रहता। दोनों उपकरणों को अलग-अलग रख लिया जाता है और परिणाम देखा जाता है। इस बार यदि पौधे वाले बरतन की भीतरी सतह पर पानी इकट्ठा होता है और बिना पौधे वाले बरतन में पानी इकट्ठा नहीं होता तो पानी पौधे की पत्तियों से आता होगा। इस प्रकार के सुन्वयित प्रयोगों

रा ही बच्चों को प्रयोगों का पूर्ण अर्थ ज्ञात होगा। इस सम्बन्ध में यह आवश्यक है कि परिणाम निकालने के पहले प्रयोग को एक से अधिक बार किया जाए। (संस्था 9 भी देखिए)।

8. प्रारम्भिक पाठशालाओं के प्रयोगों के लिए जटिल उपकरणों की अपेक्षा सरल उपकरण अधिक उपयुक्त होते हैं। जैसा पहले बताया गया है, हाई स्कूल की प्रयोगशालाओं से मंगनी मांग कर लाए गए जटिल उपकरण बहुधा प्रयोग वास्तविक उद्देश्य की ओर में ध्यान हटा देते हैं।

9 प्रयोग से परिणाम निकालते समय छात्रों को सतर्क रहना चाहिए। केवल एक बार प्रयोग करने से वे कुछ भी सिद्ध नहीं कर सकते। अपने परिणाम को उन्हें तब तक केवल परीक्षणार्थ समझना चाहिए जब तक वे अधिक साक्ष्य से—या तो प्रतिरिक्त प्रयोगों से या प्रामाणिक पुस्तकों से—अपने परिणाम का समर्थन नहीं पा जाते। परिणामों को, तथ्य के अनुसार, सही-सही और पूरे रूप में लिखना चाहिए।

10. प्रत्येक प्रयोग के बारे में यह यथासम्भव पूरा-पूरा जान लेना चाहिए कि वह दैनिक जीवन की परिस्थितियों पर किस हद तक और कहां-कहां लागू होता है। यह काम कठिन है, परन्तु विज्ञान के अध्ययन का यह भी एक महत्वपूर्ण अंग है। जब कोई प्रयोग पूरा हो जाता है तो उसका उपयोग करने के लिए वह पहना ही कदम होता है। उदाहरणार्थ, जब छात्र खोहे के मुरचा खाने के बारे में प्रयोग कर चुकेंगे तो वे सम्भवतः यह देखना चाहेंगे कि चीजों को मुरचा खाने से कैसे बचाया जाए। तब एक गीली, बिना रंगी कोल और एक उसी तरह की, परन्तु तेल-रंग से अच्छी तरह रंगी कोल से प्रयोग किया जाता है। प्रयोग करने वाले देखते हैं कि बिना रंगी कोल में मुरचा लग जाता है, परन्तु दूसरे में नहीं लगता। अब वास्तविक जीवन में यह सिद्धान्त कैसे प्रयुक्त होता है? पाठशाला में? घर पर? पाठशाला अपने के मार्ग में और अन्यत्र? प्रयोग इसलिए

किया गया था कि मुरचा सम्बन्धी जानकारी प्रत्यक्ष देखी जाए। उसके उपयोगों से देखा जा सकता है कि यह जानकारी कितनी महत्वपूर्ण है।

बच्चों को स्वयं अपने किए हुए प्रयोगों द्वारा तथ्य सीखने के लिए प्रेरित करना कठिन काम नहीं है। छात्रों को अनुभव करना चाहिए कि वे प्रयोग इसलिए नहीं कर रहे कि वे वैज्ञानिकों के समान किसी ज्ञान का पहली बार आविष्कार करें बल्कि केवल इसलिए कर रहे हैं कि वे वैज्ञानिक बातों को अच्छी तरह समझ लें।

पढ़ना

उन रीतियों की सूची में, जिनसे बच्चे विज्ञान सीखते हैं, पढ़ने का स्थान बहुत ऊपर है। दुर्भाग्यवश, विज्ञान के कुछ पाठ्यक्रम तो घट-घटा कर केवल पढ़ने तक ही सीमित रह जाते हैं, और उनके साथ अन्य कोई कार्य नहीं किया जाता। तो भी, विज्ञान सीखने की एक रीति यह अवश्य है कि पढ़ा जाए, और इसे फलप्रद साधन बनाने के लिए यह आवश्यक है कि पढ़ने को योजना सावधानी से बनाई जाए। विविध कक्षाओं के छात्रों के स्तर के अनुसार उपयुक्त पाठ्य सामग्री उपलब्ध होनी चाहिए और छात्रों को उनके पढ़ने में सहायता मिलनी चाहिए। इस सम्बन्ध में निम्नलिखित बातें महत्वपूर्ण हैं।

1. पढ़ाई में तथ्य और कल्पना में भेद करना सीखने के लिए विज्ञान को कक्षा बच्चों के लिए सबसे अच्छी वस्तु है, अर्थात् उन्हें यह जान लेना चाहिए कि कुछ पुस्तकें विद्वद् मनोरंजन के लिए लिखी जाती हैं और अन्य पुस्तकें ज्ञान के प्रसार के लिए। जो कुछ वे पढ़ते हैं, उसे मत्स्यता को कर्मोटी पर कमना उन्हें सीखना चाहिए। पुस्तकों की सामग्री में परिणाम निकालने में उन्हें सावधानी में काम लेना सीखना चाहिए, उदाहरणार्थ प्रामाणिक उद्गम में तुलना। जिनों प्रयोग में अगर किसी तथ्य की जांच किसी प्रामाणिक आकर ग्रन्थ में करें और उसे सही पाए तो इसका अर्थ यह नहीं है कि यह मान लिया जाए कि पुस्तक

मर्वत्र अवश्य ही शूद्ध है। छपे पृष्ठों पर अशुद्धि पा जाना ज्ञानवर्धक अनुभव हो सकता है। उससे छात्र यह बहुमूल्य पाठ सीख सकता है कि केवल छप जाने में ही कोई बात मत्य नहीं हो जाती।

2. मन में एक निश्चित उद्देश्य रख कर पढ़ना चाहिए। उदाहरणार्थ छात्र के निजी अनुमान की सत्यता की जांच करना, सूचना अथवा ज्ञान की प्राप्ति करना, यह पता लगाना कि कोई प्रयोग कैसे किया जाए, किसी प्रश्न का उत्तर ढूढ़ना या किसी समस्या का हल ढूढ़ना।

3. किसी विशेष विषय पर अध्ययन सामग्री प्राप्त करने के लिए विविध पुस्तकों का देखना वांछनीय होता है। इस प्रकार अधिक जानकारी मिलती है। और इसमें विविध दृष्टिकोणों का पता चलता है।

4. छात्रों के लिए बहुधा यह आवश्यक होता है कि सरल 'अनुसन्धान' के रूप में वे अपनी निजी पढाई करें। ऐसा होने पर सावधानी से टिप्पणियाँ लिख लेना आवश्यक है ताकि कक्षा को यथार्थ विवरण दिया जा सके।

5. पढ़ने की सामग्री उपयुक्त होनी चाहिए। यह अधिकतर शिक्षक का उत्तरदायित्व है, परन्तु बच्चों की सहायता भी वांछनीय है। बहुत कठिन अथवा बहुत सरल, अथवा अनुपयुक्त सामग्री से, जो बच्चे के प्रश्न का उत्तर दे पाने में अममर्थ हो, बच्चे हतोत्साहित हो जाते हैं। मन्द-बुद्धि छात्रों या उन छात्रों के लिए, जिन्हें पढ़ने में कठिनाई होती है, पठन सामग्री चुनने में विशेष ध्यान देने की आवश्यकता रहती है।

पढ़ने की योग्यता प्राप्त करने और विषय सीखने के काम विज्ञान में माथ-माथ चल सकते हैं। परन्तु पढ़ना विज्ञान सीखने की केवल एक रीति है। उम्र पर बहुत बल देना विज्ञान सिखाने के कुछ आधारभूत सिद्धान्तों की अवहेलना है।

इसके पहले कि विज्ञान सीखा जाए, उसमें ध्यान मिले और वह बालकों और बालिकाओं के जीवन में काम धा सके, उसे पुस्तक के पृष्ठों को

छोड़ कर उनके दैनिक अनुभव में स्पष्ट रीति से प्रवेश चाहिए। पाठ्य-पुस्तकें केवल अच्छे पत्र-प्रदर्शक का काम दे सकती हैं। पहले, छात्र और शिक्षक मिल कर समस्याएं एकत्रित करें। समस्या को हल करने की रीतियां पूरे समूह द्वारा निश्चित की जाए। तभी पढ़ना एक अत्यन्त उपयोगी विधि के रूप में माना जा सकता है और प्रायः सदा होता भी है। पाठ्य-पुस्तक में अधिकतर आवश्यक जानकारी या ज्ञान प्राप्त होगा, परन्तु इसका अर्थ यह नहीं है : 'अपनी पुस्तक को पृष्ठ 18 पर खोलें और 24 तक पढ़ें, और तब जो कुछ पढ़ें उसी पर बात करें।'।

प्रेक्षण

हारे विज्ञान-शिक्षण में प्रेक्षण (अर्थात् ध्यान से देखना) एक अन्य अत्यावश्यक क्रिया है। हम अपनी इन्द्रियों के उपयोग से कई बातों का अनुभव करते हैं। सामग्री की वाह्य रचना को अगुलियों से टटोलना अथवा शुष्क रील में गम्बद्ध तार को छूकर उसकी उष्मा का अनुभव करना, वादलों के विभिन्न रूप देखना, परछाइयों की लम्बाई के परिवर्तनों को देखना, चिड़ियों की बोनी सुनना तथा इसी प्रकार की अन्य अनेक क्रियाएं विज्ञान का एक महत्वपूर्ण भंग हैं। ये सीखने की क्रिया को अधिक प्रभावपूर्ण कर देती हैं।

बस्तुओं के लक्षणों का पता लगाने के लिए, बढती हुई बस्तुओं में परिवर्तन देखने के लिए, जानवरों का रहन-सहन तथा आदतें जानने के लिए और प्रयोगों का परिणाम देखने के लिए बच्चे प्रेक्षण करते हैं। परन्तु बच्चों को उत्तरोत्तर अधिक यथार्थता में प्रेक्षण करना सीखना चाहिए और अपने प्रेक्षणों का विवरण सावधानी से लिखना चाहिए।

यथार्थता में प्रेक्षण करने और प्रेक्षणों का यथार्थ विवरण देने की योग्यता होना परमावश्यक है। हमके बिना सब प्रयोग विलुप्त व्यर्थ होते हैं, हमके बिना क्षेत्र-भ्रमण (फील्ड ट्रिप) और दृश्य साधन भी फलप्रद नहीं हो सकते। यदि हम अधिक मात्रा में प्रेक्षण करने को आदत

डाल ल तो हम दैनिक पर्यावरण से बहुत कुछ सीख सकते हैं। वे छात्र, जो अपने स्कूल के अनुभव में इस रीति से सीखने की आदत बहुत पहले डाल लेते हैं, अपने उन महपाठियों से, जो इस रीति को नहीं जानते, बहुत आगे बढ़ सकते हैं।

क्षेत्र-भ्रमण

अपनी समस्याओं को हल करने, जानकारी प्राप्त करने और तथ्यों का पता लगाने की दृष्टि से प्रारम्भिक विज्ञान में क्षेत्र-भ्रमण का बड़ा महत्व है। बड़े उद्यान, चिड़ियाघर, टेलीफोन एक्सचेंज, लकड़ी चीरने का कारखाना, हवाई अड्डा, जल साफ करने का सयन्त्र, चावल का खेत और पाठशाला के पास के अन्य इसी प्रकार के स्थानों पर शिक्षक और छात्र बहुधा जाते हैं। यदि भ्रमण की योजना अच्छी तरह और सही उद्देश्य से न बनाई जाए तो वह शिक्षक के लिए सरदर्द, बच्चों के लिए छुट्टी-मात्र और पाठशाला के लिए जनता में बदनामी उत्पन्न कर सकती है।

बच्चों को चाहिए कि किसी निश्चित उद्देश्य को मन में रख कर ही भ्रमण करे—उन प्रश्नों का उत्तर पाने के लिए जिनके उत्तर साधारणतः क्षेत्र-भ्रमण में ही निजी प्रेक्षण द्वारा सही-सही पाए जा सकते हैं। बालकों को भ्रमण का उद्देश्य जानना चाहिए और उस व्यक्ति को, जो क्षेत्र में पथप्रदर्शक का काम करे, यह जानना चाहिए कि बच्चे क्या देखना और क्या सीखना चाहते हैं। शिक्षक को चाहिए कि वह पहले उस स्थान को स्वयं देख आए और पथप्रदर्शक से बात कर ले। बच्चों को एक साथ रखने में उसे पथ-प्रदर्शक की सहायता करनी चाहिए और इसका भी ध्यान रखना चाहिए कि बच्चों को देखने और प्रश्न पूछने का पूरा-पूरा अवसर मिले।

भ्रमणों को पाठ्य विषय का आवश्यक अंग मानना चाहिए, न कि एक साधारण क्रिया-मात्र। विज्ञान की पाठ-योजना में क्षेत्र-भ्रमण अत्यन्त महत्वपूर्ण भी सिद्ध हो सकते हैं और केवल समय बरबाद करन वाले भी। सम्भवतः यह कहना

निरापद होगा कि क्षेत्र-भ्रमण की तैयारी में और उससे परिणाम निकालने में केवल भ्रमण में लगाए गए समय से अधिक समय लगना चाहिए।

दृश्य साधन

एक अन्य रीति, जिससे छात्र विज्ञान सीखते हैं, यह है कि वे उसे चित्रों में देखें, चाहे चलचित्रों में या फिर स्थिर चित्रों में। प्रारम्भिक पाठशालाओं की शिक्षा के सम्बन्ध में दृश्य साधनों का गुणगान अनेक लोगों ने किया है। आजकल जो साधन उपलब्ध हैं, उनमें कुछ का उपयोग किए बिना विज्ञान का पाठ्यक्रम अधूरा ही रह जाता है, परन्तु यह बहुत कुछ इस पर निर्भर है कि इस साधन का उपयोग कैसे किया जाता है। चलचित्र और प्रक्षेपी (प्रोजेक्शन लैण्टर्न) द्वारा दिखाए गए स्थिर चित्र अनेक उपयोगी साधनों में से हैं। अन्य साधन भी इतने ही महत्वपूर्ण हैं।

यदि चलचित्रों या प्रक्षेपी का उपयोग करना हो तो नीचे दी गई कुछ आवश्यक बातों का ध्यान रखना चाहिए

1. फिल्म का चुनना, चाहे वह चल हो अथवा स्थिर, उतना ही महत्वपूर्ण है जितना पुस्तक का चुनना। वे फिल्में, जो उच्च स्तर के लिए बनाई जाती हैं, प्रारम्भिक कक्षाओं के छात्रों के लिए बेकार रहती हैं। फिल्में ऐसी चुननी चाहिए जिनका प्रस्तुत समस्या से सीधा सम्बन्ध हो और जो विगेय रूप में उसी स्तर के लिए बनाई गई हों, जिनके लिए उनका उपयोग किया जाएगा।

2. फिल्मों को शिक्षक और छात्रों की एक समिति, पहले से देख ले, जिससे पता चल जाए कि वे दिखाने योग्य हैं या नहीं, और तब उन्हें देखने के लिए छात्रों को आवश्यक जानकारी आदि देकर तैयार किया जा सके। फिल्म को पहले से देख लेने में इस बात का निश्चित करने में सहायता मिलती है कि फिल्म का उद्देश्य क्या है और क्या वह उसे युक्तियुक्त ढंग से स्पष्ट कर सकती है; और उसे कब दिखाना

चाहिए—विषय के अध्ययन-क्रम के आरम्भ में, बीच में अथवा अन्त में, अथवा एक से अधिक बार अथवा किसी भी समय ?

3 फिल्म दिखाने के पहले कक्षा को तैयार कर लेना चाहिए। छात्रों को जानना चाहिए कि फिल्म में क्या विशेष ध्यान देवनी चाहिए और वे फिल्म को क्यों देख रहे हैं ?

4. फिल्म के बाद विचार-विमर्श परमावश्यक है। इस विचार-विनिमय में प्रश्न पूछे जाते हैं, विचार स्पष्ट किए जाते हैं और बातें समझाई जाती हैं।

5. यह चेष्टा करनी चाहिए कि छात्र यह अनुभव करें कि फिल्म मनोरंजन के लिए नहीं, बल्कि शिक्षा के लिए दिखाई जा रही है।

चलचित्र और स्लाइड फिल्मों द्वारा दिखाई जाने वाली फिल्में उन दृश्य साधनों में से केवल एक हैं जो प्रारम्भिक पाठगालना के विज्ञान में उपयोगी होती हैं। बहुधा लोग भूल जाते हैं कि पत्रिकाओं और उसी प्रकार की पुस्तक-पुस्तिकाओं में लिए गए चित्रों का भी उपयोग किया जा सकता है। कई पाठगालनाओं में शिक्षक, छात्र और उनके माता-पिता ने मिल कर शिक्षण सम्बन्धी चित्रों का बहुत अच्छा संग्रह एकत्र किया है। ऐसे चित्रों के उदाहरण ये हैं— वे चित्र जो यह दिखाते हैं कि अन्तु की आँखें कैसे हैं, वे स्वयं को अपने वातावरण के अनुकूल कैसे बना लेते हैं, वे कहाँ रहते हैं, और क्या खाते हैं; वे चित्र जो यह दिखाते हैं कि हम बिजली, मशीनों, लैम्बों तथा विविध प्रकार की ऊर्जा का उपयोग कैसे करते हैं। इनके अन्य उदाहरण भी हैं। यह स्मरण रखना महत्वपूर्ण है कि इन सभ्रहों को कुछ महत्वपूर्ण धारणाओं को स्पष्ट करने के लिए एकत्र करना चाहिए, न कि केवल चित्र इकट्ठे करने की धुन के लिए।

प्रतिकृतियाँ (भाहल) कल्पनाओं को स्पष्ट

करने में बहुधा उपयोगी होती हैं और उन्हें प्रमुख इसी काम के लिए प्रयुक्त करना चाहिए। प्रारम्भिक विज्ञान की कक्षाओं में प्रतिकृतियाँ बनाने के उदाहरण हैं, जिनमें लया समय लगभग पूर्णतः नष्ट ही जाता है। उदाहरणार्थ प्रारम्भिक पाठगालना के स्तर पर मीम से फूल के अणुओं की प्रतिकृति बनाना बहुत उपयोगी नहीं होना क्योंकि इस स्तर पर फूल की ब्योरेवार संरचना का ज्ञान आवश्यक नहीं है। दूसरी ओर, सौ परिवार के बारे में पर्याप्त कठिन कल्पनाएं कि प्रतिकृति की सहायता से अधिक सुगमता से समझ में आ जाती हैं। ऐसी प्रतिकृति से छात्रों को प्रापेक्षिक नापों और सौर-परिवार के विविध सदस्यों के बीच की दूरियों का अनुमान मिलता है और उनके आकारों और उनके बीच की दूरी का धारणाओं का, जिन्हें समझना वे अब आरम्भ कर सकते हैं, अधिक अच्छा बोध प्राप्त करने में सहायता मिलती है। जिस प्रकार अन्य शिक्षण-साधनों के उद्देश्यों को हमेशा ध्यान में रखा जाता है, उसी तरह प्रतिकृति बनाने के उद्देश्य पर भी भली-भाँति विचार कर लेना चाहिए। अनुसन्धान उपकरणों की प्रतिकृतियों और गन्तुलन-खिलीनों का बनाना निर्माण में सम्बन्धित काम है, जिनसे बच्चों को जानकारी बढ़ती है।

इस तरह कई प्रकार के कार्यक्रम हैं, जिनमें छात्र विज्ञान सीखते हैं। किसी कार्य का चुनाव इस पर निर्भर है कि उससे क्या प्राप्त करना है। उद्देश्य यह होना चाहिए कि गमल, रुचि, वस्तु-तथ्यों की जानकारी बढ़े, न कि केवल दिखाने के लिए ही काम किया जाए। कार्यक्रमों में ऐसे होने चाहिए कि उनसे वैज्ञानिक सिद्धान्त अथवा कल्पना अधिक मजबूत, अधिक रोचक हो जाए और छात्रों को अपने मन्त्रिक और हाथों में भी उनमें भाग लेने का अवसर मिले।

विज्ञान सिखाने के साधन

लोग बराबर कहा करते हैं कि बालकों और बालिकाओं को पाठ्यचर्या को अधिक मजबूत और गाम्भीर्य बनाने के लिए हमें पाम के साधनों

का उपयोग करना चाहिए। बहुधा विनय-वस्तु तथा शिक्षा की विधियाँ ऐसी होती हैं कि पाम की वस्तुएं बेकार और विषय से दूर जान पड़ती हैं,

क्योंकि पढ़ाई को बच्चों के अनुभव से सम्बद्ध किए बिना ही हम पढ़ाने की चेष्टा करने लगते हैं। देहाती क्षेत्रों में अगणित साधन प्राप्त हो सकते हैं और किन्हीं भी दो क्षेत्रों की साधन-सम्पदा समान नहीं होगी।

यहां जिस प्रकार के साधन बताए गए हैं, वे कम-से-कम तीन रीतियों से उपयोगी हैं : प्रेक्षण करने वाले छात्रों को अधिक प्रश्न पूछने की प्रेरणा मिलती है, प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए वे उत्तर-पुस्तिकों का काम देते हैं और वे विज्ञान की धाराओं को अधिक मूत बनाते हैं।

साधन

आगामी पृष्ठों में स्थानीय साधनों के कुछ उदाहरण नमूने के रूप में दिए गए हैं। उनके उपयोग के बारे में सुझाव भी दिए गए हैं।

1. कंकड़ अथवा पत्थर की खान निम्न-लिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकती है :

यह सीखना कि पृथ्वी का तल अनेक बर्षों में किस प्रकार बदल गया है; इस बात का उदाहरण देखना कि पृथ्वी से निकले पदार्थ का उपयोग मनुष्य कैसे करता है; यह सीखना कि भू-वैज्ञानिक सामग्री के प्रेक्षण से पृथ्वी की आयु और ऋतु-परिवर्तन सम्बन्धी अनेक बातें जानने में वैज्ञानिकों को कैसे सहायता मिलती है; यह देखना कि मशीनों को किस प्रकार उपयुक्त ढंग का बनाया जा सकता है, और उन्हें किस प्रकार मनुष्य की सेवा में प्रयुक्त किया जा सकता है; भूतकाल के जन्तुओं के अध्ययन के लिए जीवाश्म (फॉसिल) प्राप्त करना।

सम्भव उपयोग : प्रेक्षण तथा सामग्री एकत्र करने के लिए क्षेत्र-भ्रमण करिए, उस स्थान के बारे में मालिक की वार्ता सुनिए, यह भी सुनिए कि बाजार में माल किस तरह भेजा जाता है, सुरक्षा के लिए क्या सावधानियां बरती जाती हैं, इत्यादि।

2. पाठशाला के पास का वन निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

उन परिवर्तनों का पता लगाना जो जन्तुओं और पौधों में ऋतु के अनुसार होते हैं; पौधों और

जन्तुओं के रहन-सहन का अध्ययन; पता लगाना कि जन्तु कहा रहते हैं; देखना कि जन्तुओं की दुनिया और पेड़-पौधों की दुनिया किस प्रकार एक-दूसरे पर आश्रित हैं; यह देखना कि भौतिक परिस्थितियां, उदाहरणतः नमी, ताप और धूप की मात्रा किस प्रकार जीवित प्राणियों पर प्रभाव डालती हैं; उपयोगी और हानिकारक प्राणियों और पौधों के उदाहरण प्राप्त करना; प्रकृति के आरक्षकों के बारे में जानना; वन-परिरक्षण सम्बन्धी विविध अवस्था-क्रमों का अध्ययन।

सम्भव उपयोग : प्रेक्षण सामग्री एकत्र करने के लिए क्षेत्र-भ्रमण करें, चुनी सामग्री को कक्षा में लाइए।

3. जला द्वीप क्षेत्र (सड़क का किनारा, खेत या वन) निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

पता लगाना कि पौधों और प्राणियों पर जलने का क्या प्रभाव पड़ता है; आग लगने के कारण का अध्ययन; यदि आग का लगना हानिकारक है तो ऐसी आग न लगने देने की रीतियों की ओर ध्यान आकृष्ट करना; ऐसी आग को रोकने की रीतियां सीखना; यह देखना कि जले क्षेत्रों में जीवन फिर कैसे आरम्भ होता है; पर्याप्त समय तक निरीक्षण करके यह देखना कि स्थान के फिर बसने में कितना समय लगता है; देखना कि उस क्षेत्र के अपक्षरण (अर्थात् मिट्टी के कट कर बह जाने) पर क्या प्रभाव पड़ता है।

सम्भव उपयोग : आग के परिणाम की परीक्षा करने के लिए उस स्थान पर जाइए, अग्नि से क्षतिग्रस्त हुई सामग्री एकत्र करिए और उसकी जांच करिए।

4. पास का कोई खेत निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

अपक्षरण के चिह्न देखना, जिसमें पता चले कि इसका प्रारम्भ कैसे होता है और इसकी रोक-थाम कैसे हो सकती है; यह देखना कि पौधे स्वयं को पर्यावरण के अनुकूल किस प्रकार

बनाते हैं, उदाहरणार्थ पत्तियों की स्थिति, जड़ों की लम्बाई तथा स्थिति और पत्तियों की संरचना; विविध प्रकार के कीड़ों का प्रेक्षण, यह देखने के लिए कि वे कहां तक पर्यावरण के अनुकूल हैं; लाभदायक या हानिकारक कीड़ों को कैसे मारा जाना है; यह देखना (यदि खेतों में फसल उगाई जा रही हो) कि आद्रता देने के लिए पौधों की देखभाल कैसे की जाती है; खेत के ऊंचे और नीचे भागों में नमी की विविध मात्राएं देखना; यह देखना कि जहां अधिक आद्रता रहती है वहां के पौधे आदि किस प्रकार भिन्न होते हैं।

सम्भव उपयोग : पौधों का प्रेक्षण करने के लिए खेतों में जाइए, विशेष अध्ययन के लिए कुछ पौधों को खोद कर साथ लाइए, अधिक अध्ययन के लिए कीड़े एकत्र करिए, विषय को जानने वाले किसी व्यक्ति से कहिए कि वह खर-पात (बीड) और कीड़ों के नियन्त्रण की समस्याओं पर कक्षा में अपने विचार बतलाए।

5. निर्माण-अधोन भवन निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

यह देखना कि बिजली का तार कैसे लगाया जाता है; यह देखना कि मकान को कैसे इंसुलेट किया जाता है, जिसमें बाहर की ठण्डक या गरमी भीतर न घुमे*; यह देखना कि कौन-कौन से विभिन्न पदार्थों का उपयोग हो रहा है; नीचे खोद कर निकाली गई मिट्टी के नमनों की परीक्षा और उद्यान की मिट्टी में उसकी तुलना; यह सीखना कि मूल और गन्दे पानी की निकामी कैसे की जाएगी।

सम्भव उपयोग : अध्ययन के लिए भवन-निर्माण सामग्री के नमूने एकत्र करिए, जैसे बिजली के तार, जिन पर भिन्न-भिन्न प्रकार के विमवाही (इंसुलेशन) पदार्थ हों; राकबूल (ऐम्बेगटन) तथा उष्मा में इंसुलेट करने वाले अन्य पदार्थ, मिट्टियों के नमूने, इत्यादि। उन कारीगरों में बात कीजिए, जो घर में तार रखवा पाइए

लगा रहे हैं या इसी प्रकार के अन्य काम कर रहे हैं। यदि कोई कुआं हो तो देखिए कि उसके लिए स्थान कैसे चुना गया और उसकी खोदाई कैसे की जाती है। यदि घर के भीतर ही मूल-स्थान का प्रबन्ध है तो देखिए पाइप, मलकूप आदि कहां और कैसे लगे हैं, यदि बाहर है तो देखिए जिम स्थान पर कूप बनाया गया है वहां उसकी और पानी के आने-जाने के मार्ग की दूरी या निकटता क्या है और वही स्थान क्यों चुना गया है ?

6 लकड़ी चोरने का कारखाना निम्न-लिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

यह सीखना कि काटने के लिए पेड़ कैसे चुने जाते हैं; पता लगाना कि कम घायु वाले वृक्षों की रक्षा कैसे की जाती है; यह सीखना कि किस प्रकार की लकड़ियां बहुमूल्य समझी जाती हैं और क्यों, मशीनों का उपयोग देखना; देखना कि अनगढ़ इमारती लकड़ी कैसे तैयार की जाती है और कैसे गुनाई जाती है, प्राणियों और पौधों के जीवन में जंगल कट जाने पर होने वाले परिवर्तनों का प्रेक्षण।

सम्भव उपयोग : लकड़ी चोरने के कारखाने में जाइए और वहां के कार्यक्रम को ध्यान से देखिए। लकड़ी के नमूने लाइए, जिनमें वायिक बलप देने जा सकें, जंगल में जाकर देखिए कि पेड़ कैसे काटे जा रहे हैं, इस बात को देखिए कि विविध मशीनों का मिश्रण की महत्त्वता किस प्रकार कर रही है।

7. फार्म निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

प्राधातम का परिरक्षण तथा उनका सफ़ा करने की विविध रीतियों का, पशुओं की देखभाल का और तरकारियों तथा फलों की खेतों का प्रेक्षण करना; घर, भेत, गन्निहान, उद्यान तथा फल-उद्यान में मशीनों का उपयोग देखना; यह देखना कि मकान तथा खेत में घाग लगने में बचने के लिए क्या प्रबन्ध हैं और दुग्धनामों में बचने के लिए क्या उपाय किए जाते हैं ?

सम्भव उपयोग : फार्म पर विज्ञान का त्रियात्मक उपयोग देखने जाइए; विद्यार्थी अपने घट्ट में देखे हुए वैज्ञानिक तथ्यों और उपयोगों का विवरण दे।

8. तरकारियों और फलों का खेत निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

यह देखना कि पौधे पर्याप्त प्रकाश, नमी और बढ़ने के लिए अन्य आवश्यकताएँ कैसे पूरी करते हैं; यह सीखना कि बोनो के लिए भूमि कैसे तैयार की जाती है, पौधे कैसे बोए और रोपे जाते हैं और बीज कैसे बिखरते हैं; यह अध्ययन करना कि पौधे कैसे स्वयं परागित (सेल्फ पालिनेटेड) अथवा पर-परागित (क्रॉस पालिनेटेड) होते हैं और बीज कैसे अंकुरित होते हैं तथा पौधे कैसे बढ़ते हैं; यह सीखना कि विविध प्रकार के पौधों के लिए किस प्रकार की मिट्टियाँ उपयुक्त होती हैं और मिट्टी को जांच कैसे की जाती है; यह प्रेक्षण करना कि पौधे आहार कैसे संचित करते हैं, और ऋतु के अनुसार पौधों में क्या परिवर्तन होते हैं।

सम्भव उपयोग : पौधों और उनके बढ़ने की रीतियों का प्रेक्षण करने के लिए उद्यानों को देखिए; उन बीजों और फलों का संचय करिए जिससे विकीर्ण (बिखरने) की रीतियाँ दिखाई दे सकती हैं; कक्षा में बीज अंकुरित करिए, जिससे पौधों के उगने और बढ़ने पर अधिक बातें सीखी जा सकें; पौधों के बढ़ने पर, प्रकाश, ताप, और नमी का प्रभाव देखने के लिए प्रयोग कीजिए; यदि हो सके तो पाठशाला में एक उद्यान लगाइए जिससे पौधों के उगने और बढ़ने के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त की जा सके।

9. मधुमक्खी-पालन उद्यान निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :-

यह देखना कि मधुमक्खियों की देखभाल कैसे होती है; यह देखना कि छत्ते (हाइव) किस प्रकार बनाए जाते हैं और जाड़े के लिए उनमें क्या व्यवस्था की जाती है; यह देखना कि जब मधुमक्खियाँ झुण्ड बनाती हैं (या एक झुण्ड में

उड़ती हैं) तो क्या होता है तथा उनकी देखभाल किस प्रकार की जाए कि वे किसी को काटे नहीं और मधुमक्खियाँ मनुष्य के लिए किस प्रकार उपयोगी होती हैं; मधुमक्खियों को काम करते हुए देखना, और यह देखना कि छत्ते के भीतर उनका जीवन कैसे चलता रहता है; एक ऐसे कीट-बर्ग का अध्ययन करना, जो समाज-प्रिय हो और जो मनुष्य के लिए उपयोगी हो।

सम्भव उपयोग : मधुमक्खी-पालन उद्यान में जो विविध काम किए जाते हैं उन्हें वहाँ जाकर ध्यान से देखिए। मधुमक्खियों के बारे में जानकारी प्राप्त करने और यह सीखने के लिए कि वे किम प्रकार रहती हैं मधुमक्खी-पालक से बात कीजिए; मरी मधुमक्खियों को प्रवर्धक लैन्स अथवा सूक्ष्मदर्शी के नीचे रख कर ध्यान से देखिए।

10. पाठशाला की भूमि पर लगा हुआ कोई वृक्ष निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

ऋतु के अनुसार होने वाले परिवर्तनों, पत्तियों के विन्यास, कलिकाओं के बनने और बढ़ने का प्रेक्षण करना; पक्षियों का रहन-सहन और उनके घोंसले देखना और उनकी उपयोगिता जानना।

सम्भव उपयोग : वृक्ष को समय-समय पर देखिए और प्राप्त तथ्यों पर विचार-विनिमय कीजिए; छोटी शाखाएँ काटिए और उनका अधिक ब्यौरेवार अध्ययन करिए।

11. फलों का उद्यान निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

यह सीखना कि पौधे दूमरी जगह कैसे रोपे जाते हैं; उन पर छिड़काव कैसे किया जाता है और वे किस प्रकार छाँटे जाते हैं; पौधों और उपयोगी कीटों (मधुमक्खियाँ), हानिकारक कीटों (स्केल अर्थात् शल्क, ऐफिड अर्थात् रम चूमने वाले कीड़े) तथा अन्य कीटों का सम्यक् देखना; एक उदाहरण देखना कि मनुष्य पौधों में अपना आहार पाने के क्या उपाय करता है; नाप में होने वाले अचानक परिवर्तनों अथवा अन्य ऋतु

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

सम्बन्धी घटनाओं का पीछे की वृद्धि पर प्रभाव देखना ।

सम्भव उपयोग : बर्ष के विविध समयों पर फल-उद्यान में जाइए और वृक्षों को देखिए; विशेष फलों को ध्यान में रखिए और देखिए कि जैसे-जैसे ऋतु बदलती है उन पर क्या प्रभाव पड़ता है; कीटों और कीटों द्वारा क्षतिग्रस्त फलों को एकत्र कीजिए और उनका अध्ययन कीजिए ।

12. नाता या पोखर निम्नलिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकता है :

विविध प्रकार के पौधों का जीवन देखना और यह देखना कि तने, जड़ें, पत्तियाँ, फूल और फल स्वयं को नमी वाले पर्यावरण के अनुकूल कैसे बना लेते हैं । यह देखना कि जल में या जल के निकट रहने के लिए जन्तु किस प्रकार उसके अनुकूल है और भूमि के जन्तुओं से उनकी तुलना; देना कि ये जन्तु और पौधे जन्तुओं के बदलने पर किस प्रकार बदलते हैं; आहार-प्राप्ति और निवास-निर्माण सम्बन्धी उनका आचरण देखना ।

सम्भव उपयोग : ऊपर बताए गए विज्ञान के उपयोगों को देखने के लिए उन इलाकों में जाइए, अधिक अध्ययन के लिए पौधों और प्राणियों के नमूने इकट्ठे कीजिए ।

13. सड़कों के आसपास के स्थल निम्न-लिखित के लिए शिक्षाप्रद हो सकते हैं :

प्राणियों के निवास देना, और आहार-प्राप्ति की उनकी रीतियाँ तथा बच्चों का पालन देना; विविध प्रकार के वास्तविक जीवन का प्रेक्षण यह देखने के लिए कि पर्यावरण के अनुसार उनमें क्या अनुकूल परिवर्तन हो सकते हैं—उदाहरणार्थ बीज-विकीर्णन की रीतियाँ और सूखे भयवा अधिक नमी की परिस्थितियों में उनमें विभिन्नता, पौधों और प्राणियों का परस्पर सम्बन्ध (उदाहरणार्थ पौधों और कीटों का सम्बन्ध); अपक्षरण अर्थात् मिट्टी के फट कर बह जाने के उदाहरणों का तथा उसे रोकने के उपयुक्त का अध्ययन । यदि सड़क किसी पहाड़ी को काटती हुई जाती है तो छात्र ऊपर की मिट्टी

और नीचे की मिट्टी का अन्तर देख सकते हैं, ऊपरी मिट्टी की गहराई देख सकते हैं और तब अधिक अच्छी तरह समझ सकते हैं कि उसे बह जाने से बचाना कितना अधिक महत्वपूर्ण है ।

सम्भव उपयोग : ऊपर बताए गए उदाहरणों के प्रेक्षण के लिए क्षेत्र पर जाइए, ऊपरी और नीचे की मिट्टियों के नमूने लाइए, प्रत्येक में पौधे उगाने की चेष्टा करिए और परिणामों का अध्ययन कीजिए; अलग-अलग तरीके से विकीर्ण होने वाले बीजों के नमूने एकत्र करिए ।

14 समाज के विभिन्न वर्गों के लोग :

समाज में ऐसे लोग होते हैं जो हमें सहायता दे सकते हैं । उदाहरणतः अनेक माता-पिता बहुत दूर-दूर तक यात्रा करने का अनुभव रखते हैं; कुछ पशु-पालन विशेषज्ञ होते हैं; कुछ अच्छे गृहस्थ होते हैं; कुछ गिकार, जानवर फंसाने और गछनी मारने के बारे में अपना अनुभव बता सकते हैं । समाज के प्रायः सभी वर्गों में मिस्त्री और मकैनिक होते हैं । ऐसे लोग स्कूल के बच्चों की समस्याओं को हल करने में सहायता देने के लिए बुलाने पर प्रसन्नता से आते हैं । समाज के ऐसे व्यक्तियों को छात्रों की सहायता के लिए नियमित रूप से बुलाना सभी सम्बन्धित व्यक्तियों के लिए लाभदायक हो सकता है ।

इन साधनों का उपयोग करना

इन सब साधनों का महत्व इन पर निर्भर है कि उनका उपयोग किस प्रकार में किया जाता है । प्रत्येक का उपयोग किसी निश्चित उद्देश्य या उद्देश्यों के लिए करना चाहिए । उदाहरणतः किसी समस्या को हल करने में सहायता पाने के लिए, किसी वैज्ञानिक सिद्धान्त को अधिक स्पष्ट बनाने के लिए, या विज्ञान की उपयोगिता और महानता को अधिक दृढ़युग्म करने के लिए । क्षेत्र-भ्रमण की तैयारी करते समय निम्न और बच्चों के मन में स्पष्ट रूप से एक उल्लिखित समस्या या समस्याएँ होनी चाहिए । शिक्षक, घोर हो सके तो छात्रों की एक छोटी समिति को उग स्थल में पहुँचे हाँ हाँ भ्रमण चाहिए; जहाँ कथा की

ले जाना है ताकि उस स्थान की उपयुक्तता और सुगम्यता का पता चल जाए ।

जब कभी छात्र समाज के किसी व्यक्ति से कुछ सूचना पाने की योजना बनाएँ तो ऐसा उपाय करिए कि वह व्यक्ति पाठशाला में आने का उद्देश्य समझ ले और वार्ता को इतना सरल रखिए कि बच्चे उसे समझ सकें ।

सामग्री के पूर्ण उपयोग के लिए क्षेत्र-भ्रमण के बाद किए जाने वाले विचार-विनिमय की योजना बड़ी सावधानी से बनानी चाहिए । समस्या के हल में तर्कोचित आधार-सामग्री का उपयोग करना चाहिए, और अगर किसी वस्तु के बारे में यह विचार हो कि इन परिणामों के

विवरण को लिखित रूप में रख लेना बालकों के लिए लाभप्रद रहेगा तो ऐसे विवरण लिख कर रख लिए जाएँ ।

अधिकांश पाठशालाएँ अभी समाज के व्यक्ति-साधनों का पूरा उपयोग नहीं कर रही हैं । यद्यपि हम कहते हैं कि 'विज्ञान पर्यावरण का अध्ययन है', तो भी हम अपने चारों ओर की अनेक साधारण वस्तुओं को भूल जाते हैं । हमारी उन देहाती पाठशालाओं में पढ़ाई अवश्यमेव बहुत अच्छी नहीं है जहाँ बहुत कीमती साधन रखे गए हैं । अच्छी पढ़ाई वहाँ होती है जहाँ बच्चे और शिक्षक अनुभव करते हैं कि वे विज्ञान की दुनिया में रहते हैं और उनके अध्ययन के लिए सामग्री पास में ही है ।

विज्ञान-शिक्षण के लिए सुविधाएँ

बहुत थोड़े ही स्कूल, चाहे वे शहर में हो या देहात में, इतने सौभाग्यशाली होते हैं कि विज्ञान की शिक्षा के लिए उनमें एक अलग कमरे की व्यवस्था हो । जहाँ प्रारम्भिक सामान्य विज्ञान पाठ्यक्रम के अंग के रूप में रहता है, वहाँ भी साधारणतः विज्ञान की पढ़ाई उसी कमरे में होती है जिसमें अन्य विषय पढ़ाए जाते हैं । परन्तु विज्ञान लगभग सभी अन्य विषयों से इस बात में भिन्न है कि स्वयं अनुभव और प्रयोग किए बिना इसे ठीक से सीखा नहीं जा सकता । विज्ञान के बारे में केवल सुनना या पढ़ना पर्याप्त नहीं होता । यदि विज्ञान की शिक्षा चिरस्थायी करनी है तो बच्चों के लिए यह आवश्यक है कि वे प्रेक्षण और प्रयोग करें ।

परन्तु यदि बच्चों को अपनी साधारण कक्षा में प्रयोग और प्रेक्षण करना पड़े तो कुछ कठिनाइयाँ खड़ी हो जाती हैं, जिनको दूर करना आवश्यक है । इस खण्ड में कुछ ऐसे सुझाव दिए जाएंगे, जिनसे व्यस्त शिक्षक अपनी कक्षा में ही कुछ सुविधाओं की व्यवस्था कर सकेगा ताकि विज्ञान का शिक्षण अधिक रुचिकर हो जाए ।

कक्षा में विज्ञान-मंच बनाना

कक्षा के एक कोने को अलग कर लीजिए और

इसका नाम 'विज्ञान-मंच' (सायंस कान्तर) रखिए । हो सके तो एक या दो मेजें लीजिए, जिनका उपयोग प्रयोग तथा प्रदर्शन के लिए किया जा सके । सम्भवतः पाठशाला का अभिरक्षक मेज के नीचे सामग्री, उपकरण आदि रखने के लिए, जिनके बारे में आगामी अध्यायों में बताया गया है, टांड (गैल्वेज) लगाने की व्यवस्था कर देगा । विज्ञान-मंच में प्रदर्शित करने के लिए सामग्री लाने के प्रति छात्रों को उत्साहित कीजिए । कुछ शिक्षक प्रति सप्ताह एक प्रतियोगिता यह देखने के लिए लगा रखते हैं कि कौन-सा छात्र उस वस्तु को लाएगा जो 'इस सप्ताह की विज्ञान वस्तु' चुनी जाएगी ।

विज्ञान-मंच क्रियाशीलता और उत्साह का स्थान होना चाहिए । बच्चों द्वारा लाई गई सामग्री को मेज पर इतने समय तक न पड़ा रहने दिया जाए कि उसका आकर्षण ही मिट जाए ।

मत्स्यकुण्डों का प्रबन्ध

मत्स्यकुण्ड चिरस्थायी रोचकता की वस्तु है और उनमें विज्ञान की अनेक महत्वपूर्ण प्रियाधों का प्रेक्षण किया जा सकता है । मत्स्यकुण्ड बनाने

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

और उसकी देख-रेख करने के लिए निर्देश पृष्ठ 75-76 पर दिए गए हैं।

जन्तुओं के पिंजड़े

कक्षा में कई प्रकार के जन्तु प्रेक्षण के लिए रखे जा सकते हैं। कुछ जन्तु पिंजड़े में बन्द होने पर उतने व्यग्र नहीं होते जितने अन्य जन्तु। बच्चों को प्रोत्साहन देना चाहिए कि वे अपने पायतलु जन्तुओं को प्रेक्षण तथा अध्ययन के लिए कुछ समय तक पाठशाला में रखें। जन्तुओं के लिए पिंजड़े बनाने के सम्बन्ध में सुझाव पृष्ठ 69-70 पर दिए गए हैं।

ऋतु-शाला (बैंडर स्टेशन) की स्थापना करना

अध्याय 8 में ऋतु सम्बन्धी कुछ सरल उपकरणों का वर्णन है। ये ऐसी सामग्री से बनाए जा सकते हैं जो प्रायः सभी जगह मिलनी है। ऋतु-परिवर्तनों को हर रोज़ देखना एक रचिकर काम है और उससे विज्ञान के अध्ययन के लिए उपयोगी आधार-सामग्री भी मिल सकती है।

विज्ञान बुलेटिन

यदि बच्चों को प्रोत्साहित किया जाए तो वे बराबर ऐसी रोज़क पठन सामग्री लाते रहेंगे जिसे उन्होंने किसी समाचारपत्र या पत्रिका में कतरा है। विज्ञान बुलेटिन पट्ट वह स्थान है जहाँ ऐसी पठन सामग्री प्रदर्शित की जा सकती है। उन पर विज्ञान कक्षाओं में तैयार किए गए

चित्र तथा अन्य वस्तुएं भी प्रदर्शित की जा सकती हैं। विज्ञान बुलेटिन पट्ट को विज्ञान-मंच के ऊपर की दीवार पर सुगमता से लटकाया जा सकता है। बुलेटिन पट्ट नरम लकड़ी या प्लास्टर बोर्ड से बनाया जा सकता है।

उगतो हुई वनस्पतियां

यदि खिड़कियों की चौखटों पर छोटे-छोटे गमले रख दिए जाएं, जहाँ उन पर पर्याप्त प्रकाश पड़ सके, तो बीज तथा छोटे पौधे उगाने के लिए पर्याप्त स्थान मिल जाएगा। यदि कुछ प्रयोगों के लिए अधिक स्थान की आवश्यकता हो तो फलों की पुरानी पेटियों से लकड़ी के कम गहरे बक्स बनाए जा सकते हैं या पाठशाला की भूमि का एक अंश इस काम में लिया जा सकता है।

संग्रह छलमारी

एक बार यदि बच्चों में रचि उत्पन्न हो जाए तो वे सदैव अपनी इच्छा से ही नमूने एकत्र करते रहते हैं। जो कुछ वे एकत्र करते हैं, उनमें से कुछ वस्तुएं अवश्य ही पाठशाला में रख ली जाती हैं। ऐसे कामों को प्रोत्साहन देना चाहिए। ऐसा करने की एक रीति यह है कि एक छलमारी का प्रबन्ध कर दिया जाए जहाँ विज्ञान की वस्तुएं संग्रह के रूप में भयवा अलग-अलग प्रदर्शित की जा सकें।

अध्याय—2

सामान्य उपकरण बनाना

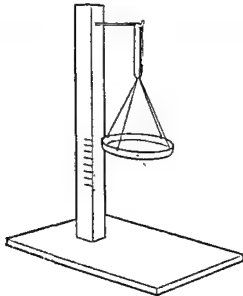
जहाँ कहीं भी विज्ञान का शिक्षण, प्रयोग और प्रेक्षण के आधार पर किया जाता है, वहाँ कुछ उपकरण ऐसे रहते हैं जिनका उपयोग बार-बार करना पड़ता है, जैसे—ज्वालक (वर्नर), तिपाई (ट्रिपाड), पलास्क, मत्स्यकुण्ड (अक्वेरिया), छोटे जाल (डिप नेट्स), इत्यादि। शिक्षण के लिए ये प्रायः अनिवार्य हैं। इस अध्याय में ऐसे उपकरणों के बनाने के विषय में सुझाव दिए जाएंगे जिनसे बार-बार काम लेना पड़ेगा।

क. तोलने के उपकरण

1. सरल 'कमानी' तुला

टीन के पुराने ढक्कन में कील से ठाँक कर चार छेद कीजिए। ये छेद परिधि के निकट और बराबर-बराबर दूरियों पर हों। इन छेदों में डोर डालिए और उनके सिरों को झकट्टा करके गाठ लगा दीजिए। अब इस पलड़े को रबड़ के छरले (रबर बैंड) से बांध दीजिए और दूसरे सिरों को एक खूँटी से लटका दीजिए।

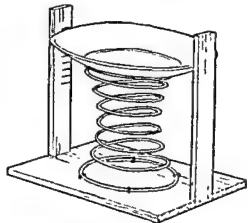
यदि वाट उपलब्ध न हों तो भी इस तुला का अंशांकन मापक जार से पानी के ज्ञात आयतनों को उडेल कर और तब खड़े आधार-दण्ड पर पलड़े के सामने चिह्न लगा कर किया जा सकता है। तब पत्थर के ऐसे टुकड़े खोजे जा सकते हैं जो



रबड़ को उतनी ही दूरी तक तानें। इन पत्थरों पर उनकी तौल लिख लेनी चाहिए, जिसमें वे भविष्य में बाटों का काम दे सकें। यह काम सिक्कों से कहां तक चल सकता है, इसकी भी जांच करनी चाहिए।

2. भारी बोझों के लिए कमानी तुला

कुर्सी अथवा मोटरकार की गद्दी की कमानी को लकड़ी के पट्टे पर जड़ दीजिए। यह लकड़ी इस यन्त्र का आधार (पेदी) होगी। पलड़ा बनाने के लिए टीन के बड़े ढक्कन का या थाली का उपयोग कीजिए। उसे कमानी के ऊपरी सिरों पर जड़ दीजिए। यदि टाके से कमानी झाली (जोड़ी) न जा सके तो पलड़े में सुविधाजनक स्थानों में दोहरे छेद करके और उनमें पतला तार डाल कर पलड़ा बांधा जा सकता है।



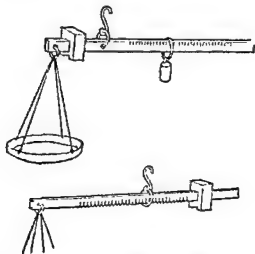
आधार-पट्ट में दो सड़ी पटरियाँ जड़िए। इनका काम तुला के पलड़े के अनुसार माप दिखाना है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

पलड़े में 1, 2, इत्यादि किलोग्राम रख कर लड़ी पटरियों पर अंशांकन कीजिए। छोटी-बड़ी बोतलों में पानी भरने से लिटर तथा उसके भागों के सुविधाजनक माप-मान बन सकते हैं और श्रवण्य ही, किसी बोतल में जितने लिटर पानी होगा उतने ही किलोग्राम उस पानी की तौल होगी।

3. विषम-भुज तुलाए

डण्डी लकड़ी अथवा धातु की बन सकती है। यदि डण्डी धातु की हो तो डण्डी की नीचे वाली सतह पर खांचे (नॉचेज) रेतें जा सकते हैं, जिनसे विविध भारों के सन्तुलन-बिन्दु का पता चल सकेगा।



4. प्रयोगशाला के लिए विषम-भुज तुला

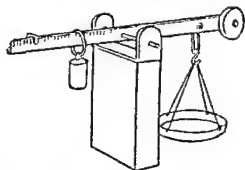
ऐसी विषम-भुज तुला बनाने के लिए, जो 500 ग्राम तक तौल सके, एक मीटर लम्बी लकड़ी की पट्टी लेनी चाहिए। इसमें ऊपरी किनारे से 3 मिलीमीटर हट कर और एक सिरे से 12 सेंटीमीटर पर मोटा सूजा (या मोटी सूई) टोंकना चाहिए। तुला इसी सूजे पर सन्तुलित होगी। सीसे के गोल टुकड़ों, या अन्य किसी पर्याप्त भारी वस्तु को सम-बाटों की तरह इस्तेमाल किया जा सकता है; यदि सीसे का उपयोग किया जाए तो टीन के ढक्कन में पिघला सीसा ढाल कर सम-बाट बनाया जा सकता है।

तार का रकाब (स्टिरप) बना कर और उससे बूट पालिश की डिब्बी का ढक्कन लटका कर

पलड़े का काम चलाया जा सकता है। इसे अक्ष से 6 सेंटीमीटर पर लटकाना चाहिए।

U अक्षर के आकार की धातु की पट्टी (प्लेट) अथवा दर्पण जड़ने की पीतल की दो पट्टिकाएँ (प्लेटें) लकड़ी की इष्टिका (ब्लॉक) के दोनों धोर जड़ दी जानी चाहिए।

दो खिसकने वाले बाटों की आवश्यकता पड़ेगी। इनमें से एक 50 ग्राम का हो। यह सीसे के टुकड़े को ताबे के तार से लटका कर बनाया जा सकता है। दूसरा 1 ग्राम का हो। इसकी आकृति U अक्षर के समान हो और डण्डी पर इसको (उलट कर) रख दिया जाए। डण्डी के ऊपरी किनारे को 6 सेंटीमीटर के भागों में निशान लगाए जा सकते हैं।



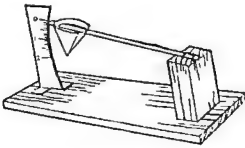
इस यन्त्र का उपयोग करते समय 50 ग्राम के भार को खिसका कर सबसे पास के सन्तुलन-बिन्दु का पता लगाना चाहिए और तब 1 ग्राम वाले आरोही (राइडर) की सहायता से अन्तिम समंजन करना चाहिए। इसके लिए पट्टी पर चिह्न नहीं बनाए गए हैं, परन्तु निकटतम चिह्न से इसकी दूरी का पता परकार द्वारा तुरन्त पाया जा सकता है।

इस तुला से तौलने का काम शीघ्र होता है और इसका काम सन्तोपप्रद रहता है।

5. घड़ी की कमानी तुला

0-1 ग्राम अथवा 1-10 ग्रामों को तौलने के लिए एक सुग्राही (सेंसेटिव) तुला घड़ी की कमानी के एक टुकड़े और लकड़ी की इष्टिका (ब्लॉक) अथवा धागे की रील से मुगमता से बन सकती है।

लकड़ी की डिटिका या धागे की रील को किसी सुविधाजनक आधार पर जड़ दीजिए। फिर उस पर जेवी घड़ी की कमानी का लगभग 20 सेंटीमीटर लम्बा टुकड़ा जड़िए। कागज या दफती का शकु के आकार का पलड़ा बनाइए। इस पलड़े को कमानी में, लगभग उसके मुकन सिरे के पास, मुहर करने की लाव से, या अध्याय 18 में बताए गए किसी अन्य सीमेट में, जोड़ दीजिए। कमानी के मुक्त सिरे से सकेनक (प्लाइवुड) का काम लीजिए और पोस्टकार्ड में मापनी का। ज्ञात बाटों को पलड़े में रख कर अंशांकन कीजिए। तुला का सुग्राही होना कमानी पर निर्भर है परन्तु मापनी पर अग्र-चिह्न मन्तोपजनक दूरियों पर पड़ेगे।



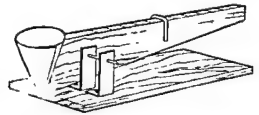
6. सरल विषम-भुज तुला (100 ग्राम तक तोलने वाली)

इसका पलड़ा दफती से बनाया जाता है और वह कीप (फनेल) के आकार का होता है। पलड़े को डण्डी में जोड़ दिया जाता है। डण्डी त्रिभुजाकार चादर से पती लकड़ी अथवा मोटे प्लास्टिक (जैसे पर्स्पेक्स) से बनाई जाती है।

डण्डी गावदुम के आकार की होती है—दूरस्थ सिरे पर 2 सेंटीमीटर चौड़ी और पलड़े के पाम 5 सेंटीमीटर चौड़ी। कीलक (पिबट) मोटे मूजे (या मोटी सूई) का बनाया जा सकता है। कीलक को पलड़े से 2 सेंटीमीटर और ऊपरी किनारे से 2 सेंटीमीटर हट कर ठोकना चाहिए। डण्डी को सन्तुलित करने के लिए डण्डी या पलड़े का कुछ भाग काटा जा सकता है।

कीलक धातु के रकाव (स्टिरप) में बने छेदों में आश्रित रहता है। एक बाहरी रकाव भी

होती है, जिसके कारण डण्डी अगल-बगल नहीं खिसक सकती। डण्डी के ऊपरी किनारे पर U अक्षर के आकार का एक आरोही (राइडर) रखा जाता है : प्रामाणिक बाटों की सहायता से डण्डी को अंशांकित करके उसमें खांचे (नॉचेज) बना दिए जाते हैं। पलड़े के समान शंकु के आकार में मोड़े गए फिल्टर कागज के उपयोग से चूर्ण किए गए ठोस पदार्थ (या पदार्थों का चूरा) भी तोले जा सकते हैं।

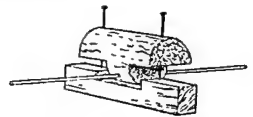


7. जेण्डर की तुला

यह चातुर्यपूर्ण तुला, जो प्रयोग दिखाते समय बहुत उपयोगी सिद्ध होती है, कुछ ही मिनटों में पिन, रेजर ब्लेड, कार्क और इस्पात की बनी बुनने की सलाई का उपयोग करके बनाई जा सकती है।

पहले सलाई को काग में अरार-पार घुसा दिया जाता है। घुसाने की दिशा काग के एक सिरे के व्याम-ममानान्त हो, और सलाई काग के केन्द्रीय अग्र से यथासम्भव दूर रहे।

प्रत्येक सिरे से अर्धवेलन काट कर निकाल दिया जाना है, जिसमें तुला की डण्डी उस प्राकृति की हो जाती है जैसी दिखाई गई है।



काग को सहारा देने वाली पिनें अथवा काग में घुसा दी जाती हैं, और उन्हें शीघे के टुकड़ों पर टिका दिया जाता है। ये टुकड़े लकड़ी की पट्टी पर चिराए जाते हैं।

इस तुला की सहायता से कुछ प्रयोग

1. सिलार्ड के धागे का या पतंग के पतने कागज का छोटा-सा आरोही, जिसकी तौल लगभग 2 मिलीग्राम हो, डण्डी की एक भुजा के बीच में रखने पर वह डण्डी को लगभग 2 सेंटीमीटर झुका देता है।

2. थोड़ी-सी भी गैस का घनना इसमें प्रदर्शित किया जा सकता है। इसके लिए गैस को छोटी-सी चंचु (जेट) द्वारा निकलने देना चाहिए और गैस की धार को डण्डी के सिरे पर पड़ने देना चाहिए।

3. जलती दियामलाई को डण्डी के नीचे नाकर वायु में संवयन (कन्वेक्शन) धारा में दिखाया जा सकता है।

4. तुला की डण्डी विंगवाहित चालक होती है, इसलिए वह विजलीकरण (एलेक्ट्रिफिकेशन) दिखा सकती है? विद्युन्मय दण्ड से इसको छूकर इसे विद्युन्मय किया जा सकता है।

5. यदि मलाई को चुंबकित कर दिया जाए तो वह नमन सूई (डिप नीडल) घन जाएगी।

6. यदि डण्डी को चुंबकित कर दिया जाए और इसके एक सिरे के पास तार की कुण्डली लगाई जाए तो तुला धारा-मापी (गैल्वैनोमीटर) का काम देगी। उदाहरणार्थ लोहा और कान्स्टैण्टन के तापान्तर युग्म (थर्मोकपल) को 1.5 मिली-मीटर मोटे तांबे के तार की 22 फेरे की कुण्डली से सम्बद्ध किया जा सकता है। युग्म को मोमबत्ती की ज्वाला से तप्त करने पर केवल लगभग 0.01 वोल्ट का विभव-अन्तर उत्पन्न होता है, तो भी तुला की डण्डी बहने वाली धारा का पता लगा लेती है।

7. प्रक्षेपण। यदि तुलादण्ड में दर्पण की छोटी

पट्टी लगा दी जाए और इस दर्पण से परावर्तित (रिफ्लेक्टेड) प्रकाश-किरणवली का उपयोग किया जाए तो तुलादण्ड का छोटे-से-छोटा संचलन भी दिखाया जा सकता है, यहां तक कि यदि पूर्वोक्त तापान्तर युग्म को केवल ग्रंथुनियों से गरम किया जाए तो भी ताप-विद्युत् धाराएं इस सरल उपकरण से दिखाई जा सकती हैं।

8. सब कामों के लिए उपयोगी समभुज तुला लगभग 2 सेंटीमीटर मोटी और लगभग 22 सेंटीमीटर लम्बी वर्गाकार नकड़ी की पेदी (बेस) बनाइए। फिर 15 सेंटीमीटर चौड़ी और 2 सेंटीमीटर मोटी लकड़ी में दो खड़े आधार-स्तम्भ बनाइए। इनको पेदी के केन्द्र के पाम इस प्रकार जड़िए कि दोनों के बीच में 2.5 सेंटी-मीटर का अन्तर रहे। इनको या तो पेच से जड़ा जाए या पेदी में छेद किए जाएं और उन्हीं में छेद को कम दिया जाए। प्रत्येक खड़े आधार के ऊपरी किनारे को पतली आरी से इतना गहरा काटना चाहिए कि अगर उसमें रेजर ब्लेड डाला जाए तो उसकी धार लकड़ी में लगभग 4 मिलीमीटर उठी रहे। चीर (स्लाट) में रेजर ब्लेड कम कर बैठे रहे।

तुलादण्ड मीटर की पटरी या उतनी लम्बी लकड़ी की किसी भी पटरी से बनाया जाता है। पटरी के ठीक मन्तुलन-केन्द्र पर एक बहुत पतली कोल धार-पार ठोक दी जाती है। यह कोल दोनों खड़े आधारों के बीच रहती है और रेजर ब्लेडों पर रखी जाती है।

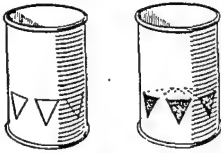
इस तुला में यह दिवाया जा सकता है कि वायु में भार होता है। इसके लिए खेलने के दो समान गुट्टारे लेने चाहिए और माइकलिन पम्प में एक में कम और एक में अधिक हवा भरनी चाहिए।

ख. उष्मा के प्राप्ति-स्रोत

1. टीन के डिब्बे का ज्वालक
एक बड़ा डिब्बा लीजिए, जिसका व्यास 10 सेंटी-मीटर का हो। पेदी से लगभग 4 सेंटीमीटर पर डिब्बे के चारों ओर त्रिभुजाकार छेद अंकित करिए,

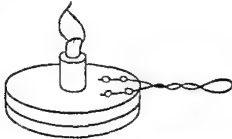
जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। कतरनी से प्रत्येक त्रिभुज की तिरछी भुजाओं पर टीन को काटिए परन्तु त्रिभुज की आधार-रेखा को न काटे। छेद बनाने के लिए इतना पर्याप्त है।

त्रिभुजाकार भागों को भीतर की ओर मोड़ दीजिए। इस प्रकार कोयले के टिकने के लिए मंच बन जाएगा। इसमें लकड़ी का कोयला जलाना चाहिए।



2. मैथिलेटेड स्पिरिट का बर्तन

पुराने बूट पालिश के डिब्बे से सरल बर्तन बन सकता है। तो भी ऊगरी ढक्कन में धातु की एक नली टाके से झाली (जोड़ी) जा सकती है और एक तार मोड़ कर उससे एक कामचलाऊ हत्या (हैंडल) बन सकता है। लेकिन यह बहुत आवश्यक नहीं है। बत्ती के लिए चीयडो या रद्दी कच्चे मूत का उपयोग किया जा सकता है।



3. रोशनाई की शीशी का स्पिरिट लैम्प

स्याही की ऐसी शीशी लीजिए जिसका ढक्कन धातु का हो और घुमा कर पेच के सहारे शीशी पर कसा जाता हो। नील से ठाँक कर बीच में

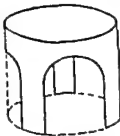
ग. अन्य उपयोगी वस्तुएं

छेद कर दीजिए। इस छेद में तिकोनी रेतो घुसा कर और रेतो को घुमा-घुमा कर छेद को इतना बड़ा करिए कि उसका व्यास लगभग 8 से 10 मिलीमीटर का हो जाए। किसी गोल और कड़ी वस्तु से छेद को चिकना कर लीजिए। किसी नरम धातु के बरतन से या धातु की चादर के टुकड़े से एक टुकड़ा काट लीजिए, जो लगभग 2.5 सेंटीमीटर चौड़ा हो और 4 सेंटीमीटर लम्बा हो। इसे उपयुक्त व्यास वाली गोल लकड़ी या गजी छड़ पर लपेट कर एक नली बना लीजिए। नली का व्यास ऐसा हो कि स्याही की शीशी के ढक्कन में बने छेद में वह फस कर बैठे। ढक्कन के छेद में नली लगा दीजिए। यह लगभग 1 सेंटीमीटर थोतल के भीतर चली जाए। नली और ढक्कन की सन्धि, और नली की सन्धि को भी टाके से जोड़ा जा सकता है। कच्चे सूत, पुराने मूती तौलिए के टुकड़े या सूती धागे के टुकड़ों के गुच्छे से बत्ती बनाई जा सकती है। बत्ती इतनी लम्बी अवश्य रहे कि वह शीशी की पेदी तक पहुंच जाए और वहां फैल कर उसे ढक ले। इसमें मैथिलेटेड स्पिरिट या बुड अल्कोहल इस्तेमाल कीजिए।



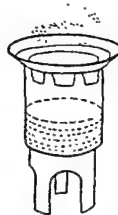
1. एक मामूली त्रिपाद

टीन के डिब्बे की बगल को तीन जगहों से काट कर एक उपयोगी त्रिपाद (ट्रिपाड) बनाया जा सकता है। विविध ज्वालकों के लिए स्टैंड के काम के लिए इस प्रकार के दो-तीन त्रिपाद बना रखना सुविधाजनक रहेगा।



2. भाप-उष्मक (स्टीम बाथ)

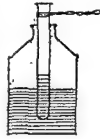
चाय की तन्तरी और टीन के डिब्बे में वाष्पन-पात्र (एवैपोरेटिंग डिश) और भाप-उष्मक (स्टीम बाथ) का प्रयत्न हो सकता है। भाप के निवृत्त होने के लिए टीन के डिब्बे के ऊपरी



किनारों से छोटे-छोटे टुकड़े काट कर निकाल देने चाहिए।

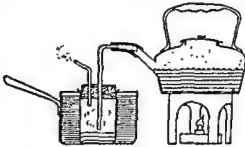
3. तापक (हीटर)

एक दूसरे प्रकार का तापक तेल के पुराने डिब्बे से बनाया जा सकता है। परीक्षण-नलिका (टेस्ट ट्यूब) पर तार लपेट कर और उसके सिरों को मोड़ कर हल्का बना लेने से काम में सुविधा रहती है।



4. आसुत (डिस्टिल्ड) जल

चाय की केतली में पानी उवालिए और जैम जार (चौड़े मुह की बड़ी बोटल) में भाप को संघटित करिए। जैम जार में बड़ा काग लगा रहे और उसे ठण्डे पानी से भरे किसी बड़े बरतन (तसले) में रखा जाए। खड़ की नली, चिपकाऊ फीता अथवा चिकनी मिट्टी को सन्धि पर लगाने के लिए काम में लाया जा सकता है।



5. वायु-तन्दूर (एअर ओवन)

टीन का एक बड़ा डिब्बा वायु-तन्दूर का काम दे सकता है। ढक्कन में एक छेद करिए और उसमें काग लगा कर तापमापी (थर्मामीटर) लगाइए। डिब्बे के भीतर तार की जाली पुलिया रख कर उस पर चाय की तश्तरी या कटोरी रखी जा सकती है।



6. लीबिंग संघनक (लीहे का)

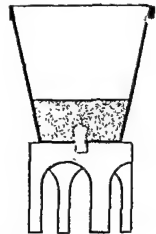
लीहे की एक नलिका लीजिए, जो पानी के लिए

या बिजली के तार की रक्षा के लिए, बिजली वाहिनी के रूप में प्रयुक्त होती है। इस पाइप के एक टुकड़े से धातु का संघनक (कंडेन्सर) बन सकता है, जो शीशे के संघनक से अधिक मजबूत होता है। पानी के आने और जाने के लिए नलिकाएँ इसकी बगल में चूड़ी काट कर कसो जा सकती हैं या टाँके से झाली (जोड़ी) जा सकती हैं। प्रत्येक सिरे पर एक छेद वाला काग कस दिया जाता है और छेदों में शीशे की साधारण नली लगा दी जाती है।



7. फिल्टर

कई कामों के लिए पीवों वाला गमला, जिसकी पेंदी के छेद में रुई ठूस दी जाए और पेंदी पर कुछ इंच मोटी बालू की तह लगा दी जाए, फिल्टर का सन्तोषजनक काम देता है।



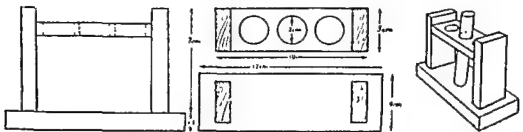
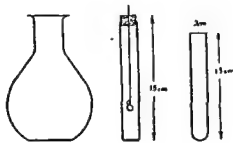
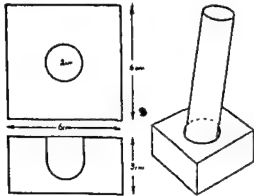
8. फिल्टर पम्प

शीशे के साधारण फिल्टर पम्प बनाने में कुछ हस्तकौशल की आवश्यकता पड़ती है, परन्तु शीशे की नली और कागों से सरल फिल्टर पम्प सुगमता से बनाया जा सकता है। पम्प इस सिद्धान्त पर काम करता है कि जब पानी का प्रचार (जेट) संकरी नली में डाला जाता है तो वह अपने साथ हवा को भी सँच ले जाता है और

इसलिए आसपास (ख) की हवा की दाब कम हो जाती है। चचुओं (जेट्स) के लिए सर्वोत्तम नार्पे केवल परीक्षण और निरीक्षण से जानी जा सकती है, परन्तु साधारणतः अगर पहले चचु का व्यास एक मिलीमीटर और दूसरे का 2 मिलीमीटर हो तो अच्छा रहेगा।



9. व्यक्तिगत काम के लिए रसायन से सम्बन्धित उपकरण ।



प्रारम्भिक रसायन से सम्बन्धित अधिकांश प्रयोगों के लिए कुछ आधारभूत उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है, जैसे बीकर, परीक्षण-नलिकाएं, इत्यादि। नीचे वर्णन किए गए सामान में वे सभी वस्तुएं पाई जाएगी जिनकी आवश्यकता साधारणतः पड़ती है; गोल गरदन वाले 150 घन सेंटीमीटर के पायरेक्म-प्लास्को को बीकर, प्लास्क, या भाप-उत्पादक की तरह प्रयुक्त किया जा सकता है। साधारण शीशे की नली को, उसके ऊपर तार की जानी लपेट कर, दहन-नलिका की तरह काम में लाया जा सकता है। यह साधारण कड़े शीशे की नलिका की अपेक्षा कम ही टूटती है।

नमूना-नली से एक छोटा गैम जार बनाया जा सकता है। परीक्षण-नलिकाओं को रखने के लिए छोटा स्टैंड बना लेने से काम में सुविधा होती है, पर यह नितान्त आवश्यक नहीं है। जिन छोटी परीक्षण-नलिकाओं के बारे में यहाँ बताया गया है, उनमें यह भी गुण होता है कि उनके मुह को बच्चों की छोटी अंगुलियां बन्द कर सकती हैं। बड़ी नलिकाएं, लकड़ी की पेदी लगा देने के बाद स्टाक बोतल (अधिक सामग्री रखने की बोतल) के रूप में और कई अन्य प्रयोगों के लिए भी उपयोगी होती हैं। यदि पानी का नल उपलब्ध न हो तो टिन के बड़े डिब्बे से (जिसमें 500 घन सेंटीमीटर पानी आ सके) टंकी का काम लिया जा सकता है। कठिनाई केवल यह होती है कि निक्वाम-नलिका की मन्वि किम प्रकार जलरोधी बनाई जाए। छोटी कक्षाओं में प्रयोगात्मक रसायन का निक्षण देने के लिए यह उपकरण बहुत उपयोगी पाया गया है।

10. बिजली के पुराने बल्बों के उपयोगी आधान (कण्टेनर्स)

बिजली के पुराने बल्बों से ऐसे आधान बन सकते हैं जो प्लास्क, बीकर, परीक्षण-नलिकाओं तथा इसी प्रकार की अन्य वस्तुओं का काम दे सकें। उचित सावधानी बरतने से ये पर्याप्त ताप सहन कर सकते हैं और बहुत दिन चल सकते हैं। किसी भी नाप का बल्ब काम में लाया जा सकता है। कई विभिन्न नापों के बल्ब हो तो वे अधिक उपयोगी सिद्ध होंगे।

जब किसी बल्ब से काम लेना हो तो उसे सावधानी से पुराने तौलिए या अन्य कपड़े में लपेट लेना बुद्धिमत्ता होगी। पहले चाकू से बल्ब के गिरे पर लगी धातु वाली टिकुली या टिकुलियाँ (मेटल बटन) को उखाड़िए। उनको इतना मोड़ दीजिए कि उनको गहूआ (प्लायर्स) से पकड़ा जा सके। इन टिकुलियों को गहूआ से खींच कर ऊपर उठाइए। इस प्रकार वे तार दिखाई पड़ने लगेंगे जिनसे टिकुली जुड़ी रहती है। मरोड़ कर टिकुलियों को तार से अलग कर दीजिए। अब काले बिर्षावाही (इन्सुलैटिंग) पदार्थ में छेद दिखाई पड़ेगा। एक टिकुली वाले बल्बों में यह छेद केंद्र में होगा। सावधानी से इस काले पदार्थ को अलग करिए और हटा दीजिए। इसके लिए गहूआ से दबा-दबा कर काले पदार्थ को टुकड़े-टुकड़े कर देना सम्भवतः आवश्यक होगा। जहाँ तक हो सके, सावधान रहिए कि पीतल का खोल टेढ़ा न हो। इसके बाद बड़ी सावधानी की आवश्यकता है और सम्भवतः पहले दो-चार बल्ब आपसे टूट जाएं। कपड़े में लपेटे हुए बल्ब को मजबूती में पकड़िए। तब झटके से रेतों के ऊपरी गिरे से बल्ब के ऊपर के खुले भाग में छेद कर दीजिए, इससे बल्ब के भीतर तारों को पकड़ने वाली काच की छड़ बल्ब के भीतर गिर पड़ेगी। फिर गोल (चूहे का पूछ के आकार की) रेतों से बल्ब को गरदन के टेढ़े-मोड़े टूटे शीशे को एक-सा करिए। सावधानी से काम करने पर बल्ब चटकेगा नहीं। आधार-छड़ तथा अन्य

वस्तुएं, जो बल्ब के भीतर हों, अब निकाली जा सकती हैं और बल्ब काम में लाया जा सकता है। यदि पीतल का छल्ला जो अब प्लास्क का मुह है, टेढ़ा हो गया हो तो उचित व्यास की गोल लकड़ी डान कर घुमाने से बंद ठीक किया जा सकता है। पीतल के इस छल्ले के कारण इसमें काग या रबड़ की डाट भी कम कर बैठाई जा सकती है।

11. मापक गिलास या भ्रंशांकक

कई-एक छोटे-बड़े काच के चौड़े मुह वाले ऐसे बरतन चुनिए जिनके पादवं सीधे हों। जंतून की बोतले भ्रंशांकित मिलिण्डर बनाने के लिए बहुत उपयोगी होती हैं। (भारत में जंतून, आलिब, की खपत बहुत कम है और ऐसी बोतले कठिनाई से मिलेंगी)। लगभग 1 सेंटीमीटर चौड़ी कागज की पट्टी बोतल की सारी लम्बाई पर चिपका दीजिए, केवल सिर की ओर लगभग 1 सेंटीमीटर स्थान खाली रहे। अब बाजार से खरीदा भ्रंशांकित मिलिण्डर, जिसकी धारिता लगभग उतनी ही हो जितनी आपकी बोतल की है, लीजिए और नाप कर इतना पानी बोतल में डालिए कि वह लगभग नापने वाले कागज के सिर तक पहुंच सके। नापने के लिए लगाए गए कागज पर एक रेखा जल की ऊंचाई दिखाने के लिए खींचिए और उसके नीचे लिखिए कि कितना पानी डाला गया था, जैसे 50 घन सेंटीमीटर या 100 घन सेंटीमीटर। फिर, यदि बोतल सर्वत्र समान व्यास की हों तो पेंसी से लेकर कागज पर अंकित चिह्न तक की दूरी को सुविधा के अनुसार इच्छित भागों में बांट दीजिए। इसके लिए कागज पर रेखाएं खींचिए और प्रत्येक रेखा पर जल की मात्रा लिखिए। उदाहरणार्थ, मान लीजिए 50 घन सेंटीमीटर जल डाला गया था। तो आप बोतल की लम्बाई को पांच बराबर भागों में बांट सकते हैं, नीचे से पहली रेखा पर 10 घन सेंटीमीटर लिखा जाएगा, उसके बाद की रेखा पर 20 घन सेंटीमीटर, इत्यादि। अब प्रत्येक बड़े भाग को छोटे भागों में विभाजित किया जा सकता है और कागज की

पट्टी पर तदनुसार रेखाएं खींची जा सकती हैं। इस प्रकार बने अंशकित सिलिण्डर की कई धारण-क्षमताओं पर परीक्षा करनी चाहिए। इसके लिए किसी निश्चित सतह तक पानी डाल कर और पानी को बाजार के या मानक-पात्र में उंडेल कर देखना चाहिए। कागज पर बनी रेखाओं में से कुछ को सम्भवतः थोड़ा-बहुत ऊपर-नीचे करना पड़ेगा। जब जांच पूरी हो जाए तो पिघले मोम (पैराफिन), स्पिरिट में घुली लाक, लेवल वानिशा या प्लास्टिक सीमेंट की पतली तह चढा कर आप मापक को पक्का बना सकते हैं।

12. परीक्षण-नलिका के लिए ग्राही (होल्डर)

परीक्षण-नलिका के लिए उपयुक्त ग्राही (होल्डर) कमानी के मजबूत तार को मोड़ कर बनाया जा सकता है। तार पीतल या लोहे का हो और उसे चित्र में दिखाई गई आकृति में मोड़ा जाए। कोट-हैंगर का तार भी सन्तोपजनक काम करता है।



13. प्रयोगशाला के लिए चिमटी

पेटियों और लकड़ी के झावों को बाहर भेजने के लिए बहुधा उनको लोहे की पत्ती से बाधा जाता है। इन पत्तियों के लम्बे टुकड़ों में बहुत उपयोगी चिमटिया बनाई जा सकती हैं। चित्र में दिखाई गई चिमटिया लगभग 12 सेंटीमीटर लम्बी है। यह पत्ती के दो टुकड़ों को पीतल से जोड़ कर, या रिवेट करके, और फिर उन्हें उचित आकृति का काट कर और मोड़ कर, बनाई जा सकती है। चित्र (ख) में दिखाई गई चिमटी 36 सेंटीमीटर लम्बी एक ही पत्ती से बनाई गई थी। गोल सिरा बनाने के लिए पत्ती के मध्य भाग को उचित ध्याम के लोहे की छड़ पर लपेट कर कसा गया था। तब चिमटी के पाशवों को काटा गया था और उनको उचित आकार दिया गया था।

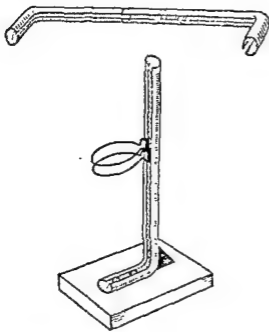


14. धातु का बलय-स्टैंड और बलय

एक उपयोगी बलय-स्टैंड और बलय क्रमशः पर्दा टांगने की चपटी छड़ी से और उस पुर्ज से बनाया जा सकता है जो लैम्पशेड लटकाने के लिए बिजली के बल्ब पर कमा जाता है। यह सब सामग्री लोहे का सामान बेचने वाली की दुकानों पर साधारणतः मिल सकती है। (भारत में ऐसा सामान मिलना कठिन ही है, परन्तु मोटे तार को मोड़ कर बलय बनाए जा सकते हैं और लोहे की चादर को मोड़ कर लोहार पर्दे की छड़ की आकृति की नली बना सकता है।) पर्दे की छड़ को मोड़ कर चित्र की आकृति का कर देना चाहिए।

पर्दे की छड़ में दो टुकड़े होते हैं, जिनमें से एक टुकड़ा दूसरे के भीतर घुस सकता है और खिसक सकता है। इस प्रकार दोनों को सम्मिलित लम्बाई कम-अधिक चौड़े पर्दों के अनुसार की जा सकती है।

इस प्रकार की पर्दे की छड़ों के दो भागों में से प्रत्येक को लकड़ी की उचित पेंदी पर कीलों से या पंचों से कसिए। छड़ और पेंदी के साथ एक तिकोनी लकड़ी को सटा कर जड़ देना चाहिए। इससे बलय-स्टैंड अधिक मजबूत हो जाएगा। चित्र में यह लकड़ी भी दिखाई गई है। लैम्पशेड में निकाले गए तारों को दबा कर सटा देना चाहिए और उनकी भुजाओं (प्राइम) को पर्दे की छड़ के भीतरी और बने सचि में फिट कर देना चाहिए। यह तार कमानी की तरह फँसना चाहिए और इस कारण खोखली छड़ के भीतर फँसा रहेगा और किसी भी ऊँचाई पर टिका रह सकता है। इस प्रकार यह बलय-स्टैंड में ठीक ढंग से नाम कर मकेगा।



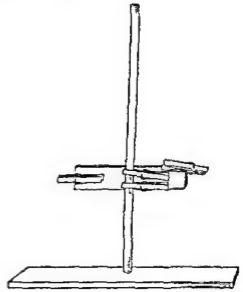
15. लकड़ी का बलय-स्टैंड

इस बलय-स्टैंड का पैदा 40 सेंटीमीटर लम्बी, 15 सेंटीमीटर चौड़ी और 1 सेंटीमीटर मोटी लकड़ी से बनाया जाता है। पैदे के बीच 1 सेंटीमीटर व्यास का छेद कर दिया जाता है। आधार-स्तम्भ 1 सेंटीमीटर व्यास की और 45 सेंटीमीटर लम्बी लकड़ी की गुज्जी (डावेल राड) में बनाया जाता है। (ऐसी लकड़ी विदेशों में ही मिलती है, हम कड़ी लकड़ी या बांस से काम ले सकते हैं)। आधार-स्तम्भ पैदे के छेद में धुव करस कर बैठाना चाहिए। यदि पूर्वोक्त नाप की गुज्जी न मिल सके तो किमी दूसरे नाप की छड़ लगाई जा सकती है। परन्तु तब पैदे के छेद को उसी के अनुसार बनाना चाहिए।

16. बलय-स्टैंड के लिए उपकरण-धारक पट्टिका

पूर्वोक्त बलय-स्टैंड के लिए एक उपयोगी उपकरण-धारक 18 सेंटीमीटर लम्बी, 4 सेंटीमीटर चौड़ी तथा 1 सेंटीमीटर मोटी लकड़ी और कपड़ा टागने की कमानादार चार चुटकियों में बन सकती है। इन चुटकियों को धारक पट्टिका में चित्र में दिखाई गई रीति से जड़ दिया जाता है। ये चुटकियाँ अपने दोनों फनों में परीक्षण-नलिका आदि उपकरणों को

पकड़ सकती हैं और धारक पट्टिका के बीच में जड़ी हुई दो चुटकियाँ बलय-स्टैंड के आधार-स्तम्भ को पकड़ती हैं। आप देखेंगे कि धारक के दाहिने छोर पर जड़ी चुटकी तिरछी लगाई गई है। इसके लिए पैदे को पहले किमी समतल स्थान पर रख कर चुटकी को चित्र में दिखाई गई स्थिति में जड़ना चाहिए। इस प्रकार परीक्षण-नलिका तिरछी स्थिति में रखी जा सकती है ताकि उसे ठीक ढंग में गरम किया जा सके।



17. शीशे के जारों और बोतलों को काटने के लिए बंधुत कल

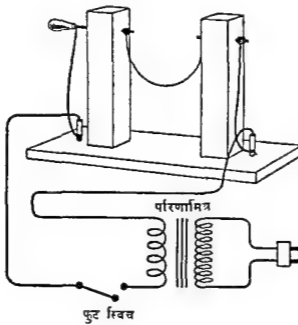
बोतलों, जर्गों, प्लास्को, विजली के पुराने बल्बों और कांच की बनी अन्य वस्तुओं से कई प्रकार के उपयोगी उपकरण बनाए जा सकते हैं। विशेष कार्यों के लिए उन्हें उपयुक्त बनाने में बहुधा इन वस्तुओं के सिरे या पैदे को काटना पड़ता है। यहाँ जिस कल के बारे में बताया जा रहा है, उसकी सहायता से कांच की बोतलें आदि बड़ी सफाई से काटी जा सकेंगी। काटने के बाद उनके तीक्ष्ण कोरों को रेत कर या ग्रांच दिखा कर एक-सा कर लेना चाहिए।

20 × 7 × 4.5 सेंटीमीटर के दो आधार-स्तम्भों को एक-दूसरे से 15 सेंटीमीटर की दूरी पर उचित पैदे पर जड़ दीजिए।

आधार-स्तम्भों में से प्रत्येक में, जिस और कम नाप हो, उस तरफ इतने बड़े छेद बनाइए कि उनमें 5 मिलीमीटर व्यास की पीतल की छड़ डाली जा सके। ये छेद ऊपरी सिरों से 2 सेंटीमीटर नीचे रहे। एक आधार-स्तम्भ में पीतल या लोहे का काबला (वोल्ट) डाल दिया जाता है। दूसरे स्तम्भ के छेद में अधिक लम्बा काबला डाला जाता है और उसमें मूठ भी लगा दी जाती है। चित्र में आप देखेंगे कि नियामक (रेगुलेटर) के लिए एक सेट स्क्रू (पेच) लगाया गया है।

निक्रोम का एक तार या कोई दूसरा तार

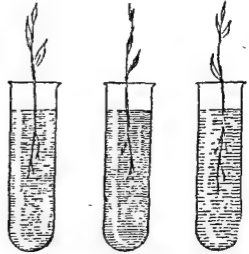
लीजिए, जिसका वैद्युत प्रतिरोध अधिक हो। इस का विभव उपलब्ध विजली की 6 वोल्टता के अनुसार रहना चाहिए (220—12 वोल्ट या 110—12 वोल्ट वाले अचक्रम परिणामित्र, ट्रांसफार्मर, से 12 वोल्ट)। प्रतिरोधक तार के सिरों को खड़े स्तम्भों में डाली गई छड़ों से उपयुक्त छिवरियो द्वारा सम्बद्ध कर दीजिए। विद्युत्-कुंडली चित्र में दिखाई गई है। अचक्रम परिणामित्र कबल प्रत्यावर्ती धाराओं (ए० सी०) पर काम करता है।



अध्याय—3

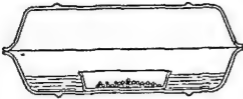
पौधों का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री

क. जड़ें



1. मूल-रोम कसे उगाए जाएं

नम फलालैन पर उगाए सरसों के बीजों की जड़ों पर रोम सुगमता से देखे जा सकते हैं। यदि मिट्टी की तश्तरी में ये बीज रखे जाएं, तश्तरी को थाली में रख दिया जाए, थाली में कुछ पानी डाल दिया जाए और वायु को नमदार रखने के लिए उमे थाल या दूसरी थाली से ढक दिया जाए तो मूल-रोम के बहुत अच्छे नमूने प्राप्त हो सकते हैं। चित्र में थाली के बदले सूप प्लेट्स दिखाई गई है, परन्तु भारतीय घरों में ये कठिनाई से मिलेंगी।



2. मूल-रोमों का निरीक्षण

प्रबंधक लैन्स से मूल-रोमों का अध्ययन कीजिए और देखिए कि उनकी संरचना कैसी है।

3. यह जांच करना कि मूल-रोम जल तथा उसमें डाले गए पदार्थों को सोखते हैं या नहीं

अलग-अलग परीक्षण-नलिकाओं में (1) जल, (2) लाल स्याही, और (3) कागो रेड डालिए। एक ही प्रकार के तीन पौधों को इन परीक्षण-नलिकाओं में डालिए। कुछ दिनों के बाद पौधा (2) रंगीन हो जाएगा, (1) और (3) रंग-रहित रहेंगे क्योंकि उन्होंने केवल जल सोखा है।

4. सरल रसाकर्षणमापी (आस्मोमीटर)

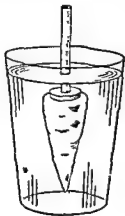
2.5 सेंटीमीटर की धीसी से पेदी निकाल कर अलग कर दें। पेदी में एक काग कस कर लगा दे, जिसमें एक छेद रहे और 50 सेंटीमीटर लम्बी कांच की नली या लेमनेड पीने वाली दो नलिकाओं को एक में एक जोड़ कर इस छेद में कस दें, एक टुकड़ा सेलोफेन या चर्म-पत्र (पार्चमेंट) (या किसी जानवर की शिल्ली, जैसी खंझड़ी या बोलक पर लगाई जाती है) शीशी के दूसरे सिरे पर रख कर मजबूत धागे या पतली डोर से कई फेरे लपेट



कर बांध दीजिए। शीशी में चीनी का खूब गाढ़ा घोल भर दीजिए और एक छेद वाले काग को फिर से लगा दीजिए। इस बात की सावधानी रखिए कि शीशी में कोई बुलबुला न रहने पाए। इस प्रकार बने रसाकर्षणमापी को सन्धर (क्लैम्प) की सहायता से पानी के गिलास में लटका दीजिए और कुछ घंटे तक पड़ा रहने दीजिए।

5. गाजर से बना रसाकर्षणमापी

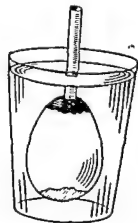
एक ऐसी गाजर चुनिए जिसका सिर बड़ा हो और जिसकी सतह कहीं से कटी-फटी न हो। किसी तेज चाकू अथवा सेब का वीज निकालने वाले यन्त्र से गाजर के सिर पर लगभग 2 या 2.5 सेंटीमीटर गहरा एक छेद कीजिए। यह सावधानी रखिए कि गाजर का सिर फटने न पाए। इस छेद में चीनी का गाढ़ा घोल भर दीजिए। फिर इस छेद में एक छेद वाला काग या रबड़ की डाढ़ कस कर लगा दीजिए। लेमन पीने की नलिकाएँ एक-दूसरी में डाल कर जोड़िए और कस दीजिए। फिर एक काफी लम्बी शीशे की नली से काम लीजिए। कुछ घंटों तक गाजर को पानी के बरतन में डूबा रहने दीजिए। यदि आपने गाजर के सिर को समतल नहीं काटा है तो काग को सन्धि पर जलती हुई मोमवस्ती से मोम टपका कर उसे बन्द करना सम्भवतः आवश्यक होगा।



6. अण्डे से बना रसाकर्षणमापी

थोड़ा-सा तनु (डाइल्यूट) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल अथवा नान्द्र (तेज) सिरका किसी छिछली

तश्तरी (जैसे चाय की तश्तरी) में लगभग 1 सेंटीमीटर की ऊंचाई तक हो जाए। अण्डे के बड़े सिरे को अम्ल में इतनी देर तक डुबा रखिए कि उस सिरे का ऊपरी खोल अम्ल से नष्ट हो जाए और झिल्ली दिखाई पड़ने लगे। फिर अण्डे को धो डालिए ताकि अम्ल बह जाए। किसी तेज प्रौजार से अण्डे के दूसरे सिरे पर खोल में सावधानी से एक छोटा-सा छेद कीजिए। इस छेद में लेमन पीने वाली नलिका या कांच की नलिका डाल कर उसके मुह को अण्डे के भीतर तक पहुंचा दीजिए। नलिका के चारों ओर की सन्धि को मुहर करने की लाख या घरेलू सीमेंट से बन्द कर दीजिए। जोड़ पूर्णतया बन्द हो जाए। इस प्रकार बने रसाकर्षणमापी को पानी के गिलास में रख दीजिए और कुछ घंटे तक पड़ा रहने दीजिए।



7. मूलों पर गुरुत्वाकर्षण का प्रभाव

सोखते के कई टुकड़े कीजिए जो लगभग 8 सेंटीमीटर बर्ग के हों। इन्हें कांच के दो बर्गाकार टुकड़ों के बीच रखिए। मूली या सरसों के कुछ बीजों को सोखते और कांच के बीच प्रत्येक ओर रखिए और रबड़ के छल्लों में बांध दीजिए। सोखते को पानी से तर कर दीजिए और तब धाली में थोड़ा पानी भर कर उसमें डम उपकरण को खड़ा कर दीजिए। जब बीजों में अंकुर निकल आएँ और जड़े लगभग 1.5 सेंटीमीटर लम्बी हो जाएँ तो उपकरण को 90° पर (अपने ही धरातल में) घुमा दीजिए और तब उसे बिना हिलाए-डुनाए पर्याप्त समय तक पड़ा रहने दीजिए। फिर उसे

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

दोबारा घुमाइए और देखिए कि जड़ों पर क्या प्रभाव पड़ता है ।

गुस्त्वाकर्षण का अध्ययन करने की दूसरी रीति यह है कि कुछ बीजों को अंकुरित किया जाए और तब उनमें से उस बीज को चुना जाए जिसका अंकुर सीधा हो। बीच में लम्बी पिन या सूई लगा दीजिए और पिन (या सूई) को काग में एक बोतल या शीशी में कुछ भीगी रूई या सोल्ला पर रख दीजिए । फिर काग और अंकुरित बीज को बोतल में रख दीजिए । बोतल को अन्धेरी झलमारी में रख दीजिए, और लगभग एक-एक घंटे बाद इसका निरीक्षण कीजिए ।



8. जड़ों पर जल का प्रभाव

काच की एक तश्तरी या थाली में (मिट्टी भर कर) एक सिरे पर कुछ नन्हें पौधे उगाइए । जब वे लगभग 5 सेंटीमीटर ऊंचे हो जाएं तो उन्हें केवल एक ओर से और निकटतम पौधे से

1. तनों के बढ़ने पर प्रकाश का प्रभाव

(क) दो गमलों में कुछ शीघ्र बढ़ने वाले बीज, जैसे जई (ओट), मूली, सेम या सरसो आदि बोइए ; जब नए पौधे लगभग 2.5 सेंटीमीटर ऊंचे हो जाएं तो एक गमले को बक्स से ढक दीजिए । बक्स के एक बगल के ऊपर के किनारे के पाम एक छेद कर दीजिए । समय-समय पर बक्स को उठाते रहिए और देखिए कि पौधा किस दिशा की ओर बढ़ रहा है । बक्स को घुमा दीजिए, जिसमें प्रकाश किसी दूसरी दिशा से आए और कुछ दिनों के बाद फिर देखिए ।

(ख) किसी लम्बे, तंग बक्स में प्रकाश के मार्ग में फ्लाइंग डालने के लिए चित्र में दिखाई गई रीति में पर्दे लगा दीजिए, और बक्स की दीवार में छेद कर दीजिए । अंकुरित आलू को एक

कुछ हटा कर पानी देना आरम्भ कीजिए । पानी लगभग एक सप्ताह तक प्रति दिन दीजिए । तब मिट्टी खोद कर फेंक दीजिए और देखिए कि सीचने से जड़ों में बढ़ने की दिशा पर कोई प्रभाव पड़ा या नहीं ।

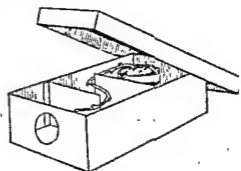
9. पौधों के विभिन्न भागों में जड़ें उगाना

कहीं से एक पेटो बालू लीजिए और ऐसी जगह रखिए जहां उस पर सीधी धूप न पड़े । बालू को पानी से अच्छी तरह नम कर दीजिए और उसे बराबर नम रखिए । बालू में ये वस्तुएं रोपिए :-

- (क) विविध बल्ब ;
- (ख) विगोनिया और जिरेनियम के तनों की कलमें (या मेंहदी, गुलाब, अड़हुल, आदि के तनों की जड़ें) ;
- (ग) ईल के तने का एक टुकड़ा, इसकी एक गांठ बालू में दबी रहे,
- (घ) वांस के तने का एक टुकड़ा जिसकी एक गांठ बालू में दबी रहे ;
- (ङ) गाजर, मूली या चुकन्दर, प्रत्येक में जड़ का कुछ भाग लगा रहे ;
- (च) प्याज ;
- (छ) पुतली (आटरिस) का तना ;
- (ज) आलू के टुकड़े, प्रत्येक में कुछ आंखें रहे,
- (झ) विलो वृक्ष की एक शाखा ।

ख. तने

ऐसे छोटे गमले में रोप दीजिए, जिमें बक्स के भीतर रखा जा सके । जो पर्दा छेद से सबसे अधिक दूर हो, उसके पीछे गमले को रख दीजिए । बक्स पर ढक्कन लगा कर और उसे लिडकी में रख दीजिए । छेद प्रकाश की ओर रहे । समय-समय पर देखते रहिए कि पौधा किस दिशा की ओर बढ़ता है ।



(ग) चार गमलों में शीघ्र बढ़ने वाले कुछ बीज बोइए, जैसा कि (क) में बताया गया है। जब तक पौधे 2.5 सेंटीमीटर ऊंचे न हो जाए, गमलों को कमरे में रखिए। इनमें से एक गमल को खिड़की पर, जहाँ धूप आती हो, रखिए और देखिए कि पौधे पर क्या प्रभाव पड़ता है। गमले को घुमा कर पौधों को प्रकाश की उल्टी दिशा में कर दीजिए और परिणाम देखिए। गमले को कुछ दिनों तक ऐसे स्थान पर रखिए जहाँ सीधा प्रकाश न पड़ता हो और देखिए कि क्या परिणाम होता है।

(घ) नए उगे बीजों के तीन वृक्ष रहे गमलों में से प्रत्येक को भिन्न-भिन्न बक्सों में रखिए। प्रत्येक बक्स में एक खिड़की बनाइए और प्रत्येक खिड़की को किसी लाल, पीले और नीले रंगों के भिन्न-भिन्न सेलोफेनो से ढक दीजिए। नए उगे बीजों के गमले वाले बक्सों को ऐसे स्थान में रखिए जहाँ अच्छा प्रकाश पड़ता हो और बक्सों की खिड़कियाँ प्रकाश की ओर रहे। विभिन्न रंगों से होकर आने से प्रकाश तनों की वृद्धि में जो भिन्न-भिन्न प्रभाव डालता है, उसे ध्यान से देखिए।

2 तने द्रव्य का परिवहन करते हैं

(क) सेलेरी* के तने लीजिए। तनों के सिरे से लगभग 2 सेंटीमीटर काट कर फेंक दीजिए और बचे तनों को ठण्डे पानी में दो घंटे पड़ा रहने दीजिए ताकि वे ताजा हो जाएं। फिर कुछ तश्त-रियों में लाल स्याही डाल कर तनों को उनमें रख दीजिए और कई घंटे इसी स्थिति में रहने दीजिए। तनों को अच्छी तरह देखिए। उन्हें काट कर उनके कई छोटे टुकड़े कर दीजिए और देखिए कि तने में स्याही ऊपर तक कहा, चढ़ी है। तनों में से इन नलियों (ट्यूब्स) को खींच कर निकालने की नेष्टा कीजिए।

(ख) कुछ सफेद कारनेशन (सफेद गुल-महदी या हल्के रंग के गेंदे) के फूल वृत्त महित

लीजिए। वृत्तों को फूल से लगभग 2 सेंटीमीटर हट कर काटिए। काटने का काम तेज चाकू से और पानी के भीतर किया जाए। इन वृत्तों को पानी के ऐसे गिलासों में रखिए जिनमें या तो खाने की वस्तुएँ रंगने के विविध रंग घुले हों या रंगीन स्याही हो। कई घंटे बाद निरीक्षण करिए।

(ग) सफेद कारनेशन (या हल्के रंग के गेंदे के फूल) के वृत्त को तीन भागों में चीर दीजिए। चीर केवल 8 या 10 सेंटीमीटर ऊपर तक पहुँचे और फिर वहाँ फीता बांध दीजिए कि वृत्त और न फटे। तीनों भागों को फैला दीजिए और प्रत्येक को विभिन्न रंग की स्याही अथवा वस्तुएँ रंगने के घोल में डाल दीजिए। कुछ घंटे बाद फूल का निरीक्षण करिए।

(घ) कई प्रकार के वृक्षों के वृत्तों या नई शाखाओं के काटे हुए सिरों को रंगीन स्याही में रख दीजिए और पीछे उन्हें एक तेज चाकू से छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर देखिए कि स्याही उनमें किस जगह तक चढ़ी है।

(ङ) गमलों में उद्यान के साधारण पौधों के बीज बोइए। जब नए पौधे 8 या 10 सेंटीमीटर ऊंचे हो जाएं और अच्छी तरह बढ़ रहे हों तो तने के ऊपरी भाग को तेज छुरी से काट कर अलग कर दीजिए। शीघ्र ही जहाँ काटा गया था वहाँ जल की बूँद दिखाई पड़ेंगी।

3 विविध प्रकार के तने

(क) एकदल : बांस, ईख और मक्का आदि कई पौधों के तने प्राप्त कीजिए। एक बहुत तेज छुरी से अथवा रेजर ब्लेड से प्रत्येक तने को आर-पार काट दीजिए। अनुप्रस्थ काटों (त्राम मेक्शनस) की परस्पर तुलना करके उनकी सम-ताओं को देखिए। विशेष रूप में यह देखिए कि नलियाँ या रंगों और मैलों के जानक (फाइब्रोवेस्कुलर बण्डल) तनों की भीतरी मज्जा (पिय) में किन प्रकार सर्वत्र बिपरे हैं।

* सेलेरी के तनों में विदेशों में तरकारी बनती है। भारत में गुलमहदी या गेंदा के तने से काम लिया जा सकता है—अनुवादक।

(ख) द्विबल : बिलो, जिरेनियम, टमाटर आदि कई पौधों या छोटे वृक्षों के तने प्राप्त कीजिए। प्रत्येक तने को आर-पार तेज छुरी या रेजर ब्लेड से काटिए। आप देखेंगे कि बाहरी परत से ठीक नीचे चटक हरे रंग की एक

परत है। यह एधा-परत (कैम्बियम क्षेत्र) है। आप यह भी देखेंगे कि नलियां या रेशों और सीलों के जालक (फाइब्रोवेस्कुलर बण्डल) तने के मध्यस्थ काष्ठ भाग के चारों ओर एक वृत्त में स्थित हैं।

ग. पत्तियां

1. पत्तियों को किस्में

लिली, वांस, ईख, मक्का, बिलो और जिरेनियम (या अड़हुल या पीपल) जैसे पौधों या वृक्षों की पत्तियां इकट्ठी करिए। आप देखेंगे कि एकदल पौधों (जैसे लिली, वांस, मक्का, ईख) में पत्तियों को शिराएं प्रायः समानान्तर होती हैं। देखिए कि द्विदल पौधों (बिलो, जिरेनियम, पीपल, इत्यादि) की पत्तियों की शिराएं शाखा वाली होती हैं।

2. पत्तियों का संग्रह बनाना

जितने भी तरह के पौधे मिल सकें, सबको नई पत्तियां एकत्र करिए। एक मजबूत चिकने पट्टे पर समाचारपत्र अथवा सोल्ने की कई तहें फैला दीजिए। फिर उस पर पत्तियों को इस प्रकार सजा दीजिए कि वे एक-दूसरे को न छुएं। तब उन पर फिर समाचारपत्र अथवा सोल्ने की कई तहें बिछा दीजिए। ऊपर फिर एक पट्टा रख दीजिए और उस पर कई-एक भारी पत्थर या भारी वस्तुएं रख दीजिए। जब तक पत्तिया पूर्ण तया सूख न जाएं, तब तक उनको इसी प्रकार दबा रहने दीजिए। अन्त में दाब में से पत्तिया निकाल कर नोटबुक के पृष्ठों पर स्वच्छता से सजाई जा सकती हैं और स्काच टेप अथवा गोंद लगे कागज से वे जोड़ी जा सकती हैं। नोटबुक के पृष्ठ पर पत्ती का नाम और अन्य रोचक मामली अंकित की जा सकती है।

3. पत्तियों को धुन्न-छापे बनाना

पत्तियों की धुन्न-छापे (म्मीक प्रिंट्स) चित्र में दिखाए गए चार श्रमों का अनुसरण करने से मुमकिन है।

किमी गोल चिकनी बोतल के पाश्र्वों पर चमा (श्रीज) या वसलिन की पतली तह चढ़ा दीजिए।

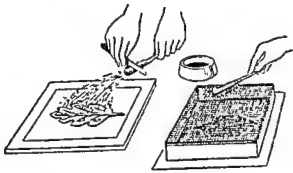


बोतल में ठण्डा पानी भर दीजिए और उस पर कम कर काग लगा दीजिए। फिर बोतल को मोमबत्ती की जलती ती पर रखिए और सर्वत्र एक-समान कालिख चढ़ जाने दीजिए। समाचारपत्र पर किसी पत्ती को इस प्रकार रखिए कि उसकी शिराएं ऊपर रहें। कालिख लगी बोतल से पत्ती को बेलिए। फिर पत्ती पर एक ताव सफेद कागज रखिए। तब सफेद कागज और पत्ती को स्वच्छ गोल बोतल या अन्य रोलर से बेलिए।

4. पत्तियों की छिड़काव-छाप (स्पेंटर प्रिंट्स)

पत्ती को सफेद कागज पर रखिए और उसे पिन, कील या पत्थर के कुछ टुकड़ों से चपटा करिए। किसी पुराने दातों के ब्रश को पोस्टर रंगने के रंग में या हिन्दुस्तानी स्याही में डुबा लीजिए। (ये सब रंग गोद में घोटे रहते हैं)। ब्रश को कागज से थोड़ी ऊंचाई पर पकड़े रहिए और उसके बालों पर सावधानी से चाबू का फल फिरा कर उसके रंग को पत्ती के चारों ओर बराबर-बराबर छिड़क दीजिए। आवश्यकता से अधिक रंग या स्याही

इस्तेमाल न करें। जब रंग सूख जाए तो पत्ती को हटा दीजिए।



पत्ती छापने की एक छिड़काव-पेटिका (स्पैटर वाक्स) ऊपर के दाहिनी ओर के चित्र में दिखाई गई रीति से बनाई जा सकती है। एक कम गहरे बक्स या चौखटे के ऊपर खिड़कियों पर लगने वाली जाली का एक टुकड़ा रख दिया जाता है। (इनके बदले छलनी को भी प्रयोग किया जा सकता है)। अब दांतों के ब्रश को रंग में डुबा कर और उसी जाली पर रगड़ कर रंग छिड़का जा सकता है। पत्ती और कागज पेटी के नीचे रखे जाते हैं। विविध रंगों के कागजों पर सफेद रंग का इस्तेमाल करने भी देखिए।

5. पत्तियों की स्थायी-छापें

छापाखाना से थोड़ी-सी स्थायी लीजिए और उसे शीशे की चादर (अर्थात् सपाट शीशे) पर अथवा चीनी मिट्टी की टाइल पर रख दीजिए। फिर रबड़ के बेलन से बेल कर स्थायी की एक पतली और सर्वत्र समान तह बना दीजिए। समाचार-पत्र की तहों पर पत्ती को इस प्रकार से रखिए कि उसकी शिराएं ऊपर रहे। फिर पत्ती पर स्थायी लगे बेलन को एक बार चला दीजिए। अब पत्ती को सावधानी से उठाइए और उसे सफेद कागज पर रखिए। स्थायी लगा पृष्ठ कागज की ओर रहे। ऊपर से समाचारपत्र की एक परत बिछा कर उसे चिकनी गोल बोतल से बेल दीजिए। अब पत्ती को सावधानी से उठा लीजिए। छाप तैयार है।

6. पत्तियों के तिमिर-चित्र

एक सफेद कागज पर एक पत्ती रखिए और उसे अंगूठे अथवा अंगुली से इस प्रकार दबाए रहिए कि वह हिल न सके। प्राकृतिक या कृत्रिम स्पंज के एक टुकड़े को (या रुई को कपड़े में बांध कर बनाई गई पोटली को) स्थायी की गद्दी (इंक पैड) पर दबाइए। फिर धीरे-धीरे, लेकिन मजबूती से हाथ को बाहर-बाहर केन्द्र से बाहर की ओर चला कर, पत्ती के चारों ओर रगड़ कर चित्र में दिखाई गई विधि से उसके किनारों का चित्र बना लीजिए।



7. कार्बन पेपर से पत्ती की छापें

पत्ती की शिराओं वाली बगल पर चर्बी या वैसलिन की बहुत पतली तह चढ़ाइए। अब इसको समाचारपत्र की कई परतों पर रखिए। शिराओं वाली पीठ ऊपर की ओर रहे। ऊपर कार्बन पेपर रख दीजिए (मसालेदार पृष्ठ नीचे की ओर रहे)। कार्बन पेपर पर एक ताब कोई दूसरा कागज रख दीजिए और उसके आर-पार कई बार चिकनी पेंसिल बेल कर कागज को रगड़िए ताकि कार्बन पेपर का मसाला पत्ती पर चढ़ जाए। शुद्ध छाप तैयार करने के लिए पत्ती को दो सफेद कागजों के बीच रखिए और फिर पेंसिल से रगड़िए।

8. पत्तियों के विन्यास का अध्ययन

जितनी अधिक संख्या में देख सकें, उगते हुए पीधों को ठीक ऊपर से देखिए। पत्तियों के विन्यासों के विविध नमूनों के चित्र लीजिए।

9. कक्षा में पत्तियाँ उगाना

यदि कक्षा में शकरकन्द को पानी में रख दिया जाए तो उसमें से बहुत सारी पत्तियाँ उग आएंगी। इसके लिए गिलास या चौड़े मुँह की बोतल में शकरकन्द को रखिए, जड़ वाला सिरा नीचे की ओर रहे। बोतल में इतना पानी डालिए कि कन्द के नीचे का एक-तिहाई भाग पानी से ढका रहे। कन्द को डूबने से बचाने के लिए उसकी बगल में तीन सीकें या दियासलाइयाँ खोंसी जा सकती हैं और इनको गिलास के मुँह के घेरें (रिम) पर रखा जा सकता है।

गाजर, शलजम और चुकन्दर के कन्दों में काफी मात्रा में संचित आहार रहता है। यदि उन्हें पानी में उगाया जाए तो उनसे पत्तियाँ तो उत्पन्न होंगी, परन्तु नए पौधे तैयार नहीं होंगे। ऊपर से सब पुरानी पत्तियों को हटा दीजिए और नीचे से कन्द को छांट दीजिए ताकि उसका केवल 5 से 8 सेंटीमीटर तक का भाग शेष रहे। इस भाग को छिछली तश्तरी में रख दीजिए और तश्तरी में पानी डाल दीजिए। कन्द को खड़ा रखने के लिए तश्तरी में कंकड़ या पत्थर के टुकड़े रख दीजिए।

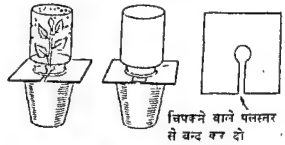
पत्तियों की जड़ से 3 से 5 सेंटीमीटर नीचे हट कर अनन्नाम को काट लीजिए और इस भाग को पानी की छिछली तश्तरी में रख दीजिए। कई सप्ताह तक पत्तियाँ बढ़ती रहेंगी।



10. पत्तियों से जल-वाष्प निकलता है

मिट्टी से नरे दो गमले लीजिए, जिनमें से एक में कोई छोटा पौधा हो और दूसरा खाली। गमलों में पानी देने के बाद उनकी मिट्टियों को चित्र में

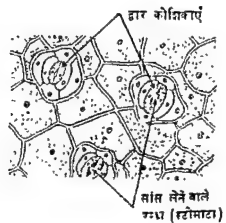
दिलाई गई आकृति की दफ्ती में ढक दीजिए। प्रत्येक गमले पर शीशे का जार (चौड़े मुँह की बोतल) आँधा रख दीजिए, जैसा चित्र में दिखाया गया है। धूप में पौधों को पास-पास रख दीजिए और दिन में समय-समय पर इन्हें देखते रहिए (इस प्रयोग को जाड़े में किया जाए)।



11. पत्तियों की संरचना

किसी स्कूल, डाक्टर या अस्पताल से एक सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) मंगनी मांग लीजिए। उससे पत्तियों का पिछला भाग देखिए और उसके सांस लेने वाले रन्ध्रों (स्टोमाटा) का पता लगाइए। स्टोमाटा के अगल-बगल आप दो छोटी-छोटी द्वार-कोशिकाएँ देखेंगे।

रेजर ब्लेड से किसी पत्ती को बहुत पतला अनुप्रस्थ काट (क्रॉस सेक्शन) में काटिए और उसके किनारे को सूक्ष्मदर्शी से देखिए। लम्बे ऊतक (पैलिसेड) स्तर, बाह्य त्वचा (एपिडर्मिस) और स्पंजी स्तर का पता लगाइए। सम्भवतः आप स्पंजी स्तर में एक शिरा और एक रन्ध्र (स्टोमाटा) का खुला मुख देव सकेंगे।

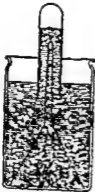


12. हरी पत्तियां पौधों के लिए आहार बनाती हैं

किसी चौड़े मुंह की बोतल को खोलते पानी के ऊपर रख कर उसमें थोड़ा-सा अल्कोहल गरम करिए, यहा तक कि वह खोलने लगे। जिरिनियम (या अइड्रल, या सरसों) या किसी अन्य पौधे की कई हरी पत्तियां लीजिए, पर इन्हें पहले कई घंटे तक धूप में रख लीजिए। इन पत्तियों को खोलते अल्कोहल में डाल दीजिए। जब उनका सब क्लोरोफिल निकल जाए तब उन्हें फौरन निकाल कर खूब गरम पानी के बेसिन (ताम-चीनी के बड़े बरतन) में डाल दीजिए। एक पत्ती को पानी से निकाल कर शीशे की चादर या टाइल पर फैला दीजिए। पत्ती पर टिक्कर आयोडीन पोत दीजिए और उसे कई मिनट तक यों ही रहने दीजिए। गाढ़े नीले रंग का उत्पन्न होना स्टार्च की पहचान है, जिसे पत्ती ने धूप में बनाया है।

13. हरी पत्तियां धूप में आक्सीजन छोड़ती हैं

जल के भीतर उगने वाले कुछ पौधों (सेवार, आदि) को कीप (फनेल) के नीचे पानी के बीकर में रख दीजिए। कीप की डण्डी के ऊपर पानी से भरी एक परीक्षण-नलिका उलट कर रख दीजिए। इस उपकरण को कड़ी धूप में रख दीजिए। पौधों से गैस के बुलबुले उठेंगे जो परीक्षण-नलिका के ऊपर तक पहुंचेंगे। कुछ देर बाद परीक्षण-नलिका हटाई जा सकती है और उसके भीतर की गैस की परीक्षा सुलगती हुई सीक या दिया-सलाई से की जा सकती है।



14. पत्ती द्वारा पौधे में हवा घुस सकती है

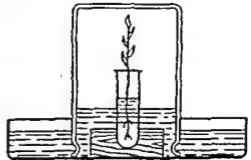
एक ऐसी पत्ती लीजिए जिसमें वृन्त लगा हो। वृन्त को काग के छेद में डाल कर सन्धि को (गोली मिट्टी, आदि से) बन्द कर दीजिए। इस काग में एक पार्श्व-नली लगाइए और काग को फ्लास्क के मुह में कस कर लगा दीजिए। फ्लास्क में पानी रहे। पार्श्व-नली में मुंह लगा कर हवा को चूस लीजिए। तब वृन्त के सिरे से हवा के बुलबुले निकलते दिखाई पड़ेंगे।



15. पौधे सांस लेते हैं

पौधे को किसी परीक्षण-नलिका में रखिए और उस परीक्षण-नलिका को लकड़ी के किसी भारी (ब्लाक) में बनाए गए इष्टिका छेद में फंसा दीजिए ताकि परीक्षण-नलिका लुढ़क न जाए। अब इष्टिका को चूने के पानी के बड़े बरतन में रखिए और पौधे को शीशे के बड़े बरतन से ढक दीजिए। फिर पौधे को इसी प्रकार ढक कर किसी अन्धेरे स्थान में कई घंटे पड़ा रहने दीजिए अथवा दूसरे दिन देखिए।

चूने का पानी दूधिया हो जाएगा, जिससे पता चलता है कि कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस



निकली थी और पानी के स्तर के उठने से पता चलता है कि पौधे ने पर्याप्त आक्सीजन ले ली है।

घ. फूल

1. फूलों को एकत्रित करना और सुरक्षित रखना

पत्तियों के सम्बन्ध में जिन रीतियों का वर्णन किया गया है, उन्हीं को अपनाया जाए।

2. फूल के प्रमुख भागों का अध्ययन

कुछ बड़े तथा सरल फूलों, जैसे ट्यूनिप या लिली (या सुदर्शन, या धतूरा या अगस्त्य) की जांच कीजिए। पुंकेसरों (स्टेमेन्स) को गिनिए और देखिए कि वे केन्द्रीय स्त्रीकेसर (पिस्टिल) के चारों ओर किस प्रकार स्थित हैं। महत्वपूर्ण अंगों के बड़े चित्र खींचिए। चित्र में स्त्रीकेसर के विविध भागों—वर्तिकाग्र (स्टिग्मा), वर्तिका (स्टाइल) और अण्डाशय (ओवरी)—के नाम लिखिए। पुंकेसर के भागों—तन्तु (फिलामेंट) और परागकोश (एन्थर)—के भी नाम लिखिए।

वृत्त का वह सिरा, जिस पर फूल उगता है, आशय (रिसेप्टेकल) कहलाता है। आशय की जड़ पर साधारणतः पत्ती की भांति अंग रहते हैं, जो कली को घेरे रहते हैं। इनको बाह्यदल (सेपल) कहते हैं। बाह्यदलों के ऊपर साधारण चटक रंगों की पंखुड़ियों का एक वृत्त रहता है, जिसे दन्तपुंज (कोरोला) कहा जाता है।



3. सादा फूलों को चीरना

पांच कांडे या कागज के टुकड़ों में से प्रत्येक

पर निम्नलिखित शब्दों में से एक शब्द लिखिए: पुंकेसर, स्त्रीकेसर, पंखुड़ियाँ, बाह्यदल, आशय। एक फूल को सावधानी से चीरिए और उसके विभिन्न भागों को उपयुक्त कांडों पर अलग-अलग रख दीजिए।

कुछ फूलों के अंगों को खींच कर ही सुगंध से अलग किया जा सकता है, परन्तु औरों के लिए चाकू या कैंची की आवश्यकता पड़ सकती है। यदि फूल काफी संख्या में मिल सकें तो यह अभ्यास प्रत्येक विद्यार्थी की पृथक् क्रियाशीलता के लिए अत्यन्त मूल्यवान है। इस काम के लिए सादा फूलों को ही, जिनमें पंखुड़ियों की एक ही पंक्ति रहती है, लेना चाहिए।

एक पुंकेसर को लीजिए और उसके परागकोश (एन्थर) को काले कागज पर हल्के-हल्के रगड़िए। तब साधारणतः कागज पर पराग के कण दिखाई देंगे।

अण्डाशय को तेज छुरी से आड़ा काटिए और बीजाण्डों अर्थात् 'बीज-भैलियों' को गिनिए। बीजाण्डों के भीतर बीजों के प्रारम्भिक रूपों को ध्यान से देखिए।

4. विविध फूलों के पराग-कणों का निरीक्षण

कई फूल लीजिए, जिनमें पुंकेसरों पर पराग धन चुका हो। काले या गाढ़े रंग के कागजों पर प्रत्येक फूल के पराग को अलग-अलग झाड़िए। अलग-अलग प्रकार के पराग का निरीक्षण प्रबंधक लेन्स से कीजिए और उनकी विभिन्नताओं पर गौर कीजिए।

5. पराग के कणों को अंकुरित करना

चीनी का गाढ़ा घोल बनाइए और उसे छिड़ली तश्तरी (जैसे चाय की तश्तरी) में रलिये। विविध प्रकार के फूलों के परागों को झाड़ कर चीनी के घोल की सतह पर डालिए। धब झरे पीये की चादर से ढक दीजिए और किसी मामूली गरम स्थान में कई घंटे पड़ा रहने दीजिए। यदि

प्रयोग सफल हुआ तो पराग के कणों से छोटी कलियां उगती हुई दिखाई पड़ेंगी। प्रवर्धक लैन्स का उपयोग कीजिए।

6. सादा फूल की प्रतिकृति (माडल) बनाना

मूर्ति बनाने की मिट्टी, रंगीन कागज और सीक का उपयोग करके त्रिविस्तारीय माडल बनाइए (अर्थात् ऐसे नमूने जिनमें लम्बाई, चौड़ाई, ऊंचाई तीनों हो), जो किसी विशेष वर्ग के फूल के विविध अंगों को निरूपित करें। यह अभ्यास विद्यार्थियों के लिए व्यक्तिगत क्रियाशीलता की दृष्टि से अत्यन्त महत्वपूर्ण है और इससे विद्यार्थियों को फूल के विविध अंग अच्छी तरह स्मरण हो जाते हैं।

वृन्त बनाने के लिए मूर्ति बनाने की थोड़ी-सी मिट्टी लीजिए। उसे हथेलियों के बीच बेल कर बेलन का रूप दे दीजिए। इसका व्यास लगभग 2 सेंटी-मीटर रहे और लम्बाई लगभग 5 सेंटीमीटर। इसके एक सिरे को मेज या डेस्क पर मजबूती से दबा दीजिए और दूसरे सिरे के बीच में उचित लम्बाई की सीक धुसा दीजिए, जैसा कि चित्र में क पर दिखाया गया है।

बाह्यदल बनाने के लिए हरे कागज से छः विन्डुओं का तारा काटिए। बीच में एक छेद बनाइए, जिसका व्यास कम-से-कम 1 सेंटीमीटर हो। तब वृन्त पर बाह्यदलों को उचित स्थिति में रख दीजिए, जैसा ख पर दिखाया गया है।

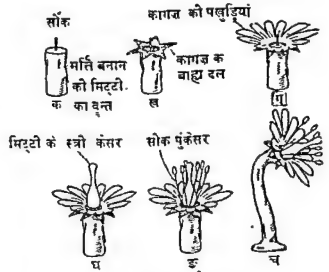
एक चटकीले रंग के कागज से पंखुड़ियों का दलपुज काटिए। बीच में काट कर छेद बना दीजिए और बाह्यदल के ऊपर दलपुज को बैठा दीजिए, जैसा ग पर दिखाया गया है।

मूर्ति बनाने की मिट्टी से स्त्रीकेसर को नन्हीं मुराही के आकार का बनाइए। इसको सीक के निकले हुए भाग पर दबा दीजिए जिससे यह अपने स्थान पर टिका रहे, जैसा घ पर दिखाया गया है।

इसके बाद थोड़ी-थोड़ी मिट्टी सीकों के सिरों पर रख कर पुंकेसर बनाइए। अब जैसा

ड पर दिखाया गया है, इन सीकों को स्त्रीकेसर की जड़ के पास की खुली मिट्टी में चारों ओर खोस दीजिए।

जब फूल की प्रतिकृति तैयार हो जाए तो इसके डण्ठल को अंगुलियों से कुछ लम्बा करने और फल वाले सिरे को कुछ झुका देने से प्रतिकृति अधिक सच्ची दीख सकती है।



7. फूलों के प्रेक्षण के लिए क्षेत्र-भ्रमण

फूलों को खिलता हुआ देखने के लिए क्षेत्र-भ्रमण की योजना बनाइए। यदि पाठशाला के आस-पास रोचक जंगली फूल उगते हुए न मिलें तो किसी निजी उद्यान या पार्क में जाने का आयोजन करना चाहिए। कुछ फूल एकत्र भी करिए।

8. यह देखना कि फूलों से फल किस तरह विकसित होते हैं

फूलों के कुछ ऐसे नमूने इकट्ठे कीजिए जो परिपक्वता की विविध अवस्थाओं में हों अर्थात् नव विकसित कलियों से लेकर उन फूलों तक जिनकी पंखुड़ियां झड़ गई हों। प्रत्येक अण्डाशय को काट कर खोलिए और देखिए कि बीज के विकसित होने का क्या-क्या परिवर्तन होता है।

ताज़ा तोड़े हुए सेर भर मटर या सेम की फलियों का निरीक्षण कीजिए और वे फलियां चुन लीजिए जिनमें पूरे दाने नहीं पड़े हैं। इनको

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

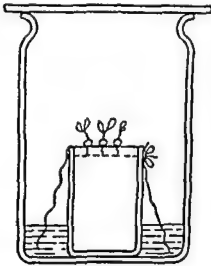
छीलिए और इनकी तुलना पूरी भरी फलियों से कीजिए। अविकसित दाने उन बीजाणुओं के

अवशेष हैं जो पराग से निषेचित नहीं पाए हैं।

इ. बीज

1. बीज उगाने का एक उपयोगी तरीका

किसी कम लम्बे गिलास के मुँह पर कपड़े का एक टुकड़ा बांध दीजिए। फालतू कपड़ा बगन में लटकता रहे और कांच के चौड़े मुँह के किसी बरतन (जैसे अमृतदान) में 2 सेंटीमीटर ऊंचे पानी में डूबा रहे। अमृतदान का मुँह कांच की चादर से ढक दीजिए ताकि भीतर की वायु नम-दार रहे। बीजों को कपड़े पर रखा जाता है।



2. 'पुराने कपड़े को लपेट कर बनाया गया' बीज-परीक्षक

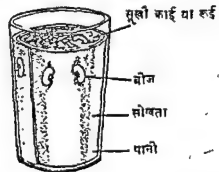
किसी महीन कपड़े का एक मीटर का चौकोर टुकड़ा लीजिए और उसे एक ही तरफ में दो बार तह कर दीजिए (इस प्रकार कुल मिला कर कपड़े की चार तहें हो जाएंगी)। एक किनारे के पास लगभग पेंसिल से 5×5 सेंटीमीटर के आठ या दस चौकोर खाने बनाइए। इन वर्गों पर गिनती लिख दीजिए और बीज की प्रत्येक पुड़िया में से दस बीज निकाल कर एक-एक वर्ग में रख दीजिए। कपड़े के दूसरे सिरे को मोड़ कर बीजों पर डाल दीजिए। फिर कपड़े को लपेट लीजिए और उसे धागे से हल्के-हल्के बांध दीजिए। इस प्रकार बीज-परीक्षक बना कर उसे पानी से तर कर दीजिए। इसको बराबर नम रखिए और यदि जाड़े की ऋतु हो

तो किसी गरम जगह में कई दिनों तक पड़ा रह दीजिए। तब उसे खोलिए और देखिए कि किस प्रकार के बीजों में से कितने अंकुरित हुए।



3. गिलास-उद्यान

कांच के गिलासों में विविध प्रकार के बीज उगाइए। इन्हें हम 'गिलास-उद्यान' कहेंगे। प्रत्येक विद्यार्थी को अपना निजी गिलास-उद्यान रखना चाहिए और प्रतिदिन बीज से उगे पौधों के विकास का सचित्र लेखा रखना चाहिए।

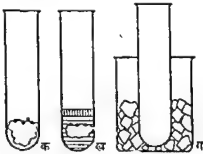


गिलास-उद्यान बनाने के लिए मोहों को आयताकार काट लीजिए और गिलास के भीतर डाल दीजिए (सोखता गिलास के पादरों को छूटा रहे)। गिलास के बीच में सूखी काई (पीढ़ मास), रुई, लकड़ी का चूआ, लकड़ी का बुरादा अथवा इसी प्रकार का कोई अन्य पदार्थ भर दीजिए।

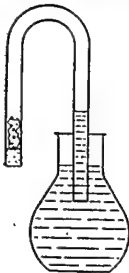
कुछ बीजों को सोल्टे और गिलास की बगल में डाल दीजिए। गिलासे की पेंदी में थोड़ा पानी हमेशा रहे।

4. बीजों के अंकुरित होने के लिए आवश्यक परिस्थितियों का अध्ययन

नीचे दिए गए चित्र में क में बीज रुई पर रखे गए हैं। यहाँ उन्हें गरमी और हवा, दोनों, मिलती है, परन्तु पानी नहीं मिलता। ख में पानी और गरमी मिलती है परन्तु हवा नहीं मिलती क्योंकि पानी के ऊपर एक तह खोला कर ठण्डा किया गया तेल डाल दिया गया है। ग में पानी से तर रुई के कारण नमी है और हवा भी है परन्तु बर्फ जमाने के मिश्रण (फ्रीजिंग मिक्सचर) में परीक्षण नलिका को डूबा रख कर उसे ठण्डा रखा गया है।



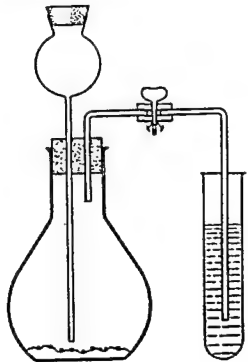
5. यह दिखाना कि उपरते हुए बीज आक्सीजन लेते हैं एक नलिका लीजिए और उसके भीतर



थोड़ी-सी नम रुई और दो-चार दाने सरसों रख कर उसके एक सिरे को काग से बन्द कर दीजिए। खुले सिरे को कास्टिक सोडा के तनु (डाइल्यूट) घोल में डूबा दीजिए और कुछ दिनों तक पड़ा रहने दीजिए। घोल नलिका में चढ़ जाएगा। काग हटा कर जलती हुई लकड़ी से परीक्षण करने पर पता चलेगा कि या तो बहुत कम आक्सीजन बची है या कुछ भी शेष नहीं रही।

6. बीज की संरचना का अध्ययन करना

सेम, मटर, लौकी (कद्दू), सूर्यमुखी, मक्का, (चना, कमल) और अन्य बड़े आकार के बीजों को पानी में भिगो दीजिए। जब वे नरम हो जाएं तो उनके ऊपरी छिलके हटा दीजिए और सावधानी से काट कर बीज को खोलिए। उन अवयवों का पता लगाइए जिनसे बीज बना है। इन अवयवों के वानस्पतिक नाम सिखाने से कोई विशेष लाभ न होगा—यद्यपि विद्यार्थियों को इसमें दिलचस्पी हो सकती है। अधिक महत्वपूर्ण यह है कि विद्यार्थी बीज के उस भाग को, जो नया पौधा है, और उस भाग को, जो संचित आहार है, पहचानना सीख जाए।



7. उस गैस की जांच जो बीजों के अंकुरित होने में निकलती है

एक फ्लास्क में थोड़ी-सी भीगी रुई लीजिए और उस पर सरसों के कुछ बीज रखिए। उपकरण को ऊपर चित्र में दिखाई रीति से संयोजित करिए। कुछ दिनों तक बीजों को अंकुरित होने दीजिए। सावधानी से काग को हटाइए और एक गोलाकार कीप (यिसल-फनेल) के द्वारा नीचे पानी छोड़िए। क्लिप को खोल कर हटाई गई वायु को चूने के पानी में से बुलबुला छोड़ते हुए निकलने दीजिए। पानी दूधिया हो जाएगा, जिससे कार्बन डाइ-आक्साइड की उपस्थिति का पता चलता है।

च. जीवाणु (बैक्टीरिया)

1. जीवाणु उगाने की तैयारी

कांच की दो या तीन दर्जन गहरी तश्तरियां प्राप्त करिए। किसी भी प्रकार की तश्तरियों से काम चल जाएगा। कांच के चौकोर टुकड़े काट लीजिए, जिससे ये तश्तरियां ढकी जा सकें। ये टुकड़े तश्तरियों से कुछ बड़े रहें। ऐसी तश्तरियां जीवाणु-उद्यानों के लिए बहुत उपयोगी होंगी। प्रारम्भिक प्रयोगों के लिए आलू, गाजर या शकर-कन्द की फांके जीवाणु उगाने की 'भूमि' का काम दे सकती हैं। इन खाद्य पदार्थों से 6 या 8 मिली-मीटर मोटी फांके काटिए। ये इतनी बड़ी हों कि छोटी तश्तरियों में सुगमता से आ जाए।

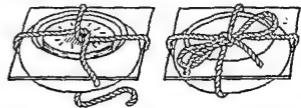
जीवाणुओं के लिए उद्यान तैयार करने में यह सावधानी बरतनी चाहिए कि सब वस्तुएं साफ-सुथरी रहें। आलू आदि के टुकड़ों को अच्छी तरह धोइए और तश्तरियों तथा उनके ढक्कनों को धोकर मुखा लीजिए। तश्तरियों और उनके ढक्कनों को साफ सफेद कागज पर रखिए। अपने हाथों को पूर्णतया साफ कर लीजिए। जब सब कुछ तैयार हो जाए तो एक साफ गीक से आलू आदि के टुकड़ों को उठा कर तश्तरियों में डाल

8. यह दिखाना कि बीजों के अंकुर किस दिशा की ओर बढ़ते हैं

लीकी (या कद्दू) के अग्रवा अग्र्य बड़े बीजों को रात भर पानी में फूलने दीजिए और उनमें से तीन को चित्र में दिखाई गई रीति से सूइयों पर लगा दीजिए। एक बीज की नोक ऊपर की दिशा में रहे, एक की बगल की ओर और तीसरे की नीचे की ओर। उनको नमदार वायु में रखिए। सावधानी से देखिए कि अंकुर किस दिशा में उगते हैं।



दीजिए। फिर उन पर ढक्कन लगा कर चित्र में दिखाए गए ढंग से धागे से बांध दीजिए। इन तश्तरियों को किसी बड़ी-सी थाली में रख कर तन्दूर (ओवन) में 110° से 120° सेटीग्रेड तक ही ताप पर एक घंटे तक गरम करिए। इससे उद्यानों के भीतर के जीवाणु भर जाएंगे।



2. जीवाणु-उद्यानों को रोपित करना

जब जीवाणु-उद्यान ठण्डे हो जाएं तब उनको मेज पर अलग-अलग रखिए, परन्तु जब तक आप बॉने के लिए तैयार न हो जाएं तब तक उनके ढक्कनों को न खोलिए। जीवाणुओं को जीवाणु-उद्यानों में रोपित करने के लिए बांस या लकड़ी की सीक अच्छे औजार का काम देती है। 30 या 40 सीकों को किसी ढके डिब्बे में रखिए और तन्दूर में रख कर घंटे भर तक गरम करिए। इसने अधिकतर

जीवाणु मर जाएंगे। किसी सीक को जब निकालना हो तो उसे चिमटी से निकालिए। चिमटी केवल एक ही सीक को छुए।

जहाँ तक हो सके, अधिक-से-अधिक स्थान से जीवाणु लीजिए, उदाहरणार्थ (1) सड़ता हुआ या सड़ा हुआ फल, (2) सड़ा या खराब दांत, (3) गन्दा सिक्का, (4) नाखूनों के नीचे से खुरचा गया मैल।

सीक से जीवाणु के उत्पादक पदार्थ को स्पष्ट कीजिए और तब शीघ्रता से किसी एक जीवाणु-रहित 'उद्यान' का ढक्कन उठाइए। सीक के सिरे को आलू की फांक पर रगड़िए और ढक्कन रख दीजिए। इस बात का ध्यान रहे कि 'उद्यान' में जीवाणुओं को रोपित करते समय ढक्कन को यथासम्भव कम ही उठाया जाए ताकि वायु में विद्यमान जीवाणु और फफूंदियां (माउल्ड्स) उसमें घुसने न पाएं। ढक्कन को फिर कस कर बांध दीजिए और तश्तरियों को कुछ दिनों तक अन्वेषण में रख छोड़िए। यदि जाड़े के दिन हो तो उनको ऐसे स्थान में रखिए जो साधारणतः गरम रहे। जब उनकी जांच की जाएगी तो जीवाणु आलू पर धब्बे के रूप में दिखाई पड़ेंगे। प्रत्येक धब्बे में हजारों जीवाणु रहते हैं।

3. जीवाणु-उद्यानों के लिए एक दूसरी 'भूमि'

थोड़े-थोड़े चावल या आलुओं को तश्तरी में इतनी देर तक उवालिए कि वे अच्छी तरह पक जाएं। मांड छान कर रख लीजिए। इस मांड का इस्तेमाल थोड़ी-सी जिलैटिन या 'अगर' तैयार करने में करिए। जिलैटिन में एक चुटकी नमक और थोड़ा-सा मांस का शोरवा अथवा मांस के सत का पकाया टुकड़ा (बूतान क्यूब) डाल दीजिए। तश्तरी और ढक्कन बैसे ही हों जैसा पिछले प्रयोग में बतलाया गया था। प्रत्येक तश्तरी में जिलैटिन का इतना गरम मिश्रण डालिए कि पेंदी पर 3 या 4 मिलीमीटर की तह पड़ जाए। अब तुरन्त ढक्कन लगा दीजिए और जब तक जिलैटिन जम न जाए तब तक

उसे यों ही पड़ा रहने दीजिए। ढक्कनों को बांध दीजिए और तन्दूर में रख कर जीवाणु-रहित करने की क्रिया करिए। तन्दूर से निकालने से पहले तश्तरियों को वहीं ठण्डा होने दीजिए और जिलैटिन को जम जाने दीजिए। इन जीवाणु-उद्यानों में जीवाणु उसी प्रकार रोपित किए जाते हैं जिस प्रकार पहले बताए गए उद्यानों में।

4. अन्तरण सूई बनाना

जीवाणु सम्बन्धी प्रयोग करते समय एक ऐसी अन्तरण सूई (ट्रांसफर नीडल) उपयोगी सिद्ध हो सकती है जिसको ज्वाला में तप्त करके जीवाणु-रहित किया जा सके। मूठ बनाने के लिए पेंसिल के बराबर की कोई नरम लकड़ी लीजिए। सूई की नोक को लकड़ी में काफी दूरी तक पहुँचा दीजिए और सूई के आलू वाले सिरे को जीवाणु-उद्गमों को टटोलने के लिए काम में लाइए।

5. यह देखना कि जीवाणु नमदार स्थानों में अधिक अच्छी तरह पनपते हैं या शुष्क स्थानों में

दो जीवाणु-रहित तश्तरियां लीजिए। किसी तीसरी तश्तरी में उगते हुए जीवाणु समूह से अन्तरण सूई का स्पर्श करा कर पूर्वोक्त तश्तरियों में जीवाणुओं का अन्तरण कर दीजिए। सूई पर लगे पदार्थ को प्रत्येक तश्तरी की जिलैटिन पर अच्छी तरह लगाना चाहिए। ढक्कन तुरन्त बन्द कीजिए। एक पर 'शुष्क' और दूसरी पर 'नमदार' का लेबल लगा दीजिए। पहली तश्तरी को विकिरक (रेडिएटर) पर रख कर सुखा लीजिए परन्तु उसे बराबर किसी बक्स से ढका रखिए। (भारत में मकान गरम करने के लिए विकिरक, रेडिएटर, का प्रचलन नहीं है, आग बुझाने के बाद गरम चूल्हे से या राख से ढके कण्डे की मन्द आंच से काम चलाया जा सकता है)। तश्तरी इतनी गरम न होने पाए कि उसे छूना कठिन हो जाए। 'नमदार' लेबल वाली तश्तरी को किसी अन्वेषण साधारण गरम कोठरी में रखिए, जाड़ा हो तो रसोईघर में और जब

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

आग बुझ जाए तो चूल्हे के पास । परन्तु जगह ऐसी हो कि तश्तरी सूखने न पाए । कई दिनों तक दोनों तश्तरियों की जांच करते रहिए ।

6. यह देखना कि जीवाणु गरम स्थान में अधिक पनपते हैं या ठण्डे स्थानों में

दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में फिर से जीवाणुओं को अन्तरित करिए । एक पर 'गरम' का लेबल लगाइए, दूसरी पर 'ठण्डे' का । पहली तश्तरी को किसी गरम अन्धेरे स्थान में रखिए । गरमी इतनी हो जितनी भारत में अधिकांश स्थानों में गरमी या बरसात में पड़ती है, जाड़े के दिनों में कमरे को अंगीठी से गरम रखिए । दूसरी तश्तरी को किसी ठण्डे अन्धेरे स्थान में रखिए । गरमी के दिन हों तो पेट्री के एक कोने में प्रति दिन बर्फ का ढोका रख दिया करें । कई दिनों तक इन तश्तरियों का प्रति दिन निरीक्षण करिए ।

7. यह देखना कि जीवाणु अन्धेरे में अधिक अच्छी तरह पनपते हैं अथवा प्रकाश में

पहले की तरह दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में जीवाणु अन्तरित करिए । एक पर 'अन्धकार' का लेबल लगाइए, दूसरी पर 'प्रकाश' का । पहली तश्तरी को किसी अन्धेरे गरम स्थान में रखिए और दूसरी को तेज धूप में अथवा किसी ऐसी जगह जहाँ बिजली का तेज चल्ब सारे समय तश्तरी पर तीव्र प्रकाश डालता रहे । कई दिनों तक दोनों तश्तरियों का निरीक्षण प्रति दिन करते रहिए ।

8. जीवाणु कहां मिल सकते हैं ?

जीवाणु-रहित की गई जीवाणु उगाने वाली तश्तरियों का सम्पर्क निम्नलिखित में से यथा-सम्भव अधिक-से-अधिक वस्तुओं से स्थापित करिए । तश्तरियों पर सेबल नगा दीजिए । उनको साधारण गरम अन्धेरी जगह में कुछ दिनों तक रहने दीजिए, और तब उनका निरीक्षण करिए ।

1. स्वच्छ हाथ और गन्धे हाथ
2. झाड़न, जिससे तश्तरियां मादि पों जाती हों
3. कूड़े की बाल्टी
4. खतार (कफ)
5. छीक
6. जूते के तले
7. खाना खाने की स्वच्छ बाली या तश्तरी
8. मक्खी
9. शींगुर
10. कुत्ते के रोएं
11. पाठशाला की किसी कोठरी की हवा
12. दूध, जो खट्टा हो गया हो
13. पेंसिल की नोक
14. किसी गन्दी गली की हवा
15. रुका हुआ पानी, जैसे पोखर का जल
16. कम्बल, पायदान, दरी या गलीचा ।

9. क्या धूप में जीवाणु मर जाते हैं ?

किसी तश्तरी से, जिसमें जीवाणु उग रहे हों, जीवाणु लेकर उन्हें दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में अन्तरित करिए । एक तश्तरी को खुली धूप में रखिए और दूसरी को साधारण गरम अन्धेरे में । जब पहली तश्तरी कई घंटों तक धूप में रह चुके तो उसे दूसरी तश्तरी के साथ पूर्वोक्त अन्धेरे स्थान में रख दीजिए । प्रत्येक तश्तरी का निरीक्षण कई दिनों तक प्रति दिन करिए ।

10. क्या जीवाणुनाशक (डिसिन्फेक्टेंट्स) जीवाणुओं का नाश करते हैं ?

बाजार में विकने वाले तथा कई तरह के घरेलू जीवाणुनाशक पदार्थ प्राप्त करिए (धर पानी में नीम की पत्तियां उबाली जाएं तो वह पानी भी घरेलू जीवाणुनाशक का काम दे सकता है) । जितने प्रकार के जीवाणुनाशक आप प्राप्त कर सकें, उतनी ही पोषण तश्तरियों में जीवाणुओं का अन्तरण कर दीजिए और

एक तश्तरी और ले लीजिए जो तुलनक का काम दे सके। प्रत्येक अन्तरित तश्तरी की 'भूमि' को एक विभिन्न जीवाणुनाशक से धो डालिए। फालतू जीवाणुनाशक को उंडेल दीजिए। प्रत्येक तश्तरी में लेवल लगा दीजिए। सब तश्तरियों को ढक दीजिए और तुलनक तश्तरी समेत सबको किसी साधारण गरम अन्धेरे स्थान में रख दीजिए और कुछ दिनों के बाद उनकी जांच करिए।

छ. फफूंदियां

1. विविध प्रकार की फफूंदियां प्राप्त करना

(क) एक ऐसी नारंगी लीजिए जिस पर हरी फफूंदी लग गई हो और उसे कांच के अमृतबान (बरतन) में डाल कर अन्धेरे साधारण गरम स्थान में रखिए।

(ख) एक टुकड़ा पाव रोटी (डबल रोटी) या साधारण रोटी को पानी में नम करके किसी बरतन में रख दीजिए और उसमें हवा लगने दीजिए। कुछ दिनों तक उसे अन्धेरे साधारण गरम स्थान में रहने दीजिए।

(ग) एक टुकड़ा नीला या रोकफ़ोट पनीर प्राप्त करिए, जिसमें जरा फफूंदी लगी हो (या कई दिनों तक रखी मलाई या दही लें, जिसमें फफूंदी लग गई हो)। अमृतबान में डाल कर उसे एक अन्धेरे और साधारण गरम स्थान में रखिए।

(घ) रूके हुए पानी में कुछ मरी मक्खियां डाल दीजिए। कुछ दिनों में उनके चारों ओर प्रायः सफेद फफूंदी उग आएगी।

2. फफूंदी के पीधे किस प्रकार उगाए जाएं

जिन तश्तरियों का उल्लेख जीवाणु सम्बन्धी प्रयोगों में किया गया था, वैसी ही जीवाणु-रहित तश्तरियां लीजिए और उनमें आलू के कतरे अथवा जिलैटिन रखिए। ऊपर के प्रयोग 1 में बताए गए प्रत्येक जीवाणु उत्पादक से फफूंदी लेकर एक जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में डाल दीजिए। चारों तश्तरियों को किसी अन्धेरे

11. यह देखना कि मिट्टी के जीवाणु कहां रहते हैं क्लोवर, ऐल्फेल्फा या सोयाबीन (या मटर, बोड़ा, सेम, चना या सनई) के पीधे को खोद कर उठा लीजिए। जड़ में लगी मिट्टी को सावधानी से धो डालिए और देखिए कि जड़ों में कई नन्हीं छोटी ग्रन्थिया (नोड्यूलस) दिखाई पड़ रही हैं या नहीं। यहीं वे नाइट्रोजन विनिवेशी जीवाणु पाए जाते हैं जो भूमि को उपजाऊ बनाने में बहुत महत्वपूर्ण होते हैं।

साधारण गरम स्थान में रख छोड़िए। कुछ दिनों में चारों किस्मों की फफूंदियों की विशुद्ध उपजें प्राप्त पा सकते हैं।

3. फफूंदियों की संरचना

जब फफूंदियों की चारों विशुद्ध उपजें खूब बढ़ जाएं तो प्रवर्धक लैन्स द्वारा प्रत्येक का निरीक्षण करिए। यह देखिए कि वे तन्तु दिखाई पड़ रहे हैं या नहीं जिनके कारण कुछ फफूंदिया मकड़ी के जाले की तरह दिखाई पड़ती हैं। यह भी देखिए कि उनमें नन्हीं काली धुण्डियों वाले छोटे-छोटे डण्डल हैं या नहीं। ये ही बीजाणु-मुट कहलाते हैं। प्रत्येक बीजाणु-मुट में हजारों बीजाणु जन्म लेते हैं। इनके परिपक्व होने पर पुट फट जाता है। यदि परिस्थितियां अनुकूल हों तो प्रत्येक बीजाणु से फफूंदी का एक नवीन पीधा विकसित हो सकता है।

4. क्या फफूंदियों की वृद्धि के लिए पानी की आवश्यकता होती है ?

जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में एक चम्मच सूखा अनाज, जैसे चावल या आटा रखिए। उतनी ही मात्रा में बही अनाज दूसरी जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में भी रखिए परन्तु उस अनाज को पहले पका लीजिए। प्रत्येक में अन्तरण मूर्ई द्वारा जीवाणु अन्तरित कीजिए। तश्तरियों को ढक दीजिए और उनमें लेवल लगा दीजिए। किसी अन्धेरे साधारण गरम स्थान में तश्तरियों को रख दीजिए और कुछ दिनों के बाद प्रत्येक को देखिए।

भाग बुझ जाए तो चूल्हे के पास । परन्तु जगह ऐसी हो कि तश्तरी सूखने न पाए । कई दिनों तक दोनों तश्तरियों की जांच करते रहिए ।

6. यह देखना कि जीवाणु गरम स्थान में अधिक पनपते हैं या ठण्डे स्थानों में

दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में फिर से जीवाणुओं को अन्तर्हित करिए । एक पर 'गरम' का लेबल लगाइए, दूसरी पर 'ठण्डे' का । पहली तश्तरी को किसी गरम अन्धेरे स्थान में रखिए । गरमी इतनी हो जितनी भारत में अधिकांश स्थानों में गरमी या बरसात में पड़ती है, जाड़े के दिनों में कमरे को अगोठों से गरम रखिए । दूसरी तश्तरी को किसी ठण्डे अन्धेरे स्थान में रखिए । गरमी के दिन हों तो पेंटी के एक कोने में प्रति दिन बर्फ का ढोका रख दिया करें । कई दिनों तक इन तश्तरियों का प्रति दिन निरीक्षण करिए ।

7. यह देखना कि जीवाणु अन्धेरे में अधिक अच्छी तरह पनपते हैं अथवा प्रकाश में

पहले की तरह दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में जीवाणु अन्तर्हित करिए । एक पर 'अन्धकार' का लेबल लगाइए, दूसरी पर 'प्रकाश' का । पहली तश्तरी को किसी अन्धेरे गरम स्थान में रखिए और दूसरी को तेज धूप में अथवा किसी ऐसी जगह जहाँ बिजली का तेज बल्ब सारे समय तश्तरी पर तीव्र प्रकाश डालता रहे । कई दिनों तक दोनों तश्तरियों का निरीक्षण प्रति दिन करते रहिए ।

8. जीवाणु कहां मिल सकते हैं ?

जीवाणु-रहित को गई जीवाणु उगाने वाली तश्तरियों का सम्पर्क निम्नलिखित में से यथा-सम्भव अधिक-से-अधिक वस्तुओं से स्थापित करिए । तश्तरियों पर लेबल लगा दीजिए । उनको साधारण गरम अन्धेरी जगह में कुछ दिनों तक रहने दीजिए, और तब उनका निरीक्षण करिए ।

1. स्वच्छ हाथ और गन्दे हाथ
2. झाड़न, जिससे तश्तरियाँ आदि पोंछ जाती हों
3. कूड़े की बाल्टी
4. खखार (कफ)
5. छींक
6. जूते के तले
7. खाना खाने की स्वच्छ थाली या तश्तरी
8. मबली
9. शीशू
10. कुत्ते के रोएँ
11. पाठशाला की किसी कोठरी की हवा
12. दूध, जो खट्टा हो गया हो
13. पेंसिल की नोक
14. किसी गन्दी गली की हवा
15. रुका हुआ पानी, जैसे पोखर का जल
16. कम्बल, पायदान, दर्री या गलीचा ।

9. क्या धूप में जीवाणु मर जाते हैं ?

किसी तश्तरी से, जिसमें जीवाणु उग रहे हों, जीवाणु लेकर उन्हें दो जीवाणु-रहित तश्तरियों में अन्तर्हित करिए । एक तश्तरी को खुली धूप में रखिए और दूसरी को साधारण गरम अन्धेरे में । जब पहली तश्तरी कई घंटों तक धूप में रहे चुके तो उसे दूसरी तश्तरी के साथ पूर्वोक्त अन्धेरे स्थान में रख दीजिए । प्रत्येक तश्तरी का निरीक्षण कई दिनों तक प्रति दिन करिए ।

10. क्या जीवाणुनाशक (डिसिन्फेक्टेंट्स) जीवाणुओं का नाश करते हैं ?

बाजार में बिकने वाले तथा कई तरह के घरेलू जीवाणुनाशक पदार्थ प्राप्त करिए (भगर पानी में नीम की पत्तियाँ उवाली जाएँ तो वह पानी भी घरेलू जीवाणुनाशक का काम दे सकता है) । जितने प्रकार के जीवाणुनाशक आप प्राप्त कर सकें, उतनी ही पोषण तश्तरियों में जीवाणुओं का अन्तर्ण कर दीजिए और

पीधों का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री

एक तश्तरी और ले लीजिए जो तुलनक का काम दे सके। प्रत्येक अन्तरित तश्तरी की 'भूमि' को एक विभिन्न जीवाणुनाशक से धो डालिए। फालतू जीवाणुनाशक को उंडेल दीजिए। प्रत्येक तश्तरी में लेवल लगा दीजिए। सब तश्तरियों को ढक दीजिए और तुलनक तश्तरी समेत सबको किसी साधारण गरम अन्धेरे स्थान में रख दीजिए और कुछ दिनों के बाद उनकी जांच करिए।

छ. फफूंदियां

1. विविध प्रकार की फफूंदियां प्राप्त करना

(क) एक ऐसी नारंगी लीजिए जिस पर हरी फफूंदी लग गई हो और उसे कांच के अमृतबान (वरतन) में डाल कर अन्धेरे साधारण गरम स्थान में रखिए।

(ख) एक टुकड़ा पाव रोटी (डबल रोटी) या साधारण रोटी को पानी में नम करके किसी वरतन में रख दीजिए और उसमें हवा लगने दीजिए। कुछ दिनों तक उसे अन्धेरे साधारण गरम स्थान में रहने दीजिए।

(ग) एक टुकड़ा नीला या रोकफोट पनीर प्राप्त करिए, जिसमें जरा फफूंदी लगी हो (या कई दिनों तक रखी मलाई या दही लें, जिसमें फफूंदी लग गई हो)। अमृतबान में डाल कर उसे एक अन्धेरे और साधारण गरम स्थान में रखिए।

(घ) रुके हुए पानी में कुछ मरी मक्खियां डाल दीजिए। कुछ दिनों में उनके चारों ओर प्रायः सफेद फफूंदी उग आएगी।

2. फफूंदी के पीधे किस प्रकार उगाए जाएं

जिन तश्तरियों का उल्लेख जीवाणु सम्बन्धी प्रयोगों में किया गया था, वैसी ही जीवाणु-रहित तश्तरियां लीजिए और उनमें आलू के कतरे धयवा जिलैटिन रखिए। ऊपर के प्रयोग 1 में बताए गए प्रत्येक जीवाणु उत्पादक से फफूंदी लेकर एक जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में डाल दीजिए। चारों तश्तरियों को किसी अन्धेरे

11. यह देखना कि मिट्टी के जीवाणु कहां रहते हैं
नलोवर, ऐल्फेल्फा या सोयाबीन (या मटर, बोड़ा, सेम, चना या सनई) के पीधे को खोद कर उठा लीजिए। जड़ में लगी मिट्टी को सावधानी से धो डालिए और देखिए कि जड़ों में कई नन्ही छोटी ग्रन्थियां (नोड्यूलस) दिखाई पड़ रही हैं या नहीं। यहीं वे नाइट्रोजन विनिवेशी जीवाणु पाए जाते हैं जो भूमि को उपजाऊ बनाने में बहुत महत्वपूर्ण होते हैं।

साधारण गरम स्थान में रख छोड़िए। कुछ दिनों में चारों किस्मों की फफूंदियों की विशुद्ध उपजें आप पा सकते हैं।

3. फफूंदियों की संरचना

जब फफूंदियों की चारों विशुद्ध उपजें खूब बढ़ जाएं तो प्रथमक लैन्स द्वारा प्रत्येक का निरीक्षण करिए। यह देखिए कि वे तन्तु दिखाई पड़ रहे हैं या नहीं जिनके कारण कुछ फफूंदियां मकड़ी के जाले की तरह दिखाई पड़ती हैं। यह भी देखिए कि उनमें नन्हीं काली घुण्डियों वाले छोटे-छोटे डण्ठल हैं या नहीं। ये ही बीजाणु-पुट कहलाते हैं। प्रत्येक बीजाणु-पुट में हजारों बीजाणु जन्म लेते हैं। इनके परिपक्व होने पर पुट फट जाता है। यदि परिस्थितियां अनुकूल हों तो प्रत्येक बीजाणु से फफूंदी का एक नवीन पीघा विकसित हो सकता है।

4. क्या फफूंदियों की वृद्धि के लिए पानी की आवश्यकता होती है ?

जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में एक चम्मच सूजा अनाज, जैसे चावल या आटा रखिए। उतनी ही मात्रा में वही अनाज दूसरी जीवाणु-रहित पोषण तश्तरी में भी रखिए परन्तु उस अनाज को पहले पका लीजिए। प्रत्येक में अन्तरण सूई द्वारा जीवाणु अन्तरित कीजिए। तश्तरियों को ढक दीजिए और उनमें लेवल लगा दीजिए। किसी अन्धेरे साधारण गरम स्थान में तश्तरियों को रख दीजिए और कुछ दिनों के बाद प्रत्येक को देखिए।

5. गरम स्थान में फर्कदियां अधिक अच्छी तरह उगती हैं अथवा ठण्डे में ?

प्रयोग 4 को फिर से करिए, परन्तु इस बार एक तश्तरी को साधारण गरम अर्धेरे स्थान में रखिए (गरमी का दिन हो तो किसी पेटी में रखिए और पेटी में प्रति दिन काफी बर्फ डाल कर उसे ठण्डा कीजिए)। कुछ दिनों बाद तश्तरियों का निरीक्षण करिए।

6. अर्धेरे में फर्कदियां अधिक अच्छी तरह उगती हैं अथवा प्रकाश में

ऊपर के प्रयोग 4 को दोहराइए परन्तु इस बार एक तश्तरी को साधारण गरम स्थान में रखिए, जहां उस पर बराबर प्रकाश पड़ता रहे। दूसरी तश्तरी को किसी साधारण गरम अर्धेरे स्थान में रखिए। कुछ दिनों बाद तश्तरियों का निरीक्षण कीजिए।

ज. खमीर

1. सने आटे पर खमीर का प्रभाव दिखाना

थोड़ी-सी चीनी, पानी और मैदे को इस अनुपात में मिलाइए कि उससे बढ़िया पाव रोटी बन सके (उदाहरणार्थ मैदा 100 भाग, चीनी 7 भाग और पानी इतना कि उंडेल सकने लायक गाढ़ा मिश्रण बन जाए)। इस गुण्डिका (डफ) को दो बराबर भागों में बाँटिए। थोड़े-से पानी में खमीर की आधी टिकिया मिलाइए और उसे गुण्डिका के एक नमूने में मिला दीजिए। गुण्डिका के दोनों नमूनों को तश्तरियों में रख कर उनमें लेबल लगाइए और साधारण गरम स्थान में रख छोड़िए। कुछ घंटे बाद निरीक्षण करिए (खमीर की टिकिया मिलने में सम्भवतः कठिनाई होगी, परन्तु हलवाई से जलेबी के लिए खमीर उठाया मैदा लेकर भी काम चलाया जा सकता है। आधी टिकिया खमीर के बदले 2 चम्मच खमीर उठे जलेबी के आटे का इस्तेमाल किया जा सकता है)।

2. खमीर की क्रियाशीलता पर ताप के प्रभाव की परीक्षा

ऊपर प्रयोग 1 में बताई गई रीति से थोड़ी-सी गुण्डिका बनाइए। एक टिकिया खमीर को पानी में मिलाइए और तब उसको गुण्डिका में खूब अच्छी तरह मिला दीजिए। इस गुण्डिका के तीन भाग करिए और उन्हें कटोरियों या अमृतबाल में रख दीजिए। इन पर 1, 2, 3 के लेबल लगा दीजिए। जिस कटोरी पर 'संख्या-1' का लेबल लगा हो उसे प्रशीतक (रेफ्रिजरेटर) में रख दीजिए। प्रशीतक न हो तो कटोरी को लकड़ी

की पेटी में बर्फ पर रखिए, बर्फ इतनी रहे कि कम-से-कम चार घंटे तक चले। कटोरी संख्या-2 को साधारण गरम स्थान में रखिए और कटोरी संख्या-3 को खूब गरम स्थान में। कुछ घंटे बाद प्रत्येक कटोरी की गुण्डिका की जांच करिए।

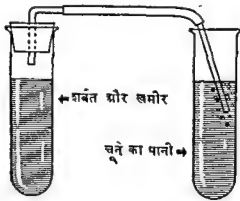
3. यह दिखाना कि खमीर चीनी पर प्रभाव डालता है

किसी बरतन में थोड़ा शरबत बनाइए। इसके लिए चाहे चीनी का प्रयोग करिए, चाहे खांड का अथवा शहद का। शरबत को परीक्षण-नलिका में उंडेल कर उसमें खमीर की चौथाई टिकिया पीस कर डाल दीजिए। उतना ही खमीर पीस कर एक दूसरी परीक्षण-नलिका में डालिए। इस परीक्षण-नलिका में उतना ही पानी रहे जितना पहली परीक्षण-नलिका में शरबत है। दोनों नलिकाओं को साधारण गरम स्थान में रखिए। समय-समय पर परीक्षण-नलिकाओं को ध्यान से देखते रहिए और पता लगाइए कि उनमें क्या अन्तर आया ?

4. चीनी पर खमीर की क्रिया से निकली गैस का अध्ययन

एक परीक्षण-नलिका में थोड़ा-सा साफ चूने का पानी रखिए और किसी विद्यार्थी से कहिए कि वह उसमें लेमन पीने की नलिका में गाँस छोड़े। नलिका का दूसरा मिरा चूने के पानी में डूबा रहे। शीघ्र ही चूने का पानी दूधिया हो जाएगा। यह कार्बन डाइ-आक्साइड गैस की पहचान है। अब एक परीक्षण-नलिका में थोड़ा-सा शरबत डाल कर उसमें खमीर

मिलाइए। इस परीक्षण-नलिका में एक-एक छेद वाला काग लगाइए और छेद में कांच की नलिका। इस नलिका में रबड़ की नली (ट्यूब) जोड़िए और उसके दूसरे सिरे पर लगभग 15 सेंटीमीटर लम्बी कांच की एक दूसरी नलिका। एक दूसरी परीक्षण-नलिका में चूने का साफ पानी लेकर इस लम्बी नलिका को उसमें डुबो दीजिए। अब दोनों परीक्षण-नलिकाओं को कुछ समय तक किसी साधारण गरम स्थान में पड़ा रहने दीजिए। चूने के पानी का निरीक्षण करिए।



5. खमीर के पौधों को देखना

किसी कालेज या हाई स्कूल से अथवा किसी डाक्टर से या किसी अस्पताल से एक सूक्ष्मदर्शी मंगनी मांग लाइए। खमीर वाले शरबत की एक-दो बूंदें शीशे की पट्टिका (स्लाइड) पर रखिए और सूक्ष्मदर्शी द्वारा उसका निरीक्षण करिए। आपको अनेक अण्डाकार कोशिकाएं दिखाई पड़ेगी। प्रत्येक कोशिका खमीर का एक पौधा है। सम्भवतः आप कुछ ऐसे पौधे भी देखेंगे जिन पर कलियां लगी हैं। यही रीति है जिससे खमीर के पौधे प्रजनन करते हैं।



झ. मिट्टी के बिना पौधे उगाना

सम्भव है कि कुछ बच्चे घर के भीतर मिट्टी के बिना ही पौधे उगाना चाहे। ऐसा किया तो जा सकता है परन्तु इसके लिए विशेष सामग्री और रासायनिक पदार्थों की आवश्यकता होगी। इन प्रयोगों के लिए आवश्यक

सामग्री की पेटिया 'सायंस सर्विस, 1719 ऐन स्ट्रीट, ऐन० डब्ल्यू० वाशिंगटन डी० सी०, यू० एस० ए० (संयुक्त राज्य अमेरिका)' से 4.95 डॉलर में मंगाई जा सकती हैं।

ञ. सरल बागवानी

कई लड़के चाहते हैं कि घर या स्कूल में उद्यान बनाए जाएं। प्रत्येक बच्चे को उत्साहित करना चाहिए कि वह थोड़ी-सी भूमि इस काम के लिए चुन ले और उसे साफ करे। जब भूमि की गोड़ाई अच्छी तरह कर दी जाए तो उसमें पंक्तियों के लिए साइनें डाल दी जाएं। अगर मूली या लैट्यूस (या गाजर) आदि बोने हों तो ऐसा किया जा सकता है कि पहली पंक्ति में मूलियां बोई जाएं और हर दूसरी में लैट्यूस। प्रत्येक

विद्यार्थी को चाहिए कि वह अपने उद्यान का नक्शा बनाए और उसमें यह दिखाए कि कहां क्या बस्तु बोई गई है।

पौधों को घर पर या स्कूल में बोया जा सकता है और बाद में उनको खेत में रोपा जा सकता है। इसके लिए लगभग 10 सेंटीमीटर गहरे लकड़ी के बर्तनों को आवश्यकता पड़ेगी (इनके बदले मिट्टी के गमनों का भी उपयोग किया जा सकता है)। इन बर्तनों

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

में अच्छी (पुरानी खाद मिली हुई) मिट्टी लगभग 8 सेंटीमीटर तक भर दी जाती है। टमाटर, गोभी, करमकल्ला (पातगोभी) और छोटे पौधों के बीज घर के भीतर बोए जा सकते हैं। जब तक खेत में भूली, गाजर के पौधे तैयार होंगे, तब तक घर के भीतर बोए गए पौधे भी खेत में रोपे जाने योग्य

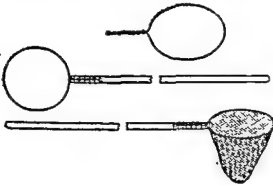
हो जाएंगे।

बागवानी करने से पौधों को उगाने और उनकी देख-भाल करने के सम्बन्ध में कई एक उपयोगी बातों का ज्ञान मिलेगा। समय आने पर उगाई हुई सब्जियों की प्रदर्शनी को भी योजना बनाई जा सकती है।

प्राणियों का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री

1. कीट-जाली

एक गोल छड़ी (या बांस), थोड़ा मोटा तार और मसहरी की जाली या खंखरे कपड़े से एक उपयोगी कीट-जाली बनाई जा सकती है। मोटे तार को मोड़ कर 39 से 45 सेंटीमीटर व्यास का बलय बना दीजिए और उसके सिरों को एक साथ करके ऎंठ दीजिए और यह ध्यान रखिए कि वह सीधा भाग कम-से-कम 15 सेंटीमीटर लम्बा हो। इस बलय को इस छड़ी (या बांस) के सिरे पर तार (या डोरी) से बांध दीजिए या दो-मुँहे कीलों से जड़ दीजिए। मसहरी की जाली का एक टुकड़ा इतना बड़ा काटिए कि उससे लगभग 75 सेंटीमीटर गहरी जाली बन जाए। इस जाली को पूर्वोक्त गोल तार पर टांक दीजिए।



2. कीट-भार बरतन

चोड़े मुँह का एक काच का बरतन ले लीजिए, जिसके ऊपर पेचदार ढक्कन लगा हो या जो कस कर बन्द किया जा सके। पेंदी में रूई की गद्दी रख दीजिए और उसके ऊपर गत्ते या सोखे का एक गोल टुकड़ा रख दीजिए, जिसमें कई-एक छेद कर दिए गए हों। प्रयोग करते समय रूई को कार्बन टेट्राक्लोराइड (काबॉना)

अथवा किसी ऐसे अन्य कुमिनाशक से तर कर दीजिए, जिसमें डी० डी० टी० पड़ी हो। गत्ते को रूई के ऊपर रख दीजिए और तब कीट (पतंगे या कीड़े) को बरतन में डाल दीजिए। बरतन को कस कर बन्द कर दीजिए और जब तक कीट मर न जाए, उसे न खोलिए। यदि पतंगे या तितलियाँ तैयार की जा रही हों तो यह ध्यान रहे कि बरतन का मुँह इतना बड़ा अवश्य हो कि निकालते समय पंख न टूटने पाए।

3. कीटों के लिए तान-पट्टिका

यदि कीटों को आरोपित करने के लिए तान-पट्टिका की आवश्यकता पड़ती है तो सिगार बक्स से बहुत जल्दी ही तान-पट्टिका बनाई जा सकती है। सिगार बक्स से ढक्कन को अलग कर दीजिए और उसे बीच से लम्बाई में चीर कर उसके दो बराबर भाग कर दीजिए। अब दोनों भागों के बीच लगभग 1 सेंटीमीटर चौड़ा स्थान छोड़ कर इन्हें फिर से बक्स पर जड़ दीजिए। कीट के शरीर को इस गड्ढे में रख दिया जाता है और पंखों को अगल-वगल की लकड़ी के ऊपर कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों द्वारा स्थिर कर दिया जाता है। कागज के टुकड़े ढक्कन की नरम लकड़ी में पिन खाँस कर जड़े जाते हैं। इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि ये पिन केवल कागज में से ही होकर जाएं, कीटों के पंख में से नहीं। कभी-कभी ढक्कन के दोनों भागों को छोटा कोण बनाते हुए भी रखना उपयोगी होता है। इसके लिए ढक्कन के टुकड़ों को जड़ने के पहले सिगारों के बरतन के सिरों को V के रूप में काट देने में काम चल सकता है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

यह नीचे के चित्र में ख पर दिखाया गया है।



4. कीट संचयों के लिए आरोपण-पेटिकाएं

लकड़ी या दफती के सिगार बक्सों से बहुत उपयोगी और सुविधाजनक कीट संचय-पेटिकाएं बन सकती हैं। तान-पट्टिका से कीट को हटाने के बाद उसके शरीर में एक पिन गोद दी जाती है, और वह पिन बक्स की पेंदी में खोस दी जाती है, जिससे कीट वहीं लगा रहे। पिनों को क्रम से लगाना चाहिए। पिन के सिरे के पास मोटे-से कागज का एक छोटा कांड लगाया जा सकता है, जिस पर उस कीट के सम्बन्ध में थोड़ा-बहुत विवरण हो।

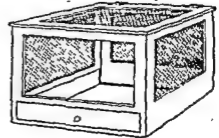
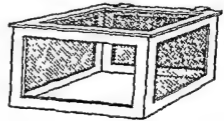
सिगार बक्सों के भीतर रूई बिछा कर भी कीटों को आरोपित किया जा सकता है। ढक्कन हटा दिया जाता है और बक्स के भीतर धुनी रूई को तहें जमा दी जाती हैं। इस पर कीट सजा दिए जाते हैं और सब बक्स को कांच या सेलो-फेन से ढक दिया जाता है। कांच या सेलो-फेन को पट्टी (टेप) से बक्स पर चिपका दिया जाता है। लीजिए, आपकी पक्की आरोपणी (माउंटिंग) तैयार है। यह आरोपणी तितलियों और पतंगों को आरोपित करने के लिए अथवा पाठशाला के संग्रहालय (म्यूजियम) में कीटों के प्रदर्शन के लिए बहुत ही उपयुक्त है।

5. विज्ञान कक्ष के लिए जन्तुओं के पिण्डे

प्रारम्भिक और सामान्य विज्ञान में बहुधा यह आवश्यक हो जाता है कि कभी-कभी जन्तुओं को पिण्डे में बन्द करके कक्षा में भी थोड़े समय के लिए रखा जाए ताकि विद्यार्थीगण उनका अध्ययन कर सकें। उसके लिए पिण्डे ठीक ढंग से बनाए जाने चाहिए। जिन वस्तुओं में ये बनाए जाते हैं, वे वस्तुएं हर जगह मिल सकती हैं।

ऐसा एक पिण्डा लकड़ी के बक्म से बनाया जा सकता है। इसमें एक कच्चेदार ढक्कन

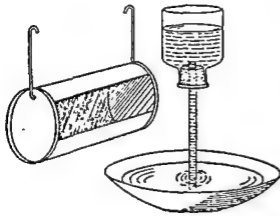
होना चाहिए। ढक्कन में एक खिड़की (सुत भाग) हो जिस पर तार की जाली लगा दी जाए। बक्स के चारो पार्श्वों में भी खिड़कियां बना देनी चाहिए। अगल-बगल और पीछे की खिड़कियों में जाली लगा दीजिए और सामने वाली खिड़की में चाक जड़ दीजिए। इस तरह के पिण्डों में नीचे एक दराज लगा देने में पिण्डा और भी उपयोगी हो जाता है। दराज कांच वाली खिड़की के नीचे रहे और उसकी लम्बाई-चौड़ाई इतनी हो कि वह नीचे से समूची पेंदी को ढक ले। तब इससे जानवरो को परेशान किए बिना ही पिण्डे की सफाई की जा सकती है।



शीतोष्ण प्रदेशों में तार की जाली की बजाय वास की तपचियां अथवा लकड़ी लगा कर बहुत उपयोगी पिण्डे बनाए जा सकते हैं।

पिण्डे में बन्द जन्तुओं को दाना-पानी देना बहुधा सरल नहीं होता। दाघ और पानी के बरतनों को ग्राम तोर पर पेंदी से कुछ ऊपर रखना चाहिए। छोटे जन्तुओं के लिए मामूली राने का बरतन शापारण टिन के डिब्बे से बन सकता है। डिब्बे की बगल में एक पट्टी काट नेनी चाहिए और फिर डिब्बे को पिण्डे की बगल में छोटे तारों से तटका देना चाहिए, जैसा चित्र में दिखाया गया है। मकेंद

चूहों, गिनी पिग्स और बड़े चूहों (हेमस्टर्स) को पानी देने की व्यवस्था एक बोतल और कांच अथवा प्लास्टिक की छोटी नलिका द्वारा की जा सकती है (चित्र देखिए)।

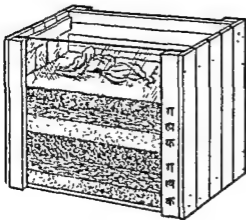


6. घर पर बनी कोटधानी (बर्मरी)

लकड़ी का एक बक्स लीजिए, जिसका आकार 30 सेंटीमीटर × 30 सेंटीमीटर × 15 सेटीमीटर का हो। इसमें सामने की ओर कांच लगा होना चाहिए। यह बक्स केंचुओं के रहन-सहन का अध्ययन करने के लिए उपयोगी होगा।

बक्स को लगभग ऊपर तक (क) बालू, (ख) सड़ी पत्तियों, और (ग) भुरभुरी मिट्टी से भर दीजिए। ऊपरी तह डालने के पहले प्रत्येक निचली तह को अच्छी तरह दबा देना चाहिए।

ऊपर की मिट्टी पर लेट्यूस की पत्तियां (अथवा करमकल्ले की नरम पत्तिया या अन्य



साग-पात), गाजर, इत्यादि रख दीजिए और साथ ही कुछ केंचुए भी छोड़ दीजिए।

बक्स के भीतर की सामग्री को नमदार रखिए और केंचुओं के रहन-सहन का अध्ययन करिए।

7. कीड़ों के जीवन-वृत्त का अध्ययन

गत्ते का एक बड़ा-सा बक्स लीजिए और उसके चारों ओर की दीवारों में बड़े आयताकार छेद काट कर उनको बहुत महीन कपड़े से ढक दीजिए। कपड़े को बक्स के किनारों पर मोड़ दीजिए और लेई से चिपका दीजिए। एक बड़ा-सा द्वार भी बनाइए। इसके लिए बक्स की एक दीवार को तीन ओर से काटिए और चौड़े मोड़ पर गत्ते को मोड़ दीजिए। हत्या बनाने के लिए हरे कागज या गत्ते का एक टुकड़ा मोड़ कर द्वार के सिरे के पास चिपका दीजिए। बक्स की असली पेदी को ज्यों-का-त्यों रहने दीजिए ताकि बक्स मजबूत रहे। (यदि सेलोफैन मिल सके तो द्वार अथवा एक दीवार में एक खिड़की बनाई जा सकती है)। पेदी पर एक टुकड़ा कागज बिछा दीजिए पर उसे चिपकाइए नहीं। इससे बक्स की सफाई करने में सुगमता रहेगी। कुछ छोटी-छोटी प्यालियों में नमदार मिट्टी रखिए, उनमें फूल खोंस दीजिए और स्याध पीधों की पत्तिया तथा तने भी रख दीजिए। पानी से भरे बरतन रखना ठीक नहीं रहता क्योंकि पानी में डूब कर कीट मर भी सकते हैं।

तितलियों के जीवन-इतिहास की सभी अवस्थाओं को जानने के लिए यह पिंजड़ा बहुत उपयुक्त है और अगर प्यूपे बनने के लिए मिट्टी के बड़े बरतन भी साथ रख दिए जाएं तो यह पतंगों (माथ) के सम्बन्ध में भी उपयोगी हो सकता है। कीड़ों के छूने आदि के लिए धुस या किसी छोटी छड़ी से काम लिया जा सकता है।

8. टिड्डे और तृण-कीटों के लिए सामग्री जुटाना

इन कीटों को चौड़े मुंह के काच के बरतन, धूम्रतबान अथवा बड़े गिनाय, को उलट कर

यह नीचे के चित्र में ख पर दिखाया गया है।



4. कीट संचयों के लिए आरोग्य-पेटिकाएं

लकड़ी या दपती के सिंगार बक्सों से बहुत उपयोगी और सुविधाजनक कीट संचय-पेटिकाएं बन सकती हैं। तान-पट्टिका से कीट को हटाने के बाद उसके शरीर में एक पिन गोद दी जाती है, और वह पिन बक्स की पेंदी में खोंस दी जाती है, जिससे कीट वही लगा रहे। पिनों को क्रम से लगाना चाहिए। पिन के सिरे के पास मोटे-से कागज का एक छोटा काई लगाया जा सकता है, जिस पर उस कीट के सम्बन्ध में थोड़ा-बहुत विवरण हो।

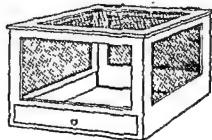
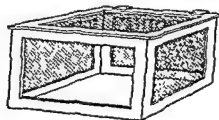
सिंगार बक्सों के भीतर रुई बिछा कर भी कीटों को आरोपित किया जा सकता है। डक्कन हटा दिया जाता है और बक्स के भीतर पुनी रुई की तहें जमा दी जाती हैं। इस पर कीट सजा दिए जाते हैं और तब बक्स को कांच या सेलो-फेन से ढक दिया जाता है। कांच या सेलो-फेन को पट्टी (टेप) से बक्स पर चिपका दिया जाता है। लीजिए, आपकी पक्की आरोग्यी (माउटिंग) तैयार है। यह आरोग्यी तितलियों और पतंगों को आरोपित करने के लिए अथवा पाठशाला के संग्रहालय (म्यूजियम) में कीटों के प्रदर्शन के लिए बहुत ही उपयुक्त है।

5. विज्ञान कक्ष के लिए जन्तुओं के पिण्डे

आरम्भिक और सामान्य विज्ञान में बहुधा यह आवश्यक हो जाता है कि कभी-कभी जन्तुओं को पिण्डे में बन्द करके कक्षा में भी थोड़े समय के लिए रखा जाए ताकि विद्यार्थियों उनका अध्ययन कर सकें। उसके लिए पिण्डे ठीक ढंग से बनाए जाने चाहिए। जिन वस्तुओं में ये बनाए जाते हैं, वे वस्तुएं हर जगह मिल सकती हैं।

ऐसा एक पिण्डा लकड़ी के बक्स से बनाया जा सकता है। इसमें एक कच्चेदार डक्कन

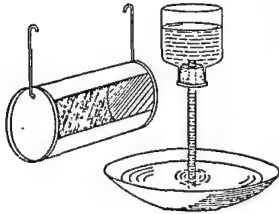
होना चाहिए। डक्कन में एक खिड़की (खुला भाग) हो जिस पर तार की जाली लगा दी जाए। बक्स के चारों पादों में भी खिड़कियां बना देनी चाहिए। अगल-बगल और पीछे की खिड़कियों में जाली लगा दीजिए और सामने वाली खिड़की में चाक जड़ दीजिए। इस तरह के पिण्डों में नीचे एक दराज लगा देने से पिण्डा और भी उपयोगी हो जाता है। दराज कांच वाली खिड़की के नीचे रहे और उसकी लम्बाई-चौड़ाई इतनी हो कि वह नीचे से समूची पेंदी को ढक ले। तब इससे जानवरों को परेशान किए बिना ही पिण्डे की सफाई की जा सकती है।



शीतोष्ण प्रदेशों में तार की जाली की बजाय वांस की खपचियां अथवा लकड़ी लगा कर बहुत उपयोगी पिण्डे बनाए जा सकते हैं।

पिण्डे में बन्द जन्तुओं को दाना-पानी देना बहुधा सरल नहीं होता। खाद्य और पानी के बरतनों को आम तौर पर पेंदी से कुछ ऊपर रखना चाहिए। छोटे जन्तुओं के लिए मामूली साने का बरतन साधारण टिन के डिब्बे से बन सकता है। डिब्बे की बगल से एक पट्टी काट लेनी चाहिए और फिर डिब्बे को पिण्डे की बगल में छोटे तारों में लटका देना चाहिए, जैसा चित्र में दिखाया गया है। सफेद

चूहों, गिनी पिम्स और बड़े चूहों (हेम्स्टर्स) को पानी देने की व्यवस्था एक बोतल और कांच अथवा प्लास्टिक की छोटी नलिका द्वारा की जा सकती है (चित्र देखिए)।

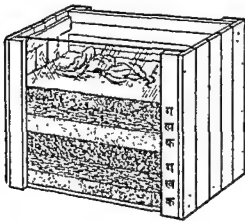


6. घर पर बनी कीटधानी (बमरों)

लकड़ी का एक बक्स लीजिए, जिसका आकार 30 सेंटीमीटर × 30 सेंटीमीटर × 15 सेंटीमीटर का हो। इसमें सामने की ओर कांच लगा होना चाहिए। यह बक्स केंचुओं के रहन-सहन का अध्ययन करने के लिए उपयोगी होगा।

बक्स को लगभग ऊपर तक (क) बालू, (ख) सड़ी पत्तियाँ, और (ग) भुरभुरी मिट्टी से भर दीजिए। ऊपरी तह डालने के पहले प्रत्येक निचली तह को अच्छी तरह दबा देना चाहिए।

ऊपर की मिट्टी पर लेट्यूस की पत्तियाँ (अथवा करमकल्ले की नरम पत्तियाँ या अन्य



साग-पात), गाजर, इत्यादि रख दीजिए और साथ ही कुछ केंचुए भी छोड़ दीजिए।

बक्स के भीतर की सामग्री को नमदार रखिए और केंचुओं के रहन-सहन का अध्ययन करिए।

7. कीड़ों के जीवन-वृत्त का अध्ययन

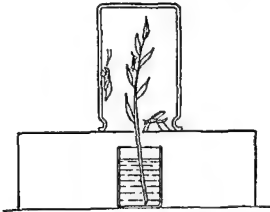
गत्ते का एक बड़ा-सा बक्स लीजिए और उसके चारों ओर की दीवारों में बड़े आयताकार छेद काट कर उनको बहुत महीन कपड़े से ढक दीजिए। कपड़े को बक्स के किनारों पर मोड़ दीजिए और लेई से चिपका दीजिए। एक बड़ा-सा द्वार भी बनाइए। इसके लिए बक्स की एक दीवार को तीन ओर से काटिए और चौड़े मोड़ पर गत्ते को मोड़ दीजिए। हथ्था बनाने के लिए हरे कागज या गत्ते का एक टुकड़ा मोड़ कर द्वार के सिरे के पास चिपका दीजिए। बक्स की असली पेंदी को ज्यों-का-त्यों रहने दीजिए ताकि बक्स मजबूत रहे। (यदि सेलोफेन मिल सके तो द्वार अथवा एक दीवार में एक खिड़की बनाई जा सकती है)। पेंदी पर एक टुकड़ा कागज बिछा दीजिए पर उसे चिपकाइए नहीं। इससे बक्स की सफाई करने में सुगमता रहेगी। कुछ छोटी-छोटी प्यालियों में नमदार मिट्टी रखिए, उनमें फूल बॉस दीजिए और खाद्य पीघों की पत्तियाँ तथा तने भी रख दीजिए। पानी से भरे बरतन रखना ठीक नहीं रहता क्योंकि पानी में डूब कर कीट मर भी सकते हैं।

तितलियों के जीवन-इतिहास की सभी अवस्थाओं को जानने के लिए यह पिजड़ा बहुत उपयुक्त है और अगर प्यूपे बनने के लिए मिट्टी के बड़े बरतन भी साथ रख दिए जाएं तो यह पतंगों (माय) के सम्बन्ध में भी उपयोगी हो सकता है। कीड़ों के छूने आदि के लिए बृश या किसी छोटी छड़ी से काम लिया जा सकता है।

8. टिट्टे और तृण-कोटों के लिए सामग्री जुटाना

इन कीटों को चौड़े मुँह के कांच के बरतन, अमृतदान अथवा बड़े गिलास, को उलट कर

उसमें रखा जा सकता है। उनके खाने के लिए बरतन में पत्तियां रख देनी चाहिए। पत्तियों की टहनी को पानी के छोटे बरतन में खड़ा किया जा सकता है। कीट को अधिक स्थान देने के लिए और उसे डूबने से बचाने के लिए शीशे बरतन को, जूते के शीशे डिब्बों को उल्टा रख कर उस पर रखा जा सकता है। पत्तियां जूते के बक्स की पेदी से, जो अब सबसे ऊपर है, बाहर निकली रहें।



9. मक्खियों के लिए अमृतवान से बना जीवालय

बड़ी मक्खी (ब्लो फ्लाई) के जीवन और रहन-सहन का अध्ययन करने के लिए उसे कांच के अमृतवान में रखा जा सकता है। जब वह इस बरतन में रखे कूड़े पर अण्डे दे चुके तो मक्खी को दूसरे बरतन में रख दीजिए और अण्डों को किसी साधारण गरम स्थान में रख दीजिए (जाड़ों में धूप में)। एक सप्ताह बीतने पर अण्डों से डोले (जेण्टिल्स) निकलेंगे। एक सप्ताह और बीतने पर वे पीतापेप्टिन (त्रिसैलाइड) हो जाएंगे। अगर थोड़ी-सी गीली मिट्टी अथवा काई (मांस) को बरतन में डाल दिया जाए तो वे सूखेंगे नहीं। कुछ ही सप्ताहों में उनका पूरा जीवन-इतिहास जाना जा सकता है। बाद में उनसे सम्बन्धित कई समस्याओं को छान-बीन भी की जा सकती है, जैसे क्या वे सोती हैं? वे क्या खाती हैं? नर और मादा में क्या अन्तर होता है?

10. मकड़ियों का अध्ययन

आपन देखा होगा कि कई जातियों की मकड़ियां पानी के ऊपर या पालिश किए हुए धरानों पर नहीं चल पाती। इस तथ्य से लाभ उठाया जा सकता है। पानी के बाल में पीधे का गमना रख दीजिए या गमले को पालिश की हुई मेंब पर रखिए। दो या तीन छड़ियों या गत्ते की पट्टियों को एक बहुभुज के आकार के अनुसार आपन में बांध दीजिए, और इस ढांचे को गमले के पीधे के सहारे कुछ तिरछा खड़ा कर दीजिए। अब पीधे पर एक जाला बुनने वाली मकड़ी रख दीजिए। वह जाला बुनना शुरू कर देगी।

यदि किसी अलमारी की कुछ दरारें निकाल दी जाएं और उसमें एक बड़ा-सा मकड़ा, जैसे एपायरा डायडेमाटा (मादा), रख दिया जाए तो वह उसमें ही जाला बुन देगा। अलमारी में कुछ पीधे रख दीजिए और फिर मकड़े को रख कर अलमारी का द्वार बन्द कर दीजिए। कुछ घंटों के बाद द्वार खोलिए। इससे सम्भवतः जाला टूट जाएगा, परन्तु अब यदि द्वार को खुला छोड़ दिया जाए तो मकड़ा भागने की कोशिश नहीं करेगा। वह एक दूसरा जाला बुन डालेगा। यदि उसके जाले में काफी कीट न फँसें तो उसे कीट, डोले, पतंगे या मक्खियां खाने को देनी चाहिए।

जाला बुनने की विधि भी देखनी चाहिए और उसके खाने तथा अन्य कार्य-व्यवहारों को तथ्य तथा समय सहित नोटबुक में लिख देना चाहिए। अनियमित जाला बनाने वाली मकड़ी (काववेव स्पाइडर) को बड़े अमृतवान में रखना चाहिए। अमृतवान पर जाली लगा देने से समय-समय पर भीतर डाली गई मक्खी उठ कर भाग नहीं पाएगी। मकड़ी जितने भी अण्डे देगी, वे मुगमता से देये जा सकते हैं और खाने के सम्बन्ध में उसकी रोचक आदतों का भी अध्ययन किया जा सकता है।

11. मेंढकों और भेकों का पालन और प्रेक्षण

मेंढकों और भेकों को पिड़ियां रखने के निम्न

पुराने पिजड़े में रखा जा सकता है। इसके भीतर मिट्टी, पीछे और पानी के लिए एक-दो खाली तश्तरियां रख दीजिए। तब पिजड़े के दरवाजे से, जो साधारणतः छोटा होता है, पानी से भरी बोतल पिजड़े के भीतर डाल कर तश्तरियों को भर दीजिए। मँडकों तथा भेकों को खाने के लिए कंचुए और मक्खियां देनी चाहिए।

मँडकों और भेकों के इवसन-तन्त्रों, सांस की गति और उनकी खाने की आदतों का सही-सही अध्ययन किया जा सकता है। यदि पिजड़े पर आड़ कर दी जाए तो यह देखा जा सकता है कि इससे मँडक की चमड़ी के रंग में क्या परिवर्तन होता है। यदि एक मँडक को शीशे के एक बड़े कटोरे में डाल दिया जाए तो उसके तैरने की विधि भी देखी जा सकती है।

वेगचियों को कांच के बरतनों में रखा जा सकता है परन्तु जब उनका रूपान्तर निकट आए तो उनको किसी कम गहरी तश्तरी या थाली में डाल देना चाहिए। थाली के बीच में थोड़े-से पत्थर रख दिए जाएं। वेगचियों से उत्पन्न छोटे मँडकों को पालना सरल नहीं है। अच्छा यही होगा कि उनको मुक्त कर दिया जाए और अधिक आयु के मँडकों को ही ऊपर की रीति के अनुसार पाला जाए।

(जस्ती वरतन ऐम्फीबिया—उभयचर प्राणियों—के लिए उपयुक्त नहीं होते।)

12. चूहों का पालन और प्रेक्षण

घाले और सफेद चूहों को जस्त की कलई वाली चादरों से बने नहाने के पुराने टवों में रखा जा सकता है। टव को मजबूत तार की बड़े छेदों वाली जाली से ढक देना चाहिए। चूहों के बच्चे तार की जाली से बाहर निकल आएंगे और जाली पर खेल-कूद मचाएंगे। यदि जाली टव के चारों ओर कई इंच बाहर बढ़ी रहे और पास में कोई लाग न रहे तो वे जाली पर से उतर नहीं सकेंगे। टव की पेंदी पर स्वच्छ बालू की कम-से-कम 3 सेंटी-मीटर मोटी तह बिछा देनी चाहिए। इसको

प्रति दिन बदलना चाहिए। बालू को बहते पानी में अच्छी तरह धोकर और हवा में फैला कर सुखाने के बाद फिर से इस्तेमाल किया जा सकता है। रहने की जगह बनाने के लिए कपड़े के साफ टुकड़े लीजिए। वाद में या तो इनको उबाल लीजिए या फिर फेंक दीजिए।

चूहों को पालना सरल होता है। वे सभी कुछ खा लेते हैं। उन्हें जूटन और तरकारी आदि की छीलन खाने के लिए दी जा सकती है। उनको थोड़े-से 'पैरट सीड' भी दे देने चाहिए, जिसका अधिक भाग हेलिएन्यस के बीज होते हैं (इसके बदले चना भी दिया जा सकता है)। चूहों को 'पैरट सीड' बहुत अच्छे लगते हैं और वे उन्हें पंजो में पकड़ कर उनके छिलकों को तोड़ते हैं। उनको सूर्यमुखी, मटर, सेम या गेहूं (या चने) के नव अंकुरित पीछे देने चाहिए ताकि उनको पर्याप्त मात्रा में सब विटामिन मिल सकें।

शुरू में चूहों की एक जोड़ी ही काफी होगी क्योंकि चूहों के बच्चों की परम्परा तेजी से बढ़ती है।

यदि चूहों को अच्छा खाना दिया जाए और उनके साथ सहानुभूतिपूर्वक बर्ताव किया जाए तो वे शीघ्र ही पालतू बन जाते हैं और जब तक वे डर न जाएं, कभी काटते नहीं। एक ही व्यक्ति या सदैव उन्हीं व्यक्तियों द्वारा उनका पालन आदि होगा चाहिए।

चूहों के रहन-सहन और प्रजनन का अध्ययन करें। उनकी वृद्धि का लेखा बनाएं। चूहों का वजन लेने के लिए एक बिंदोप बक्स बनाइए। गत्ते का एक ऐसा बक्स लीजिए जिसका ढक्कन गहरा हो। हवा आने-जाने के लिए ढक्कन में कई-एक छोटे-छोटे छेद कर लीजिए। बक्स के भीतर थोड़े-से हेलिएन्यस (प्रयवा चने) के बीज रख दीजिए, और जब चूहा इसमें घुसे, ढक्कन लगा दीजिए। बक्स और चूहों को एक ही साथ तोलिए और प्राप्त तौल से बक्स की तौल को घटा लीजिए। आहार सम्बन्धी सरल प्रयोगों के लिए चूहों

की तौल को सूचकांक माना जा सकता है। चूहों को नियमित ढंग से तोलना चाहिए जैसे, प्रति सप्ताह।



चूहों की सहायता से सरल मेण्डलियन प्रयोग भी किए जा सकते हैं।

यदि चीड़-फाड़ की आवश्यकता पड़े और क्लोरोफॉर्म उपलब्ध न हो, तो चूहे को निम्नलिखित रीति से बड़ी सरलता से मारा जा सकता है: मजबूत पेटो अथवा अच्छे ढक्कन वाले विस्कुट के छोटे डिब्बे की पेंदी, दीवारो और ढक्कन में कील से ठोंक कर कई-एक छेद करिए। चूहे को इस डिब्बे में रख दीजिए और ढक्कन लगा दीजिए। समूचे डिब्बे को पानी में डुबा दीजिए और ढक्कन पर भारी बोझ रख दीजिए। डिब्बे में पानी भर जाएगा और चूहा शीघ्र मर जाएगा।

13. चींटियों का अध्ययन करने के लिए प्रेक्षण-नीड़

चींटियों के जीवन-इतिहास के अध्ययन के लिए एक प्रेक्षण-नीड़ निम्नलिखित रीति में सुगमतापूर्वक बनाया जा सकता है:

लकड़ी के तीन टुकड़े लीजिए, जिनमें में प्रत्येक को लम्बाई 30 सेंटीमीटर और मोटाई-चौड़ाई 1.5 सेंटीमीटर ही। इन टुकड़ो को U की आकृति में जोड़ दीजिए। अब इसको लकड़ी की किसी पेंदी पर जड़ दीजिए। इसके बाद 30 सेंटीमीटर × 30 सेंटीमीटर के दो काच के टुकड़े काटिए और उनको U के दोनों ओर रख कर उन पर रबड़ के छल्ले लगा दीजिए या धातु के किसी प्रकार के मन्घरों (क्लिपों) से उन्हें जड़ दीजिए।

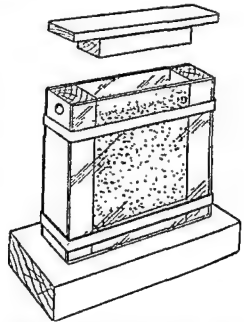
अब इसके ऊपर लगान के लिए एक ढक्कन बनाइए जो इन पर फस कर बैठ। चित्र को देखिए। एक तरफ, ऊपरी किनारे से लगभग 5

सेंटीमीटर नीचे, 0.5 सेंटीमीटर व्यास का छेद कीजिए और उसमें रुई ठूस दीजिए।

नीड़ बनाने के लिए यह आवश्यक है कि काँचे की बीच-बीच के स्थान में मिट्टी भर दी जाए। उसी खेत से लेनी चाहिए जहाँ से चींटी लाई जाएं।

ऊपर से बलुई मिट्टी डाल दीजिए और बीच-बीच में दबा कर इसके तल को सग उस छेद के स्तर तक ला दीजिए जहाँ रुई ठूसी हुई है।

जहाँ तक चींटियों का सम्बन्ध है, इस काम लिए काली या लाल चींटियाँ सबसे अधिक उपयुक्त होती हैं। वे अपनी बस्ती प्रायः सग पत्थरों के नीचे ही बनाती हैं।



जैसे ही आप सपाट पत्थर उठाएंगे चींटियाँ भागने लगेंगी। अब संकरे मुँह में दवा वाली दो शीशियाँ, उनके मुँह को बन्द करने के लिए रुई, खुरपी और एक ताव बर मफेद कागज या चादर चाहिए।

एक शीशी को भूमि पर रख दीजिए और चींटियों को बोतल में जाने दीजिए। लगभग 100 चींटियाँ लीजिए। तब रुई ठूस कर शीशी का मुँह बन्द कर दीजिए।

इसके बाद रानी का पता लगाइए। इसके लिए काफी गहराई तक खुरपी से खोदिए और मक्रेड चादर को भूमि पर बिछा कर मिट्टी को उस पर फैलाते जाइए। जब आप मिट्टी के ढोकों को अंगुलियों से तोड़ेंगे तो आप देखेंगे कि एक चीटी औरों से बहुत बड़ी है। यही रानी है। इसे दूसरी शीशी में डाल दीजिए, परन्तु इस काम में धैर्य की आवश्यकता होगी।

प्रेक्षण-नीड़ में चीटियों को पहचानने के लिए किसी बड़े थाल में पानी भर दीजिए और उसके बीच में एक थाली उल्टी करके रख दीजिए, जिसके बीच में एक टाणू-सा वन जाए और उस पर से चीटियां भाग न सकें। प्रेक्षण-नीड़ को बीच वाली थाली पर रख दीजिए और चीटियों को उस थाली पर या सीधे प्रेक्षण-नीड़ पर ही छोड़ दीजिए। एक बार जब रानी उसमें बन्द हो जाएगी तो शेष चीटियां अपने-आप द्वार में से भीतर आ जाएंगी।

चीटियों को दिन का प्रकाश अच्छा नहीं लगता, इसलिए छेद में रूई ठूस दीजिए और नीड़ पर मोटे वादामी कागज का लिफाफा चढा दीजिए। तब घोंसले को उठा कर उसके नियत स्थान में रख दीजिए।

द्वार के पास भीतर शीशे पर थोड़ा-सा शहद चुपड़ लीजिए, चीटियों के लिए काफी आहार की व्यवस्था हो गई। मिट्टी को नमदार रखने के लिए फाउंटेनपेनों में स्याही भरने की नलिका से कभी-कभी भीतर पानी छिड़क दीजिए।

नीड़ के भीतर की कौतूहलपूर्ण घटनाओं, अण्डों का दिया जाना, ढोलो का निकलना, चीटियों के परस्पर वार्तालाप का ढंग, जो एक-दूसरे के सिर को शंगिकाओं (एण्टेन्ना) से छू कर किया जाता है, का अध्ययन कृत्रिम प्रकाश में किया जा सकता है क्योंकि कृत्रिम प्रकाश से चीटियों के कार्य-व्यवहार

में कोई बाधा नहीं पड़ती। चीटियों की सुरंग कांच के समानान्तर ही बनाई जानी चाहिए ताकि ये सब बातें बड़ी सुगमता से देखी जा सकें।

निम्नलिखित प्रयोग भी लाभदायक सिद्ध होंगे—कुछ चीटियों को नीड़ से बाहर निकालना और फिर वापस रख देना, दूसरे स्थान से कुछ चीटियों को लाकर नीड़ में डाल देना, हरी मक्खियों को या मकड़ियों आदि को नीड़ में डाल देना, आदि आदि।

एक बार जब नीड़ सुस्थित हो जाए और रानी अण्डे देने लगे, तब द्वार में से रूई निकाल दी जा सकती है। प्रेक्षण-नीड़ को एक खुली खिड़की के पास रख देने से चीटियां वर्ष भर स्वतन्त्रता से आती-जाती रहेंगी।

14. अमृतबान का मत्स्यकुण्ड¹ (जल-जीवशाळा)

यदि काच की कोई बड़ी टंकी न मिल सके तो साधारणतः किसी भी काच के बरतन से साधारण मत्स्यकुण्ड बनाया जा सकता है। केवल यह ध्यान में रहे कि मत्स्यकुण्ड के पानी में एलोडिया या मिरियोफाइलम (या सेवार तथा अन्य पौधे, जो तालों या नदियों में पानी के भीतर ही भीतर उगते हैं) आदि काफी जल-पौधे रखे जाएं ताकि पानी में हवा पहुंचती रहे। एक किलोग्राम के अमृतबान में कैंडिस (कैंडिस-पलाई) के डिम्ब तालाब में पाए जाने वाले घोघे, छोटे कठिनी (क्रस्टेशिया) और एलोडा और छोटा लेम्ना (लेम्ना माइनर) आदि पौधे भली-भांति रखे जा सकते हैं। अगर इन पौधों को सावधानी से लगाया जाए तो महीनों तक ये ठीक और सन्तुलित ढंग से काम करेंगे। इसमें कम पौधे लगाना उतना ही हानिप्रद होगा जितना कि अधिक लगाना। इस मत्स्यकुण्ड की देख-रेख करने की कोई आवश्यकता नहीं है, परन्तु अगर इसमें डिस्टिकम या कोई अन्य निकासी डिम्ब रखा जाए तो बरतन की पेंदी में 3 सेंटीमीटर

¹ मत्स्यकुण्ड में केवल मछलियां ही नहीं पाली जाती, बरन् सभी प्रकार के जल-जीव पाने जा सकते हैं। इसे अंग्रेजी में एक्वेरियम कहते हैं।

तक स्वच्छ बालू भरने से वह कैंडिसों के लिए शायन-कक्ष का काम कर देगी। उसके ऊपर महीन कपड़ा डाल देना चाहिए ताकि कैंडिस मक्खियों के चुपके से भाग जाने का डर न रहे।

अण्डे देने, अन्य परिवर्तनों तथा उनके अन्य कार्य-व्यवहारों से सम्बन्धित बातों को लिखने के लिए एक दैनिकी (डायरी) अपने पास रखनी चाहिए।

इन मत्स्यकुण्डों के आधार पर तालाब में रहने वाले पौधों और प्राणियों के परस्पर सम्बन्ध का प्रारम्भिक अध्ययन किया जा सकता है।

तालों और नदियों के प्राणियों (मछली आदि) को पकड़ने के लिए रस छानने की छलनी (अथवा आटा छानने की छलनी) एक मजबूत जाल का काम दे सकती है। उस छलनी के बेंट को किसी छड़ी में मजबूती से फीते से बांध दीजिए। फीते को कई बार बेंट के छेद से निकालिए। यदि रबड़-विलयन (मोल्डूथान) मिल सके तो उसे फीते पर खूब चुपड़ दीजिए और फीते पर मजबूत गांठ बांध कर गांठ पर भी विलयन चुपड़ दीजिए।

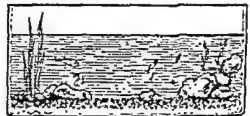
15. बड़े जलचरों के लिए मत्स्यकुण्ड

इनके लिए 50 सेंटीमीटर × 25 सेंटीमीटर नाप का कांच का मत्स्यकुण्ड बनाना चाहिए। पुराने संचायक के सेलों से भी काम चलाया जा सकता है। परन्तु उसका कांच बहुत साफ नहीं होता।

मत्स्यकुण्ड तैयार करने के लिए किसी निर्मल नदी या ताल की पेंदी में जमी महीन मिट्टी (मल या सिल्ट) लीजिए और उसे बहुते पानी में अच्छी तरह धोइए। मत्स्यकुण्ड की पेंदी पर इसकी 2 सेंटीमीटर मोटी तह बिछा दीजिए। उसमें तरकुल (रीड) के कुछ पौधे लगा दीजिए। इनमें पौधों की जड़ों को पत्थर से या सैंसे के छल्ले में दबाना चाहिए। सब मोटी वानू या बजरी की एक तह बिछाइए और कुछ बड़े पत्थर रख दीजिए, जिनमें जल-फोटो द्रव्य सके। मत्स्यकुण्ड में

धीरे-धीरे पानी डाल कर उसको भरिए और एक-दो दिन तक उसे वैसा ही छोड़ दीजिए। जब पानी निर्मल हो जाए तो उसमें स्वच्छ जल-पौधों को लगाइए। यदि जल-पौधे काफी संख्या में रहे तो वातन-व्यवस्था के लिए व्यर्थ का श्रम नहीं करना होगा।

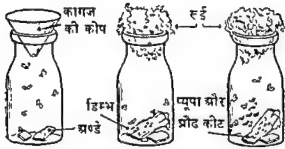
अब घास को स्वच्छ रखने के लिए कुछ घोंपे भीतर डालिए और तब जिन जलचरों को आप चाहते हैं उनको भी मत्स्यकुण्ड में डाल दीजिए। उनको खिलाना भी कम पड़ेगा। मछलियों घोंपों के अण्डों को खा लेंगी और साधारण ताल के पानी में काफी संख्या में छोटे-छोटे जीव रहते हैं, जिनसे उनकी अन्य आवश्यकताएँ पूरी हो जाएंगी। यदि केचुप खिलाने हों तो सप्ताह में केवल एक बार ही देने चाहिए और उन्हें इतने छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर डालना चाहिए कि मछलियाँ उन्हें आसानी से खा सके। जो आहार बच रहे उसे तुरन्त निकाल कर फेंक देना चाहिए अन्यथा उसमें फफूंदी लग जाएगी और उसमें मछलियाँ दूषित हो जाएंगी। मत्स्यकुण्ड के ऊपर छेदों-वाला जस्ते का ढक्कन लगा देना चाहिए। इससे जन-द्विषकलिया (न्यूट्स) और मोंढक भागने नहीं पाएंगे।



16. फल-मक्षिकाओं के जीवन-चक्र का निरोधन

कांच के छोटे समूतवानों (या बड़े मुह की बोतलों) में फल-मक्षिकाएँ बड़ी सुगमतापूर्वक रह सकती हैं। वरतन की पेंदी में पके फल का एक टुकड़ा रख दीजिए और कागज की कीप बना कर उसे बोतल के मुँह पर कस दीजिए। बोतल को खुले स्थान में रख दीजिए, और जब 6 या 8 फल-मक्षिकाएँ उसमें घुस जाएँ तो कीप को

हटा कर बोतल के मुँह में हल्के-से रुई ठूस दीजिए। इन मक्खियों में कुछ नर और कुछ मादा होंगी। मादा बड़ी होती है और उनका पेट अधिक चौड़ा होता है। नर अपेक्षाकृत छोटे होते हैं और उनके पेट पर एक काली नोक होती है।



फल-मक्षिकाए शीघ्र ही अण्डे देंगी और दो-तीन दिन में डिम्ब निकल आएंगे। बरतन के भीतर कागज का एक टुकड़ा डाल देना चाहिए जिससे प्यूपा बनने का समय आने पर उस पर डिम्ब रेंग सके। इन प्यूपा से प्रौढ़ कीट निकलेंगे। इनसे निकली हुई नई मक्षिकाओं को दूसरे बरतन में रखने से नई पीढ़ी आरम्भ की जा सकती है।

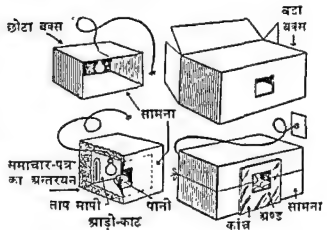
17. मृगों के अण्डों को सेना

यदि आपकी कक्षा में बिजली लगी हुई है तो बहुत कम खर्च में अण्डे सेने की एक मशीन, जिसे इन्क्यूबेटर कहते हैं, बनाई जा सकती है। कहीं से गत्ते के दो बक्स लाइए, जिनमें एक बड़ा और एक छोटा हों। छोटे बक्स का एक ओर का एक सिरा काट दीजिए और बड़े बक्स के एक ओर की दीवार में 15 सेंटीमीटर की वर्गाकार खिड़की काटिए। इसके बाद छोटे बक्स के ऊपरी सिरे में आधी दूरी तक एक चीर लगाइए (सीधा काटिए) और बक्स के भीतर एक बिजली का बल्ब लटका दीजिए। इस बल्ब में लम्बा तार लगाना चाहिए।

छोटे बक्स को बड़े बक्स के भीतर रखिए और दोनों के बीच चारों तरफ मोड़े हुए समाचारपत्र रख दीजिए। इस बात का ध्यान रखिए कि छोटे बक्स का गुला भाग बड़े बक्स के उस ओर

रहे जिधर खिड़की काटी गई है। बक्स के भीतर एक तापमापी ऐसी जगह रखिए जहाँ से आप उसे पढ़ सके। खिड़की पर काच का टुकड़ा लगा दिया जाता है।

अब आप प्रयोग आरम्भ कर सकते हैं। यह आवश्यक है कि बक्स के भीतर का ताप 21 दिन तक दिन-रात बराबर 103° फा० (40° सेंटीग्रेड) बना रहे। विविध बल्बों के उपयोग से और समाचारपत्रों की संख्या को घटा-बढ़ा कर कुछ दिनों बाद आप अपने इन्क्यूबेटर में इस ताप की नियमित व्यवस्था कर सकेंगे। इन्क्यूबेटर के भीतर छोटी-सी कटोरी में कुछ पानी रख देना चाहिए।



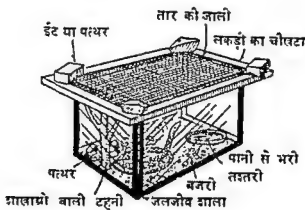
अब एक दर्जन अवनध्य (फर्टाइल) अण्डे प्राप्त करिए। अण्डों को इन्क्यूबेटर में रख दीजिए। तीन दिन बाद एक अण्डा निकाल लीजिए और उसे सावधानी से तोड़िए।

भीतर के पदार्थ को एक कम गहरी तश्तरी में एक साथ ही गिरा दीजिए। आपको तीन दिन के अन्दर एक भ्रूण दिखाई देगा और आप उसके हृदय की घड़कन भी देख सकते हैं और वह शायद आपके घंटे तक घड़कता रहे। हर तीसरे दिन एक अण्डा निकालिए और भ्रूण का विकास देखते रहिए। कुछ अण्डों को यह देखने के लिए पूरे 21 दिन तक रहने दीजिए कि उनमें से किसी में क्या निकलता है या नहीं।

18. साँप

अध्ययन के लिए विपहीन साँपों को कक्षा में लाया जा सकता है। चित्र में दिखाया गया है कि किस प्रकार एक ऐसा पिजड़ा बनाया जा सकता है जिसमें साँप के निकल भागने का कोई डर न रहे। पिजड़े की पेंदी पर चालू और बजरी बिछा देनी चाहिए। पिजड़े के भीतर पानी का कोई कम गहरा बरतन रख देना चाहिए। कुछ पत्थर और किसी वृक्ष की एक टहनी भी वहाँ रख देनी चाहिए, जिसमें दो या दो से अधिक शाखाएं हों।

जब कोई विपहीन साँप बाहर दिखाई प तो बहुत ही धीरे-से उसके पास जाना चाहिए यदि साँप को कभी हाथ से उठाना हो तो उसे एक हाथ से सिर के ठीक पीछे पकड़ें उसे बहुत कस कर न पकड़ें। शरीर के बा भाग को अपने दूसरे हाथ का सहारा दीजिए केंचुए, कई प्रकार के कीट, अण्डे या मांस के छो टुकड़े खिला कर साँपों को पाला जा सकता है कुछ साँप पिजड़े में बन्द करने पर कुछ खाते ही नहीं। बहुधा साँप कई सप्ताह तक कुछ नहीं खाते। यदि कोई साँप खाता ही नहीं तो उसे छोड़ देना ही ठीक रहेगा।



शिलाओं, मिट्टियों, खनिजों और जीवाश्मों के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

शिलाओं, मिट्टियों, खनिजों और जीवाश्मों के बारे में जानने के लिए बालकों को संदेव उत्सुकता रहती है। प्रायः सभी प्रकार के पर्यावरणों में इनके नमूने मिल सकते हैं, इसलिए ये विज्ञान-शिक्षण में महत्वपूर्ण योग दे सकते हैं। शिक्षक को यह नहीं समझना चाहिए कि विद्यार्थी जितने नमूने लाएं, उन सबका नाम बताना उसके लिए अनिवार्य है। वर्गीकरण और नामकरण तो प्रशिक्षित भू-गर्भ-वैज्ञानिकों का काम है। पारिभाषिक शब्दों के जाल में फंसे बिना भी शिलाओं और खनिजों के विषय में बहुत-कुछ सीखा जा सकता है। शिलाओं और खनिजों के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए परिशिष्ट-घ देखिए।

कुछ शिलाएं रूखी तथा खुरदरी होती हैं और ऐसा जान पड़ता है, मानो बालू के कण एक-दूसरे में चिपका दिए गए हों। ऐसे पत्थरों को बलुआ पत्थर या बालुकाश्म कहा जा सकता है। शिलाओं का एक दूसरा समूह नन्हें कणों और स्फाटों (क्रिस्टल्स) से बना हुआ जान पड़ता है। वे ग्रेनाइट की तरह होती हैं। उन्हें ग्रेनाइट-सम कहा जा सकता है। स्लेट, चूनापत्थर और नरम परतदार शिला, जो बहुधा नदियों के किनारे मिलती हैं, साधारण शिलाओं की कुछ दूसरी किस्में हैं। यद्यपि यह सरल शब्दावली वैज्ञानिक दृष्टिकोण से पूर्ण नहीं है, फिर भी साधारण शिलाओं में से अधिकांश के वर्गीकरण के लिए अच्छा काम देंगी।

शिलाओं की उनके बनने की रीति के अनुसार साधारणतः तीन बड़े वर्गों में बांटा जा सकता है :

1. **अवसादीय शिला या तलहटी शिला** (सेडिमेण्टरी रॉक्स) नदियों द्वारा लाए गए कीचड़ और तलहटी से पानी के बीच बनी थी। ये शिलाएं बहुधा परतदार होती हैं। शैल और चूनापत्थर इसके उदाहरण हैं।

2. **आग्नेय शिला या मैग्मज शिला** (इग्नीयस रॉक्स) पिघले पदार्थों के ठण्डे होने पर बनी थी। लावा, स्फटिक (क्वार्ट्ज) और अश्रक आग्नेय शिलाओं के अच्छे उदाहरण हैं।

3. **कायान्तरित शिला** (मेटामॉर्फिक रॉक्स) उच्च ताप और अत्यधिक ताप होने पर अवसादीय शैलों तथा आग्नेय शिलाओं से बनी थी। इस प्रकार की शिलाओं के उदाहरण चूनापत्थर से बना संगमरमर और शैल से बनी स्लेट हैं।

क. शिलाएं और खनिज

1. शिला-संग्रह बनाना

अगर प्रत्येक छात्र से शिला का एक टुकड़ा लाने को कहा जाए तो आसपास में पाई जाने वाली साधारण शिलाओं का एक संग्रह बनाया जा सकता है। छात्रों को समझा दीजिए कि सब शिलाओं का नाम जानना आवश्यक नहीं। एक तरह के नमूनों को अलग करके एक मेज पर एक

साथ रख दीजिए। संग्रहीत शिलाओं को उनकी आकृति, रंग तथा अन्य लक्षणों के अनुसार वर्गों में विभाजित करिए। शिलाओं का वर्गीकरण करने के लिए अधिक-से-अधिक रीतियां खोज निकालिए।

2. किसी एक शिला का अध्ययन

एक अकेली शिला को चुन लीजिए और सावधानी से उसका निरीक्षण करते हुए उसके बारे में

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकार ग्रन्थ

अधिक-से-अधिक जानकारी प्राप्त करने की चेष्टा कीजिए। अगर उसका आकार चपटा है तो सम्भवतः वह किसी अवसादी संरचना का एक टुकड़ा या परत है। ये शिलाएं आज से लाखों वर्ष पहले नीचे बैठे अवसादों के कड़े हो जाने से बनी थी। यदि किसी शिला को देख कर यह जान पड़े कि वह बालू के गहरी कणों को, मानो मीमेट द्वारा जोड़ने से बनी है तो वह सम्भवतः बलुआ पत्थर (सैंडस्टोन) है। यदि उसमें कुछ बड़े गोलाकार या अण्डाकार रोड़े हैं तो वह सम्भवतः एक अन्य अवसादी शिला है, जिसे मिश्रपिंडाश्म (कंग्लोमरिट) कहते हैं। यदि शिला कुछ गोल दिखाई पड़े तो यह सम्भवतः जल के प्रवाह का परिणाम है। प्रवर्धक लैन्स से शिला की जांच करिए। यदि उसमें छोटे कण और स्फाट (क्रिस्टल्स) हैं तो वह ग्रेनाइट-सम शिला है और सम्भवतः उसे बहुत पहले किसी शक्ति ने ध्वी के गहरे गर्भ से ऊपर फेंक दिया था। इस प्रकार कई शिलाओं का सावधानीपूर्वक निरीक्षण करने से छात्रों में अन्य शिलाओं का संग्रह करने और उनका अध्ययन करने के लिए उत्सुकता बढ़ेगी।

3. निजी शिला-संग्रह बनाना

विद्यार्थियों को उत्साहित करना चाहिए कि वे अपना निजी शिला-संग्रह बनाएं। इन संग्रहों को गत्ते के छोटे बक्सों अथवा सिगार के बक्सों में रखा जा सकता है। बक्सों में विभाजन पट्टियां तगा देनी चाहिए। विद्यार्थी अपने संग्रह की शिलाओं को पहचान ले तो उसे चाहिए कि वह प्रत्येक शिला पर कागज के छोटे-छोटे लेबल या चिपकने वाले फीते के टुकड़े चिपका दे। प्रत्येक शिला पर एक संख्या डाल देनी चाहिए और बक्स के ढक्कन पर एक तालिका चिपका देनी चाहिए। संग्रह को सीमित ही रखना अच्छा है। छात्रों को उत्साहित करना चाहिए कि जो नमूने उनके पास आवश्यकता से अधिक हों, वे दूसरे छात्रों को देकर उसके बदले में उनके नमूने ले लें जो उनके पास न हों, और इस त संग्रह को पूर्ण बनाएं।

4. टूटी हुई शिला का अध्ययन

शिलाओं के कई नमूनों को बीच में तोड़ कर दो टुकड़े कर दीजिए। ताजा तोड़ी गई सतहों की तुलना शिला की बाहरी छीजी हुई सतह से करिए। शिलाओं को अधिक टूट-फूट से बचाने के लिए उन्हें कपड़े में लपेट कर और किसी बड़े पत्थर पर रख कर हथौड़े से जोर से ठोंकना चाहिए। कपड़ा लिपटे रहने के कारण छोटे टुकड़े छटक नहीं पाते।

5. चूनापत्थर की पहचान

यह देखने के लिए शिलाओं के नमूनों की परीक्षा की जा सकती है कि उनमें कोई चूनापत्थर है या नहीं। इसके लिए उन पर नीबू का रस, मिरका अथवा अन्य कोई तनु अम्ल (डाइल्यूट एमिड) गिराइए। यदि उनमें से कोई चूने का पत्थर होगा तो अम्ल पड़ने पर वह बुदबुदाने लगेगा और उसमें बुलबुले उठेंगे। यह बुदबुदाना कार्बन डाइ-आक्साइड गैस के कारण उत्पन्न होता है, जो अम्ल के सम्पर्क में आने के कारण चूना-पत्थर से निकलती है। संगमरमर पर भी, चूना-पत्थर से बनी आग्नेय शिला होने के कारण, यह परीक्षण किया जा सकता है।

6. प्रवर्धक लैन्स की सहायता से टूटी शिलाओं का अध्ययन

ताजा तोड़ी शिला का अध्ययन प्रवर्धक लैन्स से करिए और उसमें विभिन्न खनिजों के स्फाटों (क्रिस्टल्स) को ढूँढ़ने की चेष्टा करिए। विभिन्न खनिजों के स्फाट आकार, आकृति और रंग में विभिन्न होंगे।

7. प्रवर्धक लैन्स की सहायता से बालू का परीक्षण

थोड़ी-सी बालू की परीक्षा प्रवर्धक लैन्स अथवा, यदि उपलब्ध हो तो उसकी

है। बहुधा अन्य खनिजों के स्फाट भी बालू में पाए जाते हैं। उन्हें प्राप्त करने का प्रयत्न करिए।

8. 'शिला' और 'खनिज' का शब्दार्थ

जो ज़मूने आपने एकत्रित किए हैं, उनका अध्ययन करिए और उनसे इन दोनों शब्दों का अर्थ ज्ञात करिए। शिला एक ऐसा खनिज पदार्थ है जो पृथ्वी पर बड़ी मात्रा में पाया जाता है। अधिकांश शिलाएं कई खनिजों का मिश्रण होती हैं, यद्यपि कुछ शिलाएं ऐसी भी होती हैं जिनमें केवल एक ही खनिज रहता है। खनिज एक ऐसा पदार्थ है जो पृथ्वी में प्राकृतिक रीति से मिलता है, जिसकी रासायनिक संरचना निश्चित है और जिसमें विशिष्ट और लाक्षणिक गुणों का एक विशेष संयोग रहता है।

9. किसी खदान का निरीक्षण

खदान को शिक्षक पहले ही देख आए। देखिए कि शिला कैसे निकाली जाती है। यदि शिला अवसादी (सेडिमेण्टरी) है तो उसकी परतों को देखिए। शिलाओं के नमूने इकट्ठे करिए और उन्हें कक्षा में अध्ययन के लिए ले जाइए। पौधों या जीवों के जीवाश्मों (फॉसिल्स) का पता लगाइए। उन क्षेत्रों में भी छात्रों को ले

जाने की योजना बनाई जा सकती है जहां किसी शिला को तोड़ा गया हो या जहां पास में कोई कोयले की खान हो।

10. शिलाओं और खनिजों के नमूनों को आरोपित करना

पेरिस प्लास्टर का आधार (बेस) बना कर संग्रह की जाने वाली शिलाओं और खनिजों के नमूनों को उसमें सफाई से आरोपित किया जा सकता है। प्लास्टर के सफेद चूर्ण को पानी में फेंट कर गाढ़ा मिश्रण बनाना चाहिए। इस मिश्रण को किसी टीन के डिब्बे के ढक्कन में भरिए जो लगभग 1 सेटीमीटर गहरा हो। भरने से पहले ढक्कन के भीतर मोमी कागज का अस्तर लगा देना चाहिए या उसमें वसा (या वैसलिन) चुपड़ देनी चाहिए। प्लास्टर कड़ा होने के पहले ही शिला या खनिज के छोटे नमूने को उसमें इतना धसा देना चाहिए कि उसके निकलने का डर न रहे, परन्तु इतना भी धसा न रहे कि वह अच्छी तरह दिखाई भी न पड़े। फिर सफेद आधार पर पदार्थ का नाम सुन्दर अक्षरों में लिखा जा सकता है और अन्त में आधार पर चमड़े की स्वच्छ पालिश या वार्निश लगाई जा सकती है।

ख. कृत्रिम शिलाएं

1. सीमेंट और कंक्रीट

पोर्टलैंड सीमेंट (मकान बनाने में काम आने वाला सीमेंट) से भरी एक छोटी बोरी लाइए। छात्रों से कहिए कि वे उसे पानी में मिलाएं और उसे टीन के डिब्बे के ढक्कनों, कागज के चोगो या दफती के छोटे बक्सों में भर दें। जब वह कड़ा हो जाए तो उसके रंग-रूप और गुण-धर्मों का अध्ययन करिए। एक टुकड़ा तोड़िए और उसका अध्ययन करिए। सूखे सीमेंट को दुगुनी बालू या बजरी के साथ मिलाइए। इससे कंक्रीट बनेगा। इसमें पानी मिला कर उसे अच्छी तरह सानिए और सांचों में डाल दीजिए। कड़ा होने के लिए इसे कई दिनों तक छोड़ दीजिए और फिर इन

नमूनों के रंग-रूप और लक्षणों का अध्ययन कीजिए।

2. पेरिस प्लास्टर

घोड़ा-सा पेरिस प्लास्टर (प्लास्टर ऑफ पेरिस) लीजिए और उसमें से कुछ को पानी में मिलाइए। इसे तेजी से मिलाना चाहिए अन्यथा मिलाते समय ही यह कड़ा हो जाएगा। मिश्रण को सांचों में रख दीजिए और सूख कड़ा होने तक पड़ा रहने दीजिए। नमूनों के रंग-रूप और गुण-धर्मों का अध्ययन करिए।

3. गृह-निर्माण में काम आने वाली सामग्रों का संग्रह

अपने नगर या ग्राम में गृह-निर्माण में काम

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

भाने वाली जितने भी प्रकार की शिलाएं या खनिज मिलें, उनके नमूनों का संग्रह करिए—उदाहरणार्थ संगमरमर, भेनाइट, स्नेट, चूनापत्थर, ईट,

सीमेंट, प्लास्टर (बलुआ पत्थर, लाल पत्थर), इत्यादि। इन पर सही लेवल लगाइए और अपने संग्रह में रख लीजिए।

ग. तत्व और मिश्रण

1. तत्वों का संग्रह

तत्वों की एक सारणी लीजिए और उनमें से जितने भी तत्व आपको मिल सकें, उनका संग्रह करिए। निम्नलिखित के नमूने तो आपको मिल ही जाने चाहिए : लोहा, अलमिनियम, जस्ता, रांग, तांबा, सीसा (धातु), सोना, चांदी, पारा, गन्धक। देखिए परिशिष्ट -न।

2. साधारण रासायनिक मिश्रणों का संग्रह

जितने भी रासायनिक मिश्रणों के नमूनों का संग्रह आप कर सकें, करिए। निम्नलिखित को अवश्य प्राप्त करिए : नमक, चीनी, स्टार्च, सोडा (सोडियम कार्बोनेट) तृतीया, (कापर सल्फेट), ब्लूचिंग पाउडर, पेरिस प्लास्टर, रबड़, ऊत, रुई, इत्यादि।

घ. ज्वालामुखी की प्रतिकृति (मॉडल) बनाना

रासायनिक पदार्थ बेचने वाली किसी कम्पनी से 500 ग्राम अमोनियम चाइक्रोमेट, 125 ग्राम मैग्नीशियम पाउडर और 30 ग्राम मैग्नीशियम फीता लीजिए। सब सामग्री का कुल खर्च लगभग 15 रुपये होगा और इससे 30 या 40 ज्वालामुखीय स्फोट दिखाए जा सकते हैं।

बच्चों को थोड़ी साधारण चिकनी मिट्टी इकट्ठी करने के लिए कहिए। किसी पट्टे से आधार का काम लीजिए और उस पर मिट्टी से ज्वालामुखीय शंकु (कोन) बनाइए, जो लगभग 30 सेंटीमीटर ऊंचा हो और जड़ पर 60 सेंटीमीटर व्यास का हो। शंकु की नोक में 5 से 7 सेंटीमीटर की गहराई तक धाड़ू की एक सीक धंसा दीजिए।

कागज के एक टुकड़े पर इतना अमोनियम चाइक्रोमेट खातिए कि धाड़ू का गड़बा दो धार भर उठे। इसके स्फोटों को पीसिए नहीं। इसकी

कंकड़ियां ही अधिक अच्छा काम देती हैं। बाइक्रोमेट के स्फोटों में थोड़ा-सा मैग्नीशियम पाउडर डाल दीजिए और दोनों को पेंसिल से सावधानी से मिला दीजिए।

इस मिश्रण का लगभग आधा भाग ज्वालामुखी के मुँह में डाल दीजिए। मैग्नीशियम के फीते से 7.5 सेंटीमीटर का एक लम्बा टुकड़ा काट लीजिए और उसके एक सिरे को पलीते की तरह बाहर निकला रहने दीजिए। मैग्नीशियम के फीते में दियासलाई से आग लगा दीजिए और पीछे हट जाइए। यदि पहली बार ही विस्फोट नहीं होता तो कुछ क्षण ठहरिए। दूसरा पलीता लगाइए और फिर चेष्टा करिए। जब विस्फोट तो हो जाए परन्तु ज्वालामुखी में बचा पदार्थ गरम ही रहे तो शेष मिश्रण को भी उड़ेल दीजिए और तब दूसरा विस्फोट होगा।

ड. मिट्टी

1. मिट्टियों की किस्में

जितने अधिक स्थानों से मिट्टियों के नमूने ले सकें, लीजिए और उनको शीघे के बरतनों में रख दीजिए। बलुई मिट्टी, दोमट मिट्टी (सोम), चिकनी मिट्टी या मृत्तिका (बले), और सड़ी-गली पत्तियों आदि से भरपूर मिट्टी के नमूने प्राप्त करने की चेष्टा करिए। छात्रों से इन मिट्टियों का अध्ययन कराइए और प्रत्येक नमूने से थोड़ा-सा निवाल

कर प्रबंधक लैन्स की सहायता से भी निरीक्षण लीजिए।

2. मिट्टी के कणों में विभिन्नताएं

कांच के कुछ ऐसे बरतन लीजिए जिनमें आधा गैलन या दो लिटर पानी भरा सके। एक बरतन में कई मुट्ठी मिट्टी डाल दीजिए। इस बरतन को पानी से भर दीजिए और तब मिट्टी को पानी में खूब धोलिए। बरतन को कई घंटे तक पड़ा रहने दीजिए।

सबसे भारी कण पहले बैठेंगे और सबसे हल्के कण अन्त में। जब मिट्टी बैठ जाए तो मिट्टी के कणों की नाप के क्रम में अनेक तहें बनी रहेंगी। ऊपर के पानी को खड़ की नलिका से साइफन करके निकाल दीजिए। फिर प्रत्येक तह से नमूना लीजिए और प्रवर्धक लैन्स की सहायता से उसकी जांच करिए।

3. यह दिखाना कि मिट्टी में हवा होती है

किसी शीशे के बरतन या बोतल में थोड़ी-सी मिट्टी रखिए और उस पर धीरे-धीरे पानी छोड़िए। आप पानी में मिट्टी से उठ कर आते हुए बुलबुले देखेंगे।

4. यह दिखाना कि शिलाभ्रों से मिट्टी कैसे बनती है

कांच के किसी टुकड़े को किसी ज्वाला (या आग) में सावधानी से गरम करिए और तब उसे एकाएक पानी में डुबा दीजिए। एकाएक ठण्डा होने से कांच भीतर-बाहर समान रूप से नहीं सिकुड़ता और इसीलिए वह चटक जाता है। कुछ शिलाभ्रों को आग में डाल कर खूब गरम करके उन पर पानी डाल दीजिए। गरम करते समय और ठण्डा करते समय—दोनों वार ही—पत्थर बहुधा चटक जाते हैं। मिट्टी बनने में जो-जो अवस्थाएं आती हैं, उनमें तापों की विभिन्नता के कारण शिलाभ्रों का टटना भी एक है।

5. नदियों को कौन-सी वस्तु मटमैला कर देती है

जब कभी पानी जोर से बरसे तो छात्रों से कहिए कि वे कांच के बरतनों में बहते हुए मटमैले पानी के नमूने ले लें। पानी को कई घंटों तक धिरने दीजिए। जब सब तलछट बैठ जाए तब छात्र उसका परीक्षण करें।

6. शिलाभ्रों से मिट्टी बनाना

कक्षा में आसपास से कुछ नरम शिलाएं, जैसे शैल या छोजा हुआ चूनापत्थर लीजिए। छात्रों से कहिए कि उमे चूर-चूर करें और बारीक पीस डालें।

7. उगती हुई घनस्फटियों पर मिट्टी का प्रभाव

फूल या सब्जी के खेत की उपजाऊ मिट्टी, जंगल की मिट्टी, उस स्थान की मिट्टी जहां कोई गहरी नींव या तहखाना खोदा जा रहा हो, बलुए स्थान की मिट्टी, नदी के किनारे की चिकनी मिट्टी, आदि के नमूने लाइए। इन नमूनों को अलग-अलग गमलों या कांच के बरतनों में रख दीजिए। हर प्रकार की मिट्टी में बीज बोइए और प्रत्येक को बराबर मात्रा में पानी दीजिए। देखिए कि किस प्रकार की मिट्टी में बीज शीघ्र अंकुरित होते हैं। जब पौधे बढ़ने लगें तब देखिए कि मिट्टी के किस नमूने में वे अधिक अच्छा उगते हैं।

8. यह दिखाना कि मिट्टी में पानी हो सकता है

काच की पतली रकावी में थोड़ी-सी मिट्टी रखिए और छोटी-सी ली पर उसे सावधानी से गरम करिए। रकावी को कांच के ठण्डे बरतन में ढक दीजिए और तब आप देखेंगे कि बरतन के ठण्ड पादवों पर जल संचनित हो जाता है।

9. ऊपरी सतह और अवभूमि को मिट्टियों की उर्वरता में पाए जाने वाले अन्तर का अध्ययन

फल या सब्जी के खेत की ऊपरी सतह की मिट्टी लीजिए। फिर लगभग 50 सेंटीमीटर की गहराई से मिट्टी का दूसरा नमूना लीजिए। इन नमूनों को अलग-अलग गमलों में रखिए और प्रत्येक में बीज बोइए। प्रत्येक नमूने में बराबर पानी दीजिए, बराबर ही ताप रखिए और उन पर बराबर ही प्रकाश पड़ने दीजिए। देखिए कि किम मिट्टी से अधिक स्वस्थ पौधे उत्पन्न होते हैं।

10. यह दिखाना कि फली वाले पौधों को जड़ों पर नाइट्रोजन स्थिर करने वाले जीवाणुओं की ग्रन्थियां होती हैं

कुछ फली वाले पौधों, जैसे कनोवर, ऐल्फेल्का, सोयाबीन, लोबिया, चना, सेम, बोझा आदि को खरपी में सावधानीपूर्वक खोद कर बाहर निकालिए। उनकी जड़ों में जो मिट्टी लगी हो, उस पानी में घोकर दूर करिए। जड़ों पर

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

छोटी-छोटी गांठें दिखाई देंगी। इन गांठों के भीतर नाइट्रोजन स्थिर करने वाले जीवाणु होते हैं। ये जीवाणु हवा से नाइट्रोजन लेकर उसे ऐसा परिवर्तित कर देते हैं कि पौधे उसे मिट्टी से ले सकें।

11. यह दिखाना कि केशिकत्व (कैपिलरिटी) पानी को कैसे खींच लेता है

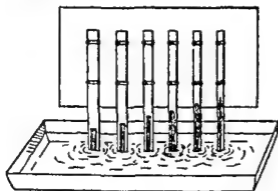
किसी कम गहरी तश्तरी में कुछ पानी रख कर उसे रंगीन स्याही से रंगीन कर दीजिए और पानी की सतह से सोस्ते का स्पर्श कराइए। देखिए कि पानी सोस्ते में किस प्रकार चढ़ता है।

मिश्रो के एक डले से पानी को स्पर्श करिए और देखिए कि पानी किस प्रकार ऊपर उठता है।

पानी में कपड़े की बत्ती डाल कर भी देखिए।

12. यह दिखाना कि पतली नलिकाओं में पानी कैसे चढ़ता है

शीशे की एक नलिका को लौ में गरम करिए और उसे खींच कर एक पतली नलिका या कशिका नली बनाइए। इस नलिका के टुकड़े कर डालिए और टुकड़ों को गत्ते पर चिपका दीजिए, नलिकाएं गत्ते की कोर से लगभग 5 सेंटीमीटर नीचे की ओर निकली रहें। नलिकाओं का इन सिरों को रंगीन पानी में डुबा दीजिए और देखिए कि केशिकत्व आकर्षण से पानी किस प्रकार ऊपर चढ़ता जाता है।



13. यह दिखाना कि विविध प्रकार की मिट्टियों में पानी कैसे चढ़ता है ?

लैम्प की कुछ सीधी चिमनियां लीजिए और

प्रत्येक के सिरे के ऊपर एक कपड़ा बांध दीजिए। अलग-अलग चिमनी में 15 सेंटीमीटर तक अलग-अलग प्रकार की मिट्टी डाल दीजिए, जैसे बालू, दोमट मिट्टी, महीन बजरी, चिकनी मिट्टी, इत्यादि। इसके बाद इन चिमनियों को थाल में खड़ा कर दीजिए, जिसमें लगभग 3 सेंटीमीटर पानी हो। देखिए कि किस प्रकार की मिट्टी में पानी केशिकत्व के कारण सबसे ऊपर चढ़ता है।

14. यह दिखाना कि कौन-सी मिट्टी पानी को अधिक ग्रहण करती है

कई लैम्प-चिमनियां लीजिए और प्रत्येक के एक सिरे के ऊपर कपड़ा बांध दीजिए और तब प्रत्येक में ऊपर से 8 सेंटीमीटर छोड़ कर शेष भाग में किसी एक प्रकार की मिट्टी भर दीजिए जैसे बालू, चिकनी मिट्टी, लोम और जंगल की मिट्टी। प्रत्येक चिमनी के नीचे एक तश्तरी रख दीजिए ताकि चिमनी से जो पानी गिरे, वह उस तश्तरी में गिरे। फिर प्रत्येक चिमनी में नाप कर इतना पानी छोड़िए कि कुछ पानी नीचे से बह चले। देखिए कि किस प्रकार की मिट्टी में पानी बिना बहे अधिक मात्रा में छोड़ा जा सकता है।

15. पोली मिट्टी पर वर्षा का प्रभाव

टीन का एक डिब्बा लीजिए और उसकी पेंदी में हथौड़े और महीन कौल से छेद करके पानी छिड़कने का हजारा बनाइए। कई गमलों या डिब्बों में पोली मिट्टी इस मात्रा में भरिए कि वह गमले के ऊपर तक बराबर आ जाए। कुछेक सिक्कों, या लेमन की बोतलों के टीन वाले ढक्कनों को मिट्टी की सतह पर रखिए। प्रत्येक गमले को एक याली में रखिए और उस पर हजारे से पानी छिड़किए। हजारे से छिड़का हुआ पानी बरसते हुए पानी के समान होता है। पहले हल्का छिड़काव करिए और यह देखिए कि मिट्टी पर हल्की वर्षा का क्या प्रभाव होता है। छिड़काव जारी रखिए ताकि प्रायः भारी वर्षा के प्रभाव को भी जान सकें। देखिए कि किस प्रकार अरक्षित मिट्टी छोटों के साथ बह

जाती है और फिर सिक्कों और ढक्कनों के नीचे मिट्टी के स्तम्भ बने रह जाते हैं।



मृत्तो मिट्टी हल्की वर्षा का प्रभाव भारी वर्षा का प्रभाव

16. ढाल की मिट्टी पर वर्षा का प्रभाव

किसी कम गहरी थाली या ऐसे ही बक्स में कस कर मिट्टी भरिए। थाली को बाहर वर्षा में इस प्रकार रख दीजिए कि वह एक ओर उठी रहे। देखिए कि किस प्रकार पानी की बूंदें नीचे वाले सिरे की ओर मिट्टी को बहा ले जाती हैं। यह प्रयोग वर्षा के बदले हजारे के उपयोग से घर पर भी किया जा सकता है।

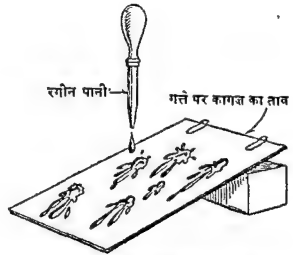
17. मिट्टी पर वर्षा की बूंदों के गिरने का प्रभाव दिखाना

एक तश्तरी अथवा किसी डिब्बे के ढक्कन में मिट्टी भरिए और उसे सफेद कागज पर रख दीजिए। दवा टपकाने वाली नलिका में पानी भर लीजिए और उसे मिट्टी से लगभग एक मीटर ऊपर ले जाकर बूंद-बूंद करके टपकाइए और देखिए कि कितनी मिट्टी छटक कर कागज पर जा पड़ती है। फिर साफ कागज का एक दूसरा ताव तश्तरी के नीचे रखिए और बूंद-बूंद करके मिट्टी पर पानी टपकाइए, परन्तु अब की बार बूंदों के मार्ग में कोई भवरोध, जैसे पेंसिल डाल दीजिए, जिससे बूंदों का बल टूट जाए। क्या पीछे मिट्टी का अपसरण इसी प्रकार करते हैं ?

18. वर्षा की बूंदें मिट्टी पर भिन्न-भिन्न प्रभाव कैसे डालती हैं ?

सफेद कागज के एक ताव को कागज पकड़ने वाली विलपों से किसी गत्ते पर स्थिर करिए और उसे फर्श पर सपाट रख दीजिए। दवा टपकाने वाली नलिका से उस पर रंगीन पानी टपकाइए। घोंटों का परिणाम और आकृति देखिए। प्रयोग को

ोहराइए परन्तु अब की बार गत्ते के एक किनारे को उसके नीचे कुछ रख कर, कुछ उठा दीजिए। ध्यान से देखिए कि पानी को विभिन्न ऊंचाइयों से गिराने में, गत्ते की ढाल को कम-अधिक करने और बूंदों को छोटी-बड़ी करने का क्या प्रभाव होता है। प्रयोग की क्रिया-विधि में अनेक परिवर्तन करिए और परिणाम देखिए। यदि हर प्रयोग में नया कागज और नए-नए रंग लिए जाएं तो इन प्रयोगों का एक लेखा बनाना वांछनीय रहेगा।



19. ऊपरी सतह की मिट्टी पर वर्षा-जल का प्रभाव

एक गमले में दोमट मिट्टी या बालू भरिए। नल की टोंटी को इतना खोलिए कि पानी बूंद-बूंद करके टपके। गमले को घंटे भर या अधिक समय तक के लिए उसके नीचे रख दीजिए। देखिए कि गिरती हुई बूंदों के कारण चिकनी मिट्टी और अकार्बनिक (इनागैनिक) पदार्थ ऊपरी सतह से किन प्रकार हट जाते हैं।

20. भूमि की अरक्षित सतहों पर वर्षा का प्रभाव

किसी बक्स या चौड़े थाल में बालू और मृत्तिका की एक ढेरी बनाइए। ढेरी के ऊपरी हिस्से पर हजारे से हल्के-हल्के पानी छिड़किए। यह देखिए कि पानी अपने साथ शिला-कणों को किस प्रकार बहा ले जाता है और उन्हें किस प्रकार ढेरी के निचले तल पर निक्षिप्त (जमा) कर देता है।

21. बहता हुआ पानी मिट्टी कैसे बहा ले जाता है ?

नीचे दिए गए चित्र के अनुसार दो ट्रे बनाइए। ट्रे के जोड़ों में पुट्टीन भर दीजिए। इससे पानी बाहर नहीं निकलेगा। जो पानी ऊपर से बह कर बाहर गिरे, उसे इकट्ठा करने के लिए बाल्टी अथवा बोतल और कीप का उपयोग किया जा सकता है।

(क) एक ट्रे में पोली मिट्टी भरिए और दूसरी में कूट कर दवाई हुई मिट्टी। दोनों ट्रेओं को कुछ तिरछा करके रखिए और प्रत्येक पर बराबर मात्रा में पानी छिड़किए। देखिए कि कौन-सी मिट्टी अधिक शीघ्र बहती है और वह कर निकला हुआ पानी किस प्रकार का है।

(ख) दोनों ट्रेओं में मिट्टी भर दीजिए परन्तु एक में तृणी डेले (घास लगे हुए मिट्टी के डेले) भर दीजिए। दोनों में पहले की तरह पानी डालिए और अपक्षरण तथा बह कर निकलने वाले पानी की जांच करिए।

(ग) दोनों ट्रेओं में मिट्टी भरिए परन्तु एक को अधिक ढलुआ रखिए। पहले की तरह पानी डालिए और देखिए।



22. ऊपरी मिट्टी का अपक्षरण कैसे रोकें ?

ऊपर के प्रयोग के लिए जो ट्रे बनाई गई

च. जीवाश्म (फॉसिल्स)

1. जीवाश्म कहाँ मिल सकते हैं ?

कहीं-कहीं पत्थर में या ऐसे स्थानों में, जहाँ भूमि में गिनाएँ उमरी हुई हों, जीवाश्म पाए

जा सकते हैं। किसी ऐसे व्यक्ति से मिलने का प्रयत्न करिए जो जीवाश्मों के बारे में जानता हो और तब कक्षा के साथ जीवाश्म पाए जाने

धीं, उनका उपयोग करिए।
(क) दोनों ट्रेओं में पोली मिट्टी भरिए प्रत्येक को एक जैसा ढालू करके रखिए। पिछड़ से एक में ट्रे के अनुदिग (सम्बन्धी की दिमें) और दूसरी में उसके अनुप्रस्थ (चौड़ाई दिशा में) खूड़ (हल रेखाएँ) बनाइए और एक में खड़ी तथा दूसरी में बेंड़ी गहरी रेखा बनाइए। प्रत्येक पर बराबर पानी छिड़किए दोनों स्थितियों में होने वाले अपक्षरण और बह निकले पानी की जांच करिए।

(ख) ट्रेओं को फिर पोली मिट्टी से भरिए उन पर इतना पानी छिड़किए कि पानी नागि बना कर बहने लगे। अब एक ट्रे की नालियों जगह-जगह छोटे पत्थर तथा छोटी टहण्डि रखकर पानी के बहने का मार्ग रोकिए। पानी से सींचिए और देखिए कि नालियों रोकने का क्या परिणाम होता है।

23. अपक्षरण का अध्ययन करने के लिए दो भ्रमण

आसपास में किसी ऐसे स्थान का पता लगाए जहाँ पानी ने बह कर नालियाँ काट कर हाँ पट्टुँचाई हो। इस अपक्षरण के अध्ययन के लिए सभी छात्रों को वहाँ ले जाइए। ऐसा क हुआ ? यह किस प्रकार रोका जा सकता था क्या अब भी कुछ किया जा सकता है ?

24. पाठशाला की भूमि का परीक्षण

प्रायः सभी पाठशालाओं के मैदानों में कई न-कहीं ऐसा स्थान होगा जहाँ बहते पानी क्षति पहुँचाई हो। छात्रों को प्रेरित करिए कि वे एक योजना बना कर यह निर्णय करें कि अपक्षरण को किस उपाय से रोका जाए और तब उन्हें अपनी योजना को क्रियान्वित कर दीजिए।

वाले क्षेत्र में जाने और जीवाश्म एकत्र करने की योजना बनाइए ।

नरम या बिटुमिन वाले पत्थर के कोयले के ढोंकों को तोड़ कर उनके दो टुकड़े करने पर बहुधा बीच में जीवाश्म मिलते हैं । ढोंकों को सावधानी से तोड़िए और टूटे तलों का निरीक्षण करिए कि उस पर पत्तियों और पर्णियों (फनों) का छाप है या नहीं ।

यदि पास-पड़ोस में जीवाश्म न मिलें तो आपको प्रादेशिक या राष्ट्रीय संग्रहालयों का सहारा लेना पड़ेगा । वे कुछ जीवाश्म आपको भेज सकते हैं । प्रादेशिक या राष्ट्रीय संग्रहालयों (म्यूजियम) को पत्र लिखना शायद लाभदायक सिद्ध हो ।

2. यह देखना कि जीवाश्म कैसे बने

किसी पत्ती में बैसलिन लगाइए और उसे मपाट कांच पर अथवा किसी दूसरी चिकनी सतह पर रखिए । पत्ती के चारों ओर कागज या गत्ते की पट्टी गोलाई में खड़ी करके लगा दीजिए । इस पट्टी की बगल में मूर्ति बनाने की मिट्टी लगाइए

ताकि पट्टी मजबूती से खड़ी रहे । अब कुछ पेरिस प्लास्टर को पानी में मिलाइए और उसे पत्ती के ऊपर डाल दीजिए । जब प्लास्टर कड़ा हो जाए तब पत्ती को हटा दीजिए । प्लास्टर पर पत्ती की बढ़िया छाप दिखाई पड़ेगी । कुछ जीवाश्म इसी प्रकार बने—उनके ऊपर मिट्टी की परत पड़ती गई और बाद में वह कड़ी होकर अबसादी शिला में परिवर्तित हो गई । इस प्रयोग को फिर से करिए परन्तु छाप के लिए पत्ती के बदले बैसलिन लगी सीपी या घोंघे का उपयोग करिए ।

3. जीवाश्मों को आरोपित करना

यदि आप ऐसे स्थान में रहते हैं जहां जीवाश्म ब्रह्म मिलते हैं तो पाठशाला-संग्रहालय के लिए छात्रों से जीवाश्म-संग्रह बनवाना रोचक होगा ।

जीवाश्मों को पेरिस प्लास्टर में सफाई से उसी ढंग से आरोपित किया जा सकता है जो इस अव्याय के खण्ड क-10 में शिलाओं और खनिजों के आरोपण के लिए बताया गया था ।

ज्योतिष का अध्ययन करने के लिए प्रयोग और सामग्री

छोटी कक्षाओं के छात्रों तथा सामान्य विज्ञान का अध्ययन करने वाले तरुण वालकों के लिए ज्योतिष सदैव एक रोचक विषय रहा है। कई स्थानों में ज्योतिष की आधारभूत कल्पनाएं वर्णनात्मक ढंग से सिखाई जाती हैं—अर्थात् बच्चे उनके बारे में केवल पढ़ या सुन लेते हैं। इस अध्याय में कई-एक प्रयोग सुझाए गए हैं, जिनसे शिक्षक पूर्वोक्त कल्पनाओं में से कुछ को प्रेक्षण तथा प्रयोग से विस्तारपूर्वक प्रदर्शित कर सकेगा।

इस अध्याय में प्रयोगों का क्रम ऐसा नहीं रखा गया है कि कठिन प्रयोग बाद में हों। अच्छा यह होगा कि शिक्षक उन प्रयोगों को चुन ले जो पाठ्य-विषय के लिए सबसे अधिक उपयुक्त जान पड़ें।

क. तारों का प्रेक्षण करना

1. सरल वर्तन-दूरदर्शी बनाना

सरल दूरदर्शी बनाने के लिए गत्ते की दो ऐसी नलिकाओं की आवश्यकता पड़ेगी कि एक दूसरी के भीतर ठीक-ठीक आ जाए।

यदि अच्छे लैन्स उपलब्ध न हों तो दूरदर्शी सन्तोपजनक नहीं बनेगा। जिन लोगों ने ज्योतिष सम्बन्धी प्रयोग पहले-पहल किए थे, उनको इस तथ्य का अनुभव शीघ्र ही हो गया था।

सूत-परीक्षक लन्स (लिनेन टेस्टर) (कभी-कभी डाक-टिकट-प्रवर्धक लैन्स भी) अवर्णक होते हैं अर्थात् उन्हें वर्ण-विषयन की दृष्टि से संशोधित किया जाता है। यदि लैन्स का संगमान्तर (फोकल लेंग्थ) 2 या 3 सेंटीमीटर हो तो उसे किसी छेद वाले काग में लगाने पर एक अच्छा अभिनेत्र-लैन्स (आई-पीस) बनाया जा सकता है।

यह भी महत्वपूर्ण है कि अभिदृश्य कांच अवर्णक हो। तभी ठीक-ठीक परिणाम प्राप्त किए जा सकते हैं। यदि इस प्रकार का लैन्स मिल सके और उसका संगमान्तर भी 25 से 30 सेंटीमीटर का हो तो उसे एक बड़े व्यास वाली नलिका में प्लास्टिसीन से मजबूती से लगा देना चाहिए। दोनों लैन्सों के अक्ष को एक ही सरल रेखा में

लाने के लिए कुछ बैठ-विठाव करना पड़ता है (अर्थात् दोनों ताल उनके केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा पर लम्ब हो जाएं)। जब दोनों को ठीक ढंग से विठा दिया जाए तो एक नलिका के दूसरी के भीतर आगे-पीछे चला कर फोकस (अर्थात् प्रतिबिम्ब की तीक्ष्णता) को ठीक कर लीजिए। आपका यह यन्त्र गैलीलियो के उस यन्त्र से भी अच्छा है जिससे उसने अपने सारे आविष्कार किए थे।

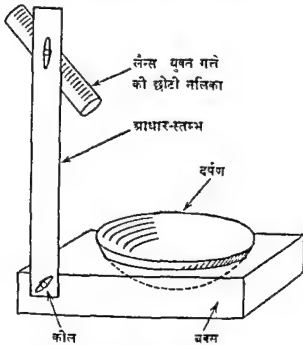
इस उपकरण के द्वारा बृहस्पति के उपग्रह (चन्द्रमा) सुगमता से दिखाई पड़ेंगे परन्तु (सम्भवतः) शनि वलय न दिखाई पड़ें (बृहस्पति के व्यक्तियों के चक्ष्मों के लैन्सों पर वैज्ञानिक सामान की दुकान से खरीदे साधारण छोटे लैन्स से बने दूरदर्शी लगाने से भी बृहस्पति के उपग्रह दिखाई पड़ जाते हैं)।



2. सरल परावर्ती दूरदर्शी बनाना

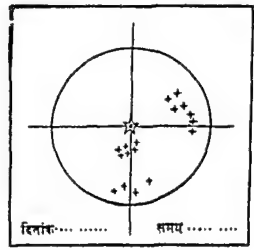
सरल परावर्ती (दर्पण-युक्त) दूरदर्शी किसी मुह देखन वाल दर्पण के अवतर (कानकेव) कांच से बनाया जा सकता है। दर्पण को उपयुक्त

नाप के लकड़ी के वनस में इस प्रकार रखा जाता है कि वह चिबिध कोणों पर तिरछा झुकाया जा सके। लकड़ी का एक आधार-स्तम्भ बना कर वनस में इस प्रकार जोड़ा जाता है कि उसका भी कोण बदला जा सके। दो कम संगमान्तर के लैन्सों को कार्गों में कम दिया जाता है और उनको गते की छोटी नलिका के सिरो में लगा दिया जाता है। यह अभिनेत्र-लैन्स का काम देता है। तब इस अभिनेत्र-लैन्स को आधार-स्तम्भ पर ऐसी स्थिति में कस कर लगाया जाता है कि दर्पण की दूरी दर्पण के संगमान्तर के बराबर हो जाए।



मकता है। अभावस्या के आसपास का समय इसके लिए सबसे अधिक उपयुक्त है। उस समय चन्द्रमा का प्रकार इतना तीव्र नहीं होता कि तारों को अच्छी तरह देखने में कठिनाई पड़े। सबसे पहले ध्रुव तारा को पहचानना चाहिए। इसके बाद बादामी कागज के एक टुकड़े में मूर्ई से छेद करके तारामण्डलों के चित्र बना कर इस कागज को साथ रखना चाहिए। जब इस कागज को किसी प्रकार की ओर उठा कर देखा जाएगा तो मूर्ई-छिद्र दिखाई पड़ने लगेंगे। इस कागज को इतना घुमाना चाहिए कि उमी आकृति का तारामण्डल पहचान में आ जाए। तब अधिक विस्तृत तारा-चित्र, जिसका केन्द्र ध्रुव तारा हो, शीघ्र बनाया जा सकता है।

जब इस प्रकार कुछ तारामण्डलों का ज्ञान हो जाए तब एक चित्र रात्रि के आरम्भ में और एक सोने के समय बनाने से काफी जानकारी बढ़ेगी। तारामण्डलों को पहचानने की एक दूसरी रोचक रीति यह है कि एक श्यामपट्ट बाहर निकाल लिया जाए और तारों को निरूपित करने के लिए उसमें ऐसे बटन खोम दिए जाए जो अन्धेरे में चमकते रहे।



3. सूक्ष्म परावर्ती दूरदर्शी बनाना

दर्पण के निर्माण और काच के जटिल न्यूरों को स्थान देना इस पुस्तक के क्षेत्र के पूर्णतया बाहर है। तो भी, शायद कुछ शिक्षक चाहेंगे कि उनके योग्य छात्र एक अच्छा दूरदर्शी बनाएं। इन विषय के लिए एक बहुत अच्छी पुस्तक है: 'एमेच्योर टेलिस्कोप मैकिंग'। प्रकाशक है: दि सार्पेंटिफिक अमेरिकन पब्लिशिंग कम्पनी, न्यूयार्क सिटी, न्यूयार्क।

4. प्रमुख तारामण्डलों को पहचानना और तारों का मानचित्र बनाना

इस काम को घर पर ही आसानी से किया जा

5. तारा-मार्गों के फोटो खींचना

जिन छात्रों के पास कैमरे हैं, उनके लिए एक अत्यन्त रोचक काम यह है कि वे तारों के आभासी मार्गों का चित्र खींचें। ये मार्ग पृथ्वी

के धूमने के कारण कैमरे में बनते हैं। इसके लिए कोई स्वच्छ किन्तु चन्द्रमा-रहित रात्रि चुनिए और कोई ऐसा स्थान चोज लीजिए जहाँ में क्षितिज बिना किसी रुकावट के दिखाई पड़ना हो और जहाँ वाहरी प्रकाश के कारण (जैसे मोटरगाड़ियों की बतियाँ इत्यादि) बाधा न पड़ती हो। कैमरे का मुख यथासम्भव ठीक ध्रुव तारे की ओर कर दीजिए और त्रिपाद पर रख कर अथवा लकड़ी की छोटी टण्डियों में टेक लगा कर, कैमरे को स्थिर कर दीजिए। यदि कैमरा फोकस डालने वाला हो तो लैन्स को अनन्त (इन्फिनिटी) पर रखाए (अर्थात् उम्रे अनन्त दूरी वाले चिह्न से समंजित कीजिए) और लैन्स-छिद्र को पूरा खोल दीजिए। संवारक (गटर) को एक निश्चित काल तक उद्भामित (एकमपोज) करने के लिए समंजित करिए (अर्थात् उम्रे उस चिह्न पर रखाए जिस पर गहने में एक बार घोड़ा दवाने पर संवारक खुलता है और दूसरी बार घोड़ा दवाने से बन्द होता है)। जब यह सब तैयारी हो जाए तो संवारक को खोल दीजिए और उसे एक से छः घंटे तक इच्छानुसार खुला रख छोड़िए। संवारक जितनी देर तक खुला रहेगा, तारा-मार्ग उतने ही बड़े होंगे। आकाश-गंगा के तारों के फोटो लेने की चेष्टा करिए।

6. तारामण्डल-घर बनाना

तारादर्शी एक ऐसी मन्त्र युक्ति है, जिसका उपयोग विविध तारामण्डलों की आकृतियाँ सिखाने में किया जाता है। गते या लकड़ी का एक बक्स लाइए और उसके एक सिरे को अलग कर दीजिए। अब गाँडे रंग का एक पतला गुत्ता लीजिए, जो इतना बड़ा हो कि बक्स के खुले भाग को ढक सके। इन टुकड़ों पर विविध तारामण्डलों की आकृतियाँ खींचिए। तारामण्डलों में जहाँ-जहाँ तारे हों, वहाँ-वहाँ गत्ते में सफाई से छेद कर दीजिए। बक्स के भीतर विजली-बत्ती रखाए।

ख. सूर्य और तारे

1. राशिचक्र के तारामण्डलों का मन्त्रचित्र
राशिचक्र के तारामण्डल क्रान्तिवृत्त (रवि

जब बत्ती जलाई जाएगी और गत्ते बक्स के सिरे पर रखे जाएंगे तो तारामण्डल स्पष्ट रूप में दिखाई पड़ेंगे।

एक दूसरी रीति यह है कि टीन के कई डिब्बे लिए जाएँ, जिनके भीतर विजली की बत्ती लगाई जा सके। तारामण्डल के विविध तारों को निरूपित करने के लिए इन डिब्बों की पेंदी में छेद कर दिए जाते हैं। जब किसी डिब्बे में बत्ती रखा जाती है और जलाई जाती है तो छेदों से प्रकाश दिखाई पड़ता है और तारामण्डलों की आकृतियाँ देखी जा सकती हैं। जंग लगने से बचाने के लिए इन डिब्बों पर रोगन करना चाहिए। तब ये वर्षों चलेगे।

तारों की चमक के अनुसार छेद छोटे-बड़े रहें, डिब्बे लम्बे रहें और अगर विजली-बत्ती में से प्रकाश प्रायः एक बिन्दु से निकले (उदाहरणार्थ मोटरकार की हेडलाइट वाली बत्ती) तो छेदों से निकला प्रकाश दीवार या छत पर भी डाला जा सकता है।

7. छाते पर तारा-घर बनाना

छाते की आकृति किसी गोल वस्तु के भीतरी तल की तरह होती है। इसलिए आकाश के विविध भागों को निरूपित करने के लिए छाते के भीतरी भाग का उपयोग किया जा सकता है। कोई एक काफी बड़ा-सा पुराना छाता लीजिए। छाते के भीतर बीच-बीच खड़िया में ध्रुवतारा बनाइए। किसी तारा-चित्र को देल कर विविध तारामण्डलों को भी स्वस्तिक चिह्नों से बनाइए। ध्रुव के आसपास के सब तारामण्डलों को बना चुकने के बाद आप किसी सफेद कागज से तारे काट-काट कर पूर्व-अंकित स्थानों में चिपका सकते हैं या आप तारों को सफेद रंग से रंग सकते हैं। अन्त में बिन्दुमय रेखाएँ खींच कर एक ही तारामण्डल के तारों को सफेद रंग या खड़िया से मिला सकते हैं।

मांग) 16 डिग्री चौड़ी मेखला के रूप में पाए जाते हैं। इस मेखला को 12 खण्डों में बाँटा

जाता है। इनमें से प्रत्येक खण्ड आंश पर 30 डिग्री का कोण बनाता है और प्रत्येक मेषला में एक तारामण्डल रहता है, जिसे 'राशि' कहते हैं।

वर्ष के प्रत्येक मास में पूर्वोक्त राशियों में से एक राशि सूर्य की पृष्ठभूमि में रहती है, उदाहरणार्थ 21 मार्च को लगभग सूर्य के पीछे मीन राशि रहती है, एक महीने बाद मेष राशि और इसी प्रकार अन्य राशियाः :

वसन्त की राशियां

मार्च	1	मेष
अप्रैल	2	वृष
मई	3	मिथुन

ग्रीष्म की राशियां

जून	4	कर्क
जुलाई	5	सिंह
अगस्त	6	कन्या

शरद (पतझड़) की राशियां

सितम्बर	7	तुला
अक्टूबर	8	वृश्चिक
नवम्बर	9	धनु

हेमन्त (जाड़े) की राशिया

दिसम्बर	10	मकर
जनवरी	11	कुम्भ
फरवरी	12	मीन

यह मानचित्र एक ही नक्षत्रों में उत्तरी आकाश के सब तारामण्डलों को दिखाता है। इसके किनारे

पर दिए गए दिनांक बताते हैं कि आकाश का वह भाग अर्ध-रात्रि को ठीक उत्तर में कब दिखाई पड़ेगा। परन्तु नक्षत्रों के सब तारे एक साथ ही दिखाई नहीं पड़ेंगे। वे तारे, जो एक साथ दिखाई पड़ेंगे, उस वृत्त के भीतर पड़ेंगे जिसका व्यास सारे नक्षत्रों के व्यास के तीन-चौथाई से थोड़ा कम होगा और वह वृत्त नक्षत्रों पर इस प्रकार बनाया जाएगा कि वह नक्षत्रों की परिधि के उस बिन्दु पर स्पर्श करेगा जो अभीष्ट दिनांक के व्यास पर दूबरी और होगा। नक्षत्रों का व्यास 11 मीट्रीमीटर है। इसलिए अच्छा यह होगा कि पारदर्शक कागज में 8 मीट्रीमीटर व्यास का वृत्त काट लिया जाए। उस पर एक व्यास खींच लिया जाए, जो उत्तर-दक्षिण रेखा बनाएगा।



मेष



वृषभ



मिथुन



कर्क

वृत्त को नक्षत्रों पर पूर्वोक्त स्थिति में रखा जाए। जो भी व्यास आप खींचें, वह ध्रुव से होकर जाए और अभीष्ट दिनांक की दिशा में रहे। तब वह वृत्त यह बताएगा कि किमी चुने हुए दिन अर्ध-रात्रि के समय कौन-सा क्षेत्र दिनांक पड़ेगा। पारदर्शक



कन्या



तुला



धनु



कुम्भ



सिंह



वृश्चिक



मकर



मीन

कागज की परिधि और नक्षत्रों की परिधि के बीच कुछ जगह छूट जाएगी और यह देखने में आएगा कि ध्रुवतारा मदा पारदर्शक वृत्त और उसके

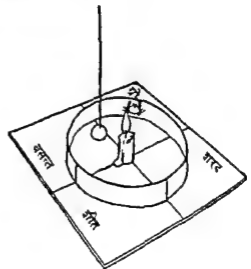
है और लगभग 18 सेटीमीटर के वृत्त में पाए को रख कर उसे गत्ते के ऊपर चिपका दिया जाता है। केन्द्र पर एक छोटी मोमबत्ती रखिए। यह



तत्कालीन उत्तरी किनारे के मध्य में पहुँचा है। [यह वान वहीं मत्स्य होगा जहाँ का अक्षांश (लैटिट्यूड) लगभग 45° उत्तर है]।

2. एक मॉडल बनाना, जो तारों के बीच सूर्य का दृष्ट मार्ग दिखाए

लगभग 60 सेटीमीटर लम्बे और 8 सेंटीमीटर चौड़े कागज की पट्टी पर राशियों का चित्र सही क्रम में खींचा जा सकता है। तब कागज के सिरे एक-दूसरे में चिपका दिए जाते हैं, जिससे एक गोल घेरा बन जाता है। राशियाँ भीतर की ओर रहनी चाहिए। तब गत्ते की पेंदी पर इस पाश को कोर के बल खड़ा कर दिया जाता

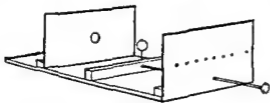


1. अनुवादक

सूर्य को निरूपित करती है। राशियों से सम्बद्ध ऋतुएं पेदी पर पास के बाहर लिख दी जाती हैं। एक अखरोट अथवा किसी अन्य वस्तु को धागे से लटकाइए और धागे को एक ओर ऎँटिए। जब ऎँटन खुलेंगी तो वह वस्तु घूमने लगेगी। इससे अक्ष पर घूमती हुई पृथ्वी का निरूपण किया जा सकता है।

3. एक मॉडल बनाना, जो यह दिखाए कि ग्रहण कैसे लगता है

एक गत्ते को काला करके उसमें 5 सेंटीमीटर व्यास का एक छेद कीजिए। छेद के पीछे दूधिया विजली-बत्ती रखिए। यह सूर्य को निरूपित करेगी। इस छेद के चारों तरफ लाल खड़िया से किरोट (कारोना) बना दिया जाता है। चन्द्रमा बनाने के लिए लकड़ी की एक गेंद लीजिए, जिसका व्यास 2.5 सेंटीमीटर हो और इसको घुमाने की सलाई पर लगा दीजिए। इस उपकरण के सामने एक पर्दा लगा दिया जाता है। इस पर्दे में कई बड़े सूई-छिद्र बना दिए जाते हैं। देखने वाला इनमें से किसी एक से झांक कर ग्रहण को देखता है। इस प्रतिकृति में भी किरोट केवल पूर्ण ग्रहण की स्थिति में दिखाई पड़ता है। चन्द्रमा की स्थिति को ठीक करने के लिए साइकिल की एक मजबूत हीली लगा दी जाती है, जो उपकरण के अग्र भाग में से बाहर निकली रहे।



4. सूर्य-ग्रहण दिखाना

छत से लटकनी बड़ी विजली-बत्ती की तरफ एक आंख से देखिए, और दूसरी आंख को बन्द

रखिए। खुली आंख के सामने कोई छोटा सिक्का कुछ इंच की दूरी पर पकड़े रहिए। बड़ी बत्ती दूरी पर है और सूर्य को निरूपित करती है। छोटा सिक्का आपकी आंख के पास है और सूर्य और पृथ्वी के बीच रहने वाले चन्द्रमा को निरूपित करता है। आप देखेंगे कि छोटा सिक्का आपकी बत्ती को पूर्णतया छिपा देता है और आपकी आंख पर छाया कर देता है।

5. सूर्य के धब्बे देखना

उस दूरदर्शी का उपयोग करिए जिसे आपने किसी पहले प्रयोग में बनाया था। उसे इस प्रकार व्यवस्थित करिए कि वह ठीक सूर्य की दिशा में हो जाए। दूरदर्शी के अभिनेत्र-लेंस से कुछ दूरी पर सफेद गत्ता रखिए। दूरदर्शी से इस प्रकार फोकस डालिए कि गत्ते पर सूर्य का साफ और कान्तिमय प्रतिबिम्ब पड़े। यदि सूर्य की सतह पर सूर्य-कलक या सूर्य के धब्बे विद्यमान होंगे तो आप प्रतिबिम्ब में उन्हें अनियमित रूप-रेखा के छोटे काले धब्बों के रूप में देख सकेंगे।

चेतावनी : दूरदर्शी में आंख लगा कर सूर्य को मत देखिए। देखना ही हो तो आंख पर गाढ़े रंग का काच-फ़िल्टर अवश्य लगा लीजिए।

6. सूर्य के हिसाब से पृथ्वी की स्थिति में होने वाले परिवर्तनों को देखना

अपनी कोठरी के फर्श या दीवार पर उस स्थान पर रेखा खींचिए जहां घूम पड़ती हो। ठीक मास, दिन और घटा (समय) लिख लीजिए। प्रत्येक सप्ताह के अन्त में ठीक उतने ही बजे उसी प्रकार फिर रेखा खींचिए। साल भर तक इसी प्रकार रेखाएं खींचते रहिए। तब आपको कुछ रोचक परिणाम प्राप्त होंगे। रेखा की स्थिति में सप्ताह-सप्ताह और महीने-महीने का परिवर्तन सूर्य के गिर्द पृथ्वी के घूमने का परिणाम है।

ग. सौर-परिवार विषयक प्रयोग

1. सौर-परिवार की प्रतिकृति (मॉडल) बनाना

छात्रों से सौर-परिवार की प्रतिकृति बनवा कर, ग्रहों की मापेक्षिक नापों और सूर्य से उनकी

दूरियों की प्रत्यक्ष जानकारी की जा सकती है। सूर्य तथा ग्रहों को निरूपित करने के लिए या तो विविध नापों की गेंदों का उपयोग करना

चाहिए या मिट्टी की प्रतिकृतियां बनानी चाहिए, या फिर गते में उचित नापों के वृत्त काटने चाहिए। इनको या तो दीवार, फर्श या श्यामपट्ट पर ठीक ढग से लगा देना चाहिए क्योंकि इनमें खडिया से ग्रहों की कक्षाएं भी अंकित की जा सकती हैं। नीचे की सारणी में आवश्यक आकड़े आदि दिए गए हैं, जिन्हें पढ़ कर प्रतिकृति को ठीक नाप का बनाया जा सकता है :

नहीं रहते। इसी से वे पहचाने जा सकते हैं। छात्रों को ग्रहों की पहचान सिखा देनी चाहिए, जिससे वे चमकीले तारे और उनका अंतर जान सकें। दो शाम को अगर आप बच्चों को तारे आदि दिखाएंगे तो वे बड़ी प्रसन्नता से उन्हें देखेंगे। पृष्ठ 88 पर बताए गए दूरदर्शी का अथवा किसी क्षेप-दूरदर्शी (फोल्ड ग्लासेज) का उपयोग करिए।

ग्रह सम्बन्धी आकड़े	बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगल	बृहस्पति	शनि	वारुणी	बृहण	यम
मध्य में औसत दूरी (लाख मीलों में)	360	670	930	1,410	4,890	8,860	17,820	27,930	36,700
व्यास (मीलों में)	3,000	7,600	7,900	4,200	87,000	72,000	31,000	33,000	4,000

2. उन ग्रहों को देखना जो आंखों से देखे जा सकते हैं

वर्ष के विविध समयों में दिखाई पड़ने वाले ग्रहों को गिदाक अच्छे तारा-चित्रों की सहायता से सुगमता से पहचान सकता है (ये अधिक चमकीले रहते हैं और तारा-चित्रों में अंकित

3. उल्काग्रहों को देखना

उल्काग्रहों अथवा दूटते तारों की खोज के लिए अग्रस्त या नवम्बर का महीना ठीक रहेगा। बच्चों से कहिए कि वे सम्भ्या के बाद आकाश देखते रहें और जो कुछ भी वे प्रेक्षण करें, उसका विवरण दे।

घ. पृथ्वी सम्बन्धी प्रयोग

1. पृथ्वी का घूर्णन दिखाने वाला फूको लोलक

फूको लोलक का आधार बनाने के लिए एक G अक्षरनुमा मन्थर (G-लेम्प) लीजिए, जिसके जवड़े के भीतर एक गोली-धारक को टाके से झलवा लिया गया हो। फूको लोलक घर के भीतर टांगना अच्छा है। गोली-धारक का छर्रा मोटे रेजर ब्लेड पर टिका रहे अथवा किसी अन्य कड़ी सतह पर। जब लोलक को चला दिया जाता है तो कुछ घंटों के बाद उसके झूनने का समतल बदल



जाता है। इसका पता पाने के लिए लोलक को छोड़ते समय भूमि पर चिह्न लगा देना चाहिए। इस परिणाम का वास्तविक कारण यही हो सकता है कि गोले के नीचे पृथ्वी घूम गई हो।

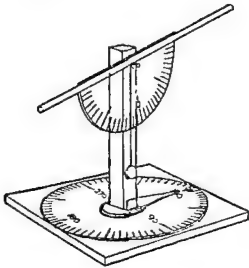
2. एक सरल बियोजोलाइट या ऐस्ट्रोलेब

चादा (प्रोटैक्टर) की आधार-रेखा पर लाब या सरस (म्यू) से लेमन पीने की नलिका चिपका कर एक सरल बियोजोलाइट या ऐस्ट्रोलेब बनाया जा सकता है।

चादे को आधार-स्तम्भ पर एक पेच से जसना चाहिए। इस पेच के तिर्रे पर एक साहूल-मूय लटका देना चाहिए। इससे आधार-स्तम्भ ठीक ऊर्ध्वाकार रखा जा सकेगा और यह तारे अथवा

किरी अन्य यस्तु का उन्नताश-कोण नापने में सूचक का काम भी देगा।

इससे अच्छी भी एक प्रतिकृति बनाई जा सकती है, जिसकी सहायता से तारे का उन्नतांश (ऊँचाई) और दिग्गं (उत्तर-दक्षिण दिशा से कोण), दोनों नापे जा सकते हैं। आधार-स्तम्भ को आधार-पीठिका (पेंदी) पर पेच से कस दीजिए। दो सिक्कों के बीचोंबीच छेद करके उन्हें वादाश की तरह काम में लाइए और आधार-स्तम्भ क्षैतिज कोण नापने के लिए आधार-स्तम्भ में टीन का एक टुकड़ा जड़ दीजिए। आरम्भ के कई आविष्कार इसी प्रकार के कामचलाऊ उपकरणों की सहायता से किए गए थे।



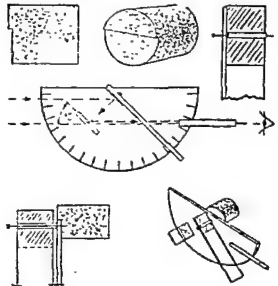
3. पष्क की प्रतिकृति

काग, सिरस, पिन, कांच-नलिका, इत्यादि के उपयोग से एक सरल पष्क (सेक्सटेंट) बनाया जा सकता है।

काग के एक सिरसे एक छोटा-सा भाग काट कर निकाल दिया जाता है। इस पर चाँदे की आधार-रेखा को इस प्रकार व्यवस्थित किया जाता है कि वह काग के सिरसे के व्यास के समानान्तर रहे। चाँदे की आधार-रेखा के बीचोंबीच एक मजबूत पिन खोस दी जाती है। यह पिन दर्पण के घूमने के लिए धुरी का काम करती है। कांच की किसी नलिका को (गरम करने के बाद) खींच-खींच कर इतना पतला कर लिया जाता है

कि वह पिन पर बहुत ढीली न बैठे। इसे दर्पण की एक पट्टी पर (जो नाप में 7 सेंटीमीटर \times 1 सेंटीमीटर की हो) चिपका दिया जाता है और पिन इसी में पहना कर चाँदे के छेद में खोस दी जाती है। इस प्रकार नलिका कब्जे का काम देती है। नलिका वाले मिरे को और में 1 मेट्रीमीटर छोड़ कर दर्पण की पट्टी की शीप कलई छुड़ा दी जाती है। इस प्रकार कलई-रहित किया गया भाग यन्त्र की भुजा का काम देता है और चाँदे की मापनी पर का कोण बताता है।

दूसरा दर्पण, जो स्थिर रहता है, चाँदे पर बनाए गए दीर्घ छिद्र (स्लाट) में कमा जाता है और नाख में जोड़ दिया जाता है। चाँदे (प्लास्टिक का) में दीर्घ छिद्र तपाए गए तार या बुनने की सलाई में किया जाता है। इस दीर्घ छिद्र को चाँदे के आधार से 45 डिग्री का कोण बनाना चाहिए। इस दर्पण में (बीच की ओर से) आधे कलई हटा दी जाती है। चाँदे की आधार-रेखा के समानान्तर लेमन पीने की नलिका का एक टुकड़ा या कांच की नलिका नाख से चिपका दी जाती है और इसी में से देखा जाता है। इस नलिका में देखने पर पूर्वोक्त कलई-रहित प्राथे दर्पण द्वारा क्षितिज दिखाई पड़ना चाहिए (आवश्यकता हो तो नलिका को दशा ठीक कर लीजिए)।

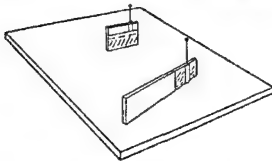


इस्तेमाल करते समय काग को पकड़ कर यन्त्र को दाहिने हाथ में लेना चाहिए और यन्त्र की भुजा को इस प्रकार समंजित करना चाहिए कि क्षितिज के दोनों प्रतिबिम्ब, स्थिर दर्पण के कलईदार भाग में दिखाई पड़ने वाला और उसके स्वच्छ भाग द्वारा दिखाई पड़ने वाला, अटूट हो। तब यन्त्र की स्वच्छ कांच वाली भुजा जिम कोण को सूचित करती है, उसे लिखा जाता है।

भुजा को अब इतना घुमाया जाता है कि सूर्य अथवा अन्य वस्तु का प्रतिबिम्ब, जो स्थिर दर्पण के कलईदार आधे भाग में दिखाई पड़ता है, उसके दूसरे स्वच्छ भाग द्वारा दिखाई पड़ने वाले क्षितिज पर बैठ आ जाय पड़े।

भुजा जितने कोण द्वारा घूमती है, वह सूर्य के उन्नतांश का आधा है। यदि सूर्य तेज चमक रहा हो तो आंखों की रक्षा के लिए गाढ़े श्याम रंग के कांच या जिलेटिन की आवश्यकता पड़ेगी। भारत में सूर्य सदा ही तेज चमकता है और बिना श्याम कांच के सूर्य की ओर कभी नहीं देखना चाहिए।

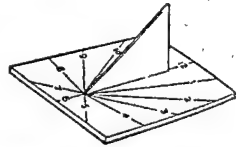
इसी प्रकार की दर्पण की पट्टियां चित्रफलक पर पिनों की सहायता से ऊर्ध्वाधर समतल में खड़ी की जा सकती हैं। इसके लिए कांच की नलिकाओं में पिन डाल कर इन पिनों को चित्रफलक में खोंस देना चाहिए। पट्टक के दर्पण-तन्त्र में प्रकाश-रश्मियों के मार्ग के अध्ययन के लिए पूर्वोक्त पट्टियां उपयोगी सिद्ध होंगी। विशिष्ट रश्मियों के मार्ग का पता पाने के लिए किरणा-बलियो अथवा पिनो का उपयोग करना चाहिए।



4. धूप-घड़ी बनाना

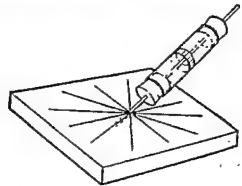
शुरु में बचने के लिए धूप-घड़ी को धातु

अथवा रंगी हुई लकड़ी से बनाना चाहिए ताकि उसमें छीजन न हो। सरल प्रयोगों के लिए पत्ते की भी प्रतिकृति बनाई जा सकती है।



समय का पता शंकु की छाया से चलता है। शंकु एक समकोणिक त्रिभुज होता है, जिसका आधार-कोण उस स्थान के अक्षांश (लैटिट्यूड) के बराबर होता है जहां धूप-घड़ी का इस्तेमाल किया जाता है।

इस त्रिभुज को सरस आदि से अपने स्थान पर इस प्रकार लगाना चाहिए कि उसका कर्ण ध्रुव तारे की दिशा में रहे। तब आधार-पट्टिका पर घंटों के चिह्न बनाए जा सकते हैं।



यदि 4 सेंटीमीटर व्यास की कांच की कोई नलिका मिले तो उसमें दूसरे ढंग की धूप-घड़ी बनाई जा सकती है।

इस उपकरण में बुनने की मजबूत सलाई शंकु का काम करती है। उसे आधार-पट्टिका में उचित कोण पर खोंस दिया जाता है। पैमाना नलिका की परिधि पर चिपका दिया जाता है और उसे 24 बराबर भागों में बांट दिया जाता है। सलाई की जो छाया इस पर पड़ती है उसमें घंटे का बोध होता है। कांच की नलिका को

कागों की सहायता से ठीक स्थान पर रखा जाता है ।

5. पृथ्वी और चन्द्रमा की सरल प्रतिरूपिता

पृथ्वी को नारंगी या अन्य किसी गोल वस्तु से निरूपित किया जा सकता है । नारंगी आदि को बास अथवा किसी मजबूत सीखचे पर लगा दिया जाता है । एक तार को मोड़ कर या बुनने की सलाई को बास के बीच में छेद करके डालिए और उस पर कोई छोटा गोल फल अथवा बीज या मेवा रख कर चन्द्रमा को निरूपित करिए । इसे हाथ में लेकर किसी लैम्प के चारों ओर चक्कर लगाने से चन्द्रमा की कलाएं, सूर्य के चारों ओर पृथ्वी का घूमना और ग्रहणों का लगना भी समझाया जा सकता है ।

6. श्रुतुओं का कारण दिखाना

खड़ की खोखली गेद की (जैसे टेनिम की गेद) पृथ्वी बनाइए । गेद में 15 सेंटीमीटर लम्बा तार या बुनने की सलाई घुसा दीजिए । यह पृथ्वी का अक्ष है । गत्ते पर लगभग 40 सेंटीमीटर व्यास का एक वृत्त खींचिए । यह पृथ्वी की कक्षा को निरूपित करेगा । इस पर उत्तर, दक्षिण, पूर्व, पश्चिम आदि चारों दिशाएं अंकित करिए । सूर्य को निरूपित करने के लिए एक विजली-बत्ती को गत्ते से लगभग 15 सेंटीमीटर की ऊंचाई पर लटका दीजिए । इसके बदले जलती मोमबत्ती भी रखी जा सकती है । गेद को, जो

पृथ्वी को निरूपित करती है, पूर्वोक्त चार स्थानों में पारी-पारी से रखिए । अक्ष ऊर्ध्वाधर से 23.5 डिग्री का कोण बनाए । देखिए कि गेद का कितना भाग सदा प्रकाश में रहता है और रश्मियां सीधी कहां गिरती हैं । चारों स्थितियों में देखिए कि रश्मिया किस गोलार्ध पर तिरछी पड़ती हैं ।

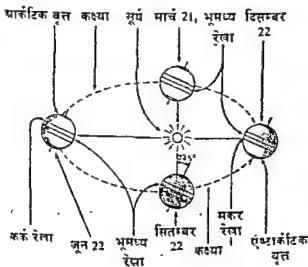
प्रयोग फिर से करिए, परन्तु अब की बार चारों स्थितियों में पृथ्वी का अक्ष ऊर्ध्वाधर रहे और देखिए कि यदि पृथ्वी का अक्ष तिरछा न होता तो क्या होता ।

7. किसी स्थान पर दिन और रात की लम्बाइयों में अन्तर पड़ने का कारण दिखाना

वही उपकरण नीजिए जिसका उपयोग ऊपर प्रयोग-6 में किया गया था । गेद के बीचोंबीच एक वृत्त खींचिए । यह भूमध्य रेखा (ईक्वेटर) को निरूपित करेगा । भूमध्य-रेखा पर और उत्तरी गोलार्ध तथा दक्षिणी गोलार्ध में नगरों को निरूपित करने के लिए गेद पर बिन्दु लगा दीजिए । गेद को फिर चारों स्थितियों में रखिए परन्तु इस बार प्रत्येक स्थिति में गेद को उसकी धुरी पर घुमाइए और देखिए कि विविध नगर, जिन्हें आपने अंकित किया है, कितने समय तक प्रकाश में रहते हैं और कितने समय तक छाया में । प्रत्येक ध्रुव पर 6 महीने का दिन होता है और 6 महीने की रात ।

8. यह दिखाना कि पृथ्वी पर छाई हुई उष्मा (गरमी) और प्रकाश पर सूर्य की किरणों के तिरछेपन का क्या प्रभाव होता है

एक गत्ते को इस प्रकार मोड़िए कि उससे 2 सेंटीमीटर की (अनुप्रस्थ) काट की ओर 32 सेंटीमीटर लम्बी चौकोर नलिका बन जाए । फिर खूब कड़े गत्ते से 23 सेंटीमीटर लम्बी और 2 सेंटीमीटर चौड़ी पट्टी काट लीजिए । इसे नलिका के एक ओर इस प्रकार चिपका दीजिए कि पट्टी 15 सेंटीमीटर बाहर निकली रहे । कड़े गत्ते के सिरे को मेज पर रखाए और नलिका को ऊर्ध्वाधर



से लगभग 25° तिरछी दिशा में रखिए। नलिका के ऊपरी सिरे पर टार्च या जलती मोमबत्ती रखिए और मेज पर उस क्षेत्र को अंकित कर लीजिए जिस पर नलिका के भीतर से आया हुआ प्रकाश पड़ता है। इस प्रयोग को फिर करिए परन्तु अब नलिका केवल 15 डिग्री झुकी रहे। प्रयोग को फिर करिए परन्तु इस समय नलिका ऊर्ध्वाकार रहे। तीनों क्षेत्रों की तुलना करिए और प्रत्येक का क्षेत्रफल ज्ञात करिए। सूर्य से आई उष्मा और रोशनी की मात्रा अधिक कब रहती है? जब रश्मियां खड़ी पड़ती हैं, या तब जब वे तिरछी पड़ती हैं?

9. शंकु बनाना

पाठशाला के खुले मैदान में एक 130 सेंटीमीटर लम्बी छड़ी को भूमि में गाड़ दीजिए और छात्रों को कहिए कि छाया की लम्बाई नाप

कर लिख ले। छाया को वर्ष की विविध ऋतुओं में दिन में दो-तीन बार नापिए।

10. यह दिखाना कि एक ही समय पर सूर्य-रश्मियों का कोण (उन्नतांश) रोबोला बदलता रहता है

कागज या गत्ते के टुकड़े में 1 सेंटीमीटर व्यास का गोल छेद कर दीजिए। अपनी कक्षा की दक्षिण दिशा की किसी खिड़की में इसे ऐसी जगह रखिए कि शूप छेद में से होकर फर्श या खिड़की की चौखट पर रखे गए सफेद कागज पर पड़े। जहाँ पर सूर्य की किरणवाली पड़ती है, उस स्थान पर कागज में एक घेरा बनाइए। घेरे के भीतर दिनांक और समय लिख लीजिए। इस प्रयोग को आगामी दिनों में ठीक पहले दिन वाले समय पर दोहराइए।

ड. चन्द्रमा सम्बन्धी प्रयोग

1. चन्द्रमा के तल का निरीक्षण

पृष्ठ 88 पर बताए गए दूरदर्शी या क्षेत्र-दूरदर्शी (फोल्ड-ग्लामेज) का उपयोग करिए। चन्द्रमा के तल का अध्ययन करिए और देखिए कि आप उसमें किसी ज्वालामुख (क्रैटर) अथवा पर्वत को देख सकते हैं या नहीं।

2. चन्द्रमा की कलाओं का निरीक्षण

पूरे एक चन्द्र मास तक लड़कों से प्रति रात्रि चन्द्रमा का निरीक्षण कराइए और उसकी आकृति का चित्र खिचवाइए। अभावस्था से आरम्भ करके यह क्रम अभावस्था तक जारी रखिए।

3. चन्द्रमा की कलाओं का कारण दिखाना

अपनी कक्षा में या किसी दूसरे कमरे में अन्धेरा करके मेज पर एक जलती मोमबत्ती या विजली-बत्ती रखिए। 8 सेंटीमीटर व्यास की रबड़ की गेंद को सफेद रंग से रंग लीजिए। हाथ फेंका कर गेंद को पकड़े रहिए और इस प्रकार खड़े रहिए कि प्रकाश आपकी पीठ की ओर रहे। गेंद को अपने से कुछ ऊंचा रखिए ताकि उस पर प्रकाश पड़ सके। देखिए कि गेंद के किस भाग पर प्रकाश पड़ रहा है। यह स्थिति पूर्णमा को निरूपित करती है। अब धीरे-धीरे दाईं से बाईं ओर

घूमिए। गेंद को बराबर अपने सामने और सिर से कुछ ऊंचा रखिए। एक बार पूरा घूम कर देखिए कि गेंद के प्रकाशित भाग की आकृति किस प्रकार बदलती है। क्या आप चन्द्रमा की विविध कलाओं को देखते हैं? अब फिर घूमिए परन्तु पूरे चक्कर के आठवें भाग पर रुक जाइए और किसी से कहिए कि वह चन्द्रमा (गेंद) के प्रकाशित भाग का चित्र खींचे (वह व्यक्ति आपसे यथा-सम्भव मट कर सड़ा हो, अन्यथा उसके लिए प्रकाशित भाग की आकृति दूसरी हो जाएगी)।

4. चन्द्र-ग्रहण दिखाना

एक कमरे में अन्धेरा करिए। सूर्य को निरूपित करने के लिए टार्च या मोमबत्ती जलाइए। एव हाथ में 8 सेंटीमीटर की रबड़ की गेंद लीजिए, जो पृथ्वी को निरूपित करे। चन्द्रमा को निरूपित करने के लिए दूसरे हाथ में 2 सेंटीमीटर की दूसरी गेंद लेकर टार्च से निकली किरणवाली के सामने रखिए और पृथ्वी की छाया को देखिए। इसके बाद छोटी गेंद अर्थात् चन्द्रमा को पृथ्वी के पीछे छाया में ले जाइए। जब तक चन्द्रमा पृथ्वी की छाया में होकर चलता रहेगा तब तक चन्द्र-ग्रहण लगा रहेगा।

वायु और वायुदाब के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

जीवन के लिए जो वस्तुएं परम आवश्यक हैं, उनमें से वायु भी एक है। वायु के समुद्र के तल में ही हम रहते भी हैं। मनुष्य अपने कई-एक दैनिक कार्यों में वायुदाब का उपयोग करता है। प्रत्येक बालक और बालिका का पाठ्य-विषयों में वायु और वायुदाब को भी स्थान मिलना चाहिए।

क. यह दिखाना कि वायु कहाँ-कहाँ है

1. संकरे गले की एक शीशी का मुह नीचे की ओर करिए। काच के एक बड़े बरतन में पानी रख कर शीशी को उसमें पूरी तरह डुबा दीजिए। अब धीरे-धीरे शीशी को तिरछा करके उसके मुह को पानी की सतह की ओर लाइए। आप क्या देखते हैं? क्या शीशी खाली थी?

2. पानी के बरतन में मुट्ठी-भर मिट्टी डालिए और ध्यान से देखिए। क्या आपने कोई ऐसी बात देखी जिससे पता चले कि

मिट्टी में हवा थी?

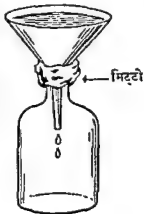
3. एक ईंट लीजिए और उसे पानी के बरतन में छोड़ दीजिए। क्या कोई प्रमाण मिलता है कि ईंट के भीतर हवा थी?

4. गिलास में ठण्डा पानी भरिए और सूक्ष्मता से उसका निरीक्षण करिए। गिलास को गरम स्थान में कई घंटे पड़ा रहने दीजिए। फिर निरीक्षण करिए। आपको क्या अन्तर दिखाई पड़ता है? क्या कोई प्रमाण है कि पानी में हवा है?

ख. यह दिखाना कि हवा जगह घेरती है

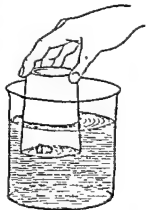
1. एक बोतल और एक कीप लीजिए। कीप को बोतल के मुह में लगा दीजिए और बोतल के मुह की सन्धि पर बाहर की ओर मूति बनाने की मिट्टी लगा दीजिए। गोली मिट्टी बोतल के मुह में कस कर लगाई जाए। कीप में धीरे-धीरे पानी डालिए। आप क्या देखते हैं? हवा के बारे में इससे क्या पता चलता है?

2. ऊपर के प्रयोग-1 को फिर से करिए और इतना पानी डालिए कि पानी लगभग कीप के ऊपरी किनारे तक पहुंच जाए। बोतल में नगी मिट्टी में सावधानी से कील से एक छेद

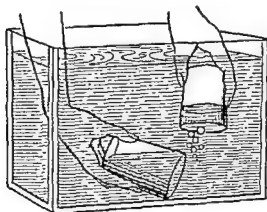


कर दीजिए। छेद बोतल के भीतर तक पहुंच जाए। आपने क्या देखा? ऐसा क्या हुआ?

3 काच के बड़े बरतन को पानी से आधा भर कर उस पर एक कागज तैराइए। अब कागज के ऊपर एक गिलास को उल्टा करके रखिए। गिलास को नीचे दबाइए। आप क्या देखते हैं? इस प्रयोग को फिर करिए, परन्तु पहले गिलास की पेंदी में थोड़ा कागज बम कर ठूस दीजिए। क्या कागज भीग जाता है?



4. एक मत्स्यकुण्ड अथवा कांच का कोई बड़ा बरतन लीजिए और उसे लगभग पूरा भर दीजिए। पानी पीने के एक गिलास को ढीधा करके उसे मत्स्यकुण्ड में डुवाइए। दूसरे हाथ से एक दूसरा गिलास भी भीतर ढीधा ही डालिए। इस गिलास का मुह इस प्रकार तिरछा करिए कि उसमें पानी भर सके। अब दूसरे गिलास को पानी के भीतर ही ढीधा करके पहले गिलास के कुछ ऊपर पकड़े रहिए। पहले गिलास को धीरे-से तिरछा करिए और हवा को धीरे-धीरे निकलने दीजिए। दूसरे गिलास में पहले गिलास की हवा भर लीजिए। हवा के बारे में इससे क्या पता चलता है ?



5. मत्स्यकुण्ड में कांच का एक लम्बा बरतन रखिए। इसे पानी में भर जाने दीजिए। तब इसे मत्स्यकुण्ड की पेंदी पर ढीधा खड़ा कर दीजिए। इस बरतन के मुह की ओर के नीचे रखड़ की नलिका या लेमन पीने की नलिका का एक सिरा डाल

ग. यह दिखाना कि हवा में भार होता है

1. एक लम्बी छड़, जैसे भीटर की पट्टी या गज लीजिए और उसक ठीक बीच में एक पतली कील को आर-पार टोंक दीजिए। कांच के दो गिलासों की कोरों पर कील को टिका कर छड़ को सन्तुलित करिए। फिर तार के छोटे टुकड़े से एक आरोही (राइडर) बनाइए और उसे छड़ के सिरे पर उम और रगिए जिसे सन्तुलन की दृष्टि से भारी करना हो। आरोही को घटा-बढ़ा कर

दीजिए और नलिका में धीरे-से फूंक मारिए। इससे हवा के बारे में क्या पता चलता है ?

6. चौड़े मुह की लम्बी बोतल को पानी में भर कर आधी भरी थाली पर उलट दीजिए। ऐसा करने का तरीका यह है कि बॉन को पानी से भर कर उसके मुह पर कांच या गत्त का एक टुकड़ा रख लिया जाए और तब बॉन को उलट कर उसके मुह को थाली के पानी के भीतर कर



दिया जाए। फिर ढक्कन को पानी के भीतर से निकाल लिया जाए। बोतल के मुह को जरा-सा उठाइए और उसके नीचे दवा टपकाने वाली नलिका का मुह डाल दीजिए। दवा टपकाने वाली नलिका के खड को दवाइए और देखिए कि क्या होता है। ऐसा कई बार किया जा सकता है। हवा के बारे में इससे क्या पता चलता है ?

7. एक ऐसी बोतल लीजिए जिसमें कस कर बैठने वाला काग या खड की डाट हो। बोतल को पानी से भर दीजिए परन्तु हवा का छोटा बुलबुला उसमें रह जाए। बोतल को तिरछा करिए और काग को दवा कर बुलबुले को निकालने की चेष्टा करिए। आप क्या देखते हैं ? यह प्रयोग हवा के बारे में क्या बताता है ?

छड़ को ठीक-ठीक सन्तुलित करिए (बिना आरोही और सन्तुलन के भी काम चल सकता है)। छड़ के एक सिरे पर खड का एक गुब्बारा और खड का (या साधारण) एक छल्ला लटका दीजिए। अब छड़ के दूसरे सिरे पर कुछ बाट या अन्य वस्तुएं रख कर छड़ को ठीक-ठीक सन्तुलित करिए (यदि पहले कुछ पासां रहता तो उसका प्रभाव इस सन्तुलन से मिट जाएगा)। छड़

उन स्थानों पर चिह्न लगा लीजिए जहाँ गुब्बारा और सन्तोलक भार रखे गए थे। गुब्बारे को हटा लीजिए और उभरते हुए साइकिल पम्प से हवा भरिए। गुब्बारे का मुँह धागे से बांध दें। फिर गुब्बारे और सन्तोलक भार को ठीक उन्हीं जगहों पर रख दीजिए जहाँ वे पहले थे। यह काम सरल नहीं है क्योंकि नाम-मात्र भी अन्तर पड़ने से प्रयोग बेकार हो जाएगा। इसलिए छड़ के सिरों पर भी पतली कीलें ठोक कर वहाँ गुब्बारा और सन्तोलक भार लटकाना अधिक अच्छा होगा। आप क्या देखते हैं? इससे हवा के बारे में क्या पता चलता है? (आकिमिडीज के सिद्धान्त

घ. यह दिखाना कि हवा दबाव डालती है

1. एक गिलास को पानी से ऊपर तक भर दीजिए। उसके ऊपर पतले गत्ते का एक टुकड़ा रख कर उसको गिलास पर दबाए रखिए और गिलास को उलट दीजिए। फिर अपने उस हाथ को हटा लीजिए जिससे आपने गत्ते को पकड़ रखा था।



उलटे हुए गिलास को चिकनी मेज पर रखिए और सावधानी से गिलास को गत्ते से मेज पर खिसकाना आरम्भ करिए। गिलास को धीरे-धीरे मेज पर खिसकाइए। क्या आप मेज पर पानी गिराए बिना गिलास को खाली करने की कोई रीति सुझा सकते हो? यह प्रयोग हवा के बारे में क्या बताता है?

2. चौड़े मुँह की लम्बी बोतल लीजिए और उसकी बारी पर गीली मिट्टी की तीन या चार गोनियाँ चिपका दीजिए। बोतल में पानी भरिए। मिट्टी पर एक तप्तरी रखिए और तब बोतल तथा

के अनुसार हवा भरने पर गुब्बारे तथा उभक भीतर की हवा की सम्मिलित तौल उतनी कम हो जाएगी जितनी कि विस्थापित हवा की तौल होगी, इससे गुब्बारे की तौल में सूक्ष्म अन्तर पड़ेगा और वह भी केवल इसलिए कि भीतर की हवा में दाब कुछ अधिक है।) प्रयोग को बड़ी सावधानी से करना चाहिए।

ऊपर के प्रयोग को फुटबाल, बास्केट बाल आदि के बॉल या वाइमिकिल या मोटर के पहिए की भीतरी ट्यूब की महायता से भी किया जा सकता है।

तप्तरी को उलट दीजिए। मुर्गी के बच्चों के लिए जल-पात्र रूप में इसका उपयोग किया जा सकता है। बोतल में पानी क्यों रुका रहता है। तप्तरी से थोड़ा पानी निकाल लीजिए। क्या होता है?



3. पतले पट्टे का 5 सेंटीमीटर चौड़ा और 60 सेंटीमीटर लम्बा टुकड़ा लीजिए। पट्टे को मेज पर इस तरह रखिए कि लगभग 25 सेंटीमीटर टुकड़ा किनारे से आगे निकला हो। अब समाचारपत्र का एक ताब लेकर उभे इस प्रकार फैलाइए कि पट्टे का मेज पर का भाग उसके नीचे आ जाए। इसके बाद अपने हाथ को कागज के मध्य भाग से किनारे की ओर ले जाते हुए मारी हवा बाहर निकाल दीजिए। इस प्रयोग की सफलता इस बात पर निर्भर करती है कि आप हवा को कागज के नीचे से पूरी तरह निकाल पाएं। जब यह हो जाए तो किताबें में

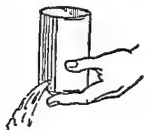
विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

कहिए कि पट्टे के बड़े हुए भाग पर छड़ी से मारे। क्या होता है? इससे हवा के वारे में क्या पता चलता है?

4. कांच की सीधी नलिका अथवा शरवत पीने की नलिका के एक सिरे पर अंगुली रख कर उसे बन्द कर लीजिए और दूसरे सिरे को रंगीन पानी में डुबाइए। अंगुली हटा लीजिए और



देखिए कि क्या होता है? नलिका के सिरे को फिर अंगुली से बन्द कर लीजिए और नलिका को पानी से हटा लीजिए। क्या होता है? क्यों होता है? हवा के वारे में इससे क्या पता चलता है?



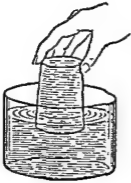
5. टीन के डिब्बे के एक और पेंदी के पास कील से एक छेद करिए। डिब्बे को पानी से भरिए। हथेली को डिब्बे के मुंह पर कस कर दबाइए। छेद में पानी का बहना बन्द हो जाएगा। हाथ हटा लीजिए तो पानी फिर छेद में स बहने लगता है। इससे क्या पता चलता है?

6. एक चौड़े मुंह की अथवा साधारण लम्बी बोटल चुनिए। थोड़ा-सा कागज भरोड़ कर उसकी एक गोली-सी बना लीजिए और उनमें आग लगा कर उसे बोटल में डाल दीजिए। बोटल के मुंह पर रबड़ का गुब्बारा खींच कर तुरंत लगा दीजिए या उस पर रबड़ का टुकड़ा दबा रखिए। आप क्या देखते हैं? क्या आप बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

7. एक अण्डे को 10 मिनट तक उबालिए या इतना उबालिए कि वह बहुत कड़ा हो जाए। ऊपर का छिलका अलग कर दीजिए। एक ऐसी बोटल लीजिए जिसकी गरदन इतनी चौड़ी हो कि उसमें बिना अण्डे की मफेदी के टूटे ही अण्डे को दबा कर भीतर डाला जा सके। दूध की बड़ी बोटल, जिसमें एक क्वार्ट या एक लिटर दूध आता है, अच्छा काम देगी। थोड़े-से कागज की एक गोली बना कर उसमें आग लगा दीजिए और उसे बोटल में डाल दीजिए। अण्डे को तुरन्त बोटल के मुंह में रख दीजिए। नुकीला सिरा नीचे की ओर रहे। क्या होता है? आप इसे कैसे समझाते हैं? अण्डे को बाहर निकालने के लिए बोटल को उलट दीजिए। ऐसा करिए कि अण्डा बोटल की गरदन में आ जाए और उसका नुकीला सिरा नीचे की ओर रहे। अब बोटल में मुंह लगा कर उसमें खोर से हवा भरिए और देखिए कि मुंह हटाने पर क्या होता है?

8. पानी पीने के गिलास को पानी के बड़े बरतन में डुबा दीजिए। ध्यान रखिए कि पानी में गिलास पूर्णतया भरा रहे। अब गिलास को झींवी स्थिति में रख कर उसे इतना ऊपर उठाइए कि गिलास लगभग पूर्णतया पानी के बाहर निकल आए। गिलास के भीतर का पानी गिरता क्यों नहीं?

9. पाइप साफ करने वालों का रबड़ का प्याला (प्लम्बर्स फॉर्म कप) लीजिए। उसकी पेंदी के नीचे पानी लगाइए और उसे किसी सपाट मजह



पर दबाइए, उदाहरणार्थ तिपाई के ऊपर। प्याले के साथ-साथ तिपाई को भी उठाने की चेष्टा करिए। ऐसा करना क्यों सम्भव है? (भीगे चमड़े के वृत्त के केन्द्र में डोर पहना कर भी यह प्रयोग किया जा सकता है)।

10. पाइप भाफ करने वालों के रबड़ के दो प्याले लीजिए। उनके किनारों पर पानी लगाइए। दोनों प्यालों को सटा कर बलपूर्वक दबाइए और तब उन्हें अलग करने की चेष्टा करिए। उन्हें खींच कर अलग करना क्यों इतना कठिन है? यह प्रयोग प्रसिद्ध मैगडिबुर्ग गोलाचों वाले प्रयोग से मिलता-जुलता है।

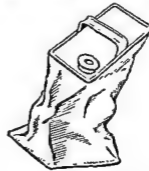
11. एक गुब्बारे में अपने मुह से थोड़ी-सी हवा फूकिए। गुब्बारे को मेज की ऊपरी सतह के पास लाइए और चाय के दो प्यालों को गुब्बारे के अगल-बगल रख कर उनके मुहों को गुब्बारे के दोनों ओर दबाइए (इससे गुब्बारा कुछ दूर तक दोनों प्यालों में घुस जाएगा)। गुब्बारे में अब कुछ और हवा फूकिए। और तब गुब्बारे का मुंह दबा कर बन्द कर दीजिए। यदि यह प्रयोग सावधानी से किया जाएगा तो गुब्बारे को उठाने पर दोनों प्याले उठ आएंगे। प्यालों को गुब्बारे से कौन-सी शक्त चिपका देती है?

12. कांच के एक ही ताप के दो गिलास लीजिए और एक के मुंह के चारों ओर भीगे सोखते का कालर बना कर लगा दीजिए। कुछ कागजों को भरोड़ कर एक गोला बना लीजिए। उसमें आग लगा दीजिए और उसे मेज पर रखे गिलास में डाल दीजिए। फिर तुरन्त ही दूसरे गिलास को उलट कर सोखते पर जोर से दबाइए। क्या आप

ऊपर के गिलास को उठाने से नीचे वाले गिलास को भी उठा सकते हैं? क्यों?

13. दो मोटे गिलास लीजिए। प्रत्येक को पानी से भर दीजिए। एक गिलास पर कागज का एक टुकड़ा रख दीजिए और उसे दूसरे गिलास पर इस प्रकार उलट दीजिए कि दोनों गिलासों की धारियाँ एक-दूसरे पर ठीक-ठीक पड़ें। कागज को हटा दीजिए। क्या होता है? क्यों?

14. टीन के एक बड़े डिब्बे में, जिसके मुह पर पंचदार ढक्कन हो, 3 सेंटीमीटर पानी भरिए। ढक्कन हटा कर टीन को स्टोव (चूल्हे) पर खुला रखिए। जब पानी खीलने लगे और खुले मुह से भाप जोर से निकलने लगे तब डिब्बे को फुर्नी से चूल्हे से हटा कर उस पर शीघ्रता से पंचदार ढक्कन लगा दीजिए और खूब कस दीजिए। डिब्बे को ठण्डा होने दीजिए और परिणाम देखिए। डिब्बे पर ठण्डा पानी छोड़ने से या उसे ठण्डे पानी की बाल्टी में डुबाने से परिणाम और भी शीघ्र दिखाई पड़ेगा?

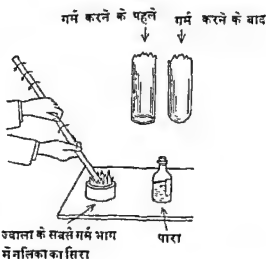


15. विजली के एक पुराने बल्ब को गैस अथवा स्पिरिट लैम्प की ज्वाला में गरम करके उसके पीतल के छल्लों को निकाल दीजिए। जब बल्ब की लाख धुआँ देने लगे तब उसे प्लास से ऐठ कर बल्ब से छुड़ा दीजिए। आपका एक नलिका का सिरा दिखाई देगा, जो बल्ब के भीतर घुसा रहता है और जिसके द्वारा भीतर की हवा मीच ली जाती है। बल्ब को रंगीन पानी के बरतन में डुब तरह रखिए कि नलिका वाला सिरा नीचे रहे। प्लास में नलिका का सिरा (पानी के भीतर-ही-भीतर) तोड़ दीजिए। क्या होता है? आप इसकी क्या व्याख्या करेंगे?

ड. वायुदाब को नापना

1. सरल पारा वायुदाब-मापी

लगभग 80 सेंटीमीटर लम्बी एक कांच की नलिका लीजिए। नलिका के सिरे को गैस (या स्टोव या स्पिरिट लैम्प) की ज्वाला में डाल कर और नलिका को घुमा-घुमा कर उसके सिरे को बन्द करिए। नलिका को यथासम्भव ऊर्ध्वाधर रखना चाहिए। एक छोटी-सी साधारण अथवा गोलाकार कीप लीजिए और उसे अपने दाब-मापी की नलिका के खुले सिरे से किसी रबड़ नलिका के छोटे टुकड़े से जोड़िए। नलिका में धीरे-धीरे पारा (मर्करी) डालिए। यदि हवा के बुलबुले फस जाए तो पारे को ऊपर-नीचे धीरे-से हिला कर नलिका से उन्हें दूर किया जा सकता है। पारा सिरे से 1 सेंटीमीटर नीचे तक ही भरिए। अन्तिम भाग को दबा टपकाने वाली नलिका से भरना अच्छा है। इससे पारा बेकार नहीं जाएगा। नलिका में इतना पारा भरिए कि पारे की सतह नलिका की बारी से नाम-मात्र के लिए ऊपर हो जाए। अब किसी रकाबी या बहुत चौड़े मुँह की बोतल में लगभग 2 सेंटीमीटर पारा डालिए अर्थात् पारे की गहराई 2 सेंटीमीटर हो जाए। पारे से बरी

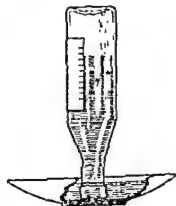


नलिका के सिरे पर अंगुली रख कर उस सिरे को तश्तरी या बोतल के पारे में डूबो दीजिए। जब नलिका का मिरा पारे में डूब जाए तब अंगुली

हटा लीजिए। फिर नलिका को उचित आधार सहारे खड़ा रखिए। यह उपकरण पारदाब-मापी का काम देगा। तश्तरी में पारे के तल से नलिका में पारे के तल की ऊंचाई सेंटीमीटरों या इंचों में वायुदाब बताती है।

2. बोतल से बना वायुदाब-मापी

किमी बोतल में थोड़ा पानी भरिए। एक तश्तरी में कुछ पानी डाल कर बोतल को उल्टा कर दीजिए और बोतल के मुँह को तश्तरी के पानी में डूबो दीजिए। अब इसका प्रयोग मुर्गी के बच्चों को पानी पिलाने के लिए किया जा सकता है परन्तु इससे बोतल के बाहर चिपकाई गई कागज की पट्टी पर वायुदाब में होने वाले परिवर्तनों को भी मांटे हिसाब से अंकित किया जा सकता है।

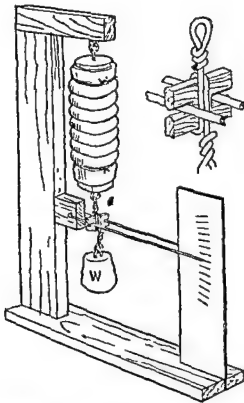


3. निर्द्वय वायुदाब-मापी

निर्द्वय वायुदाब-मापी की प्रतिकृति बनाने के लिए गैस-मुखौटा साइकिल के हथके की नानी दार रबड़-नलिका से काम लिया जा सकता है इसमें सूक्ष्मता की आशा करना व्यर्थ है क्योंकि कई प्रकार की त्रुटियाँ उभरें रह सकती हैं।

नालीदार नलिका के सिरों को बन्द करने के लिए दो अच्छे काग या रन्ध्र-रहित (नाले पोर्स) लकड़ी के दो टुकड़े लीजिए। सिरों को बन्द करने पर नलिका निर्वात मंजूपा (वैक्यूम बॉक्स) का काम देती है। कागों को तब बन्द

चाहिए जब नालीदार नलिका तनी रहे। सन्धियों को मोम से वायु-अभेद्य (एअर-टाइट) कर देना चाहिए। रबड़ की बाहरी सतह पर भी इसी उद्देश्य से एक डोर कस कर बांध देनी चाहिए।



नीचे-के काग पर एक बोझ (कोई वटखरा) लटका दिया जाता है। यह वायुमण्डलीय दाब का थोड़ा-बहुत प्रतिरोध करेगा और भाथी को खींच कर फैला देगा।

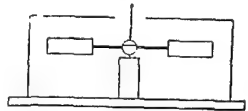
वायुमण्डलीय दाब में होने वाले परिवर्तनों को एक प्रवर्धक संकेतक (म्बाइण्टर) द्वारा सूचित किया जा सकता है।

4. एक तुला वायुदाब-मापी

तुला वायुदाब-मापी इन मिडान्त पर बनाया जाता है कि एक ही ताप पर नम वायु की प्रपेक्षा शुष्क वायु अधिक भारी होती है। एक ही जैसे दो बेलनों को (टीन के डिब्बों को भी लिया जा सकता है) किसी सूक्ष्मग्राही तुला को डण्डी के दोनों सिरों पर आरोपित करिए। जेण्डर्स-अवस्था

(पृष्ठ 41) की सहायता से यह काम सन्तोप-प्रद रीति से हो जाता है।

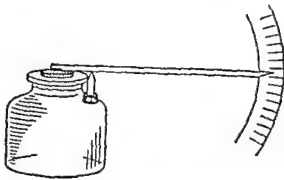
एक बेलन को पूर्णतया बन्द (सील) कर दिया जाता है। इसके भीतर की हवा प्रामाणिक हवा का नमूना है। दूसरे में एक छेद रहता है, जिसमें बाहरी हवा भीतर घुस सके। केवल एक ही बेलन रहने पर भी यह उपकरण काम कर सकता है, परन्तु दो बेलनों के उपयोग से इसे सन्तुलित करना अधिक सुगम होता है। इस उपकरण को किसी पेट्टी में रखना चाहिए ताकि इस पर हवा का झोंका न लगे। पेट्टी के ऊपर बाहर निकला हुआ मकैकक डण्डी की स्थिति बताता है।



5. एक दूसरा निर्द्वब वायुदाब-मापी

काच के छोटे बरतन के मुह पर पतला रबड़ खींच कर लगा दीजिए। रबड़ को जबड़े रखने के लिए उम पर एक धागा या डोर बांध दीजिए। डोर के नीचे के फालतू रबड़ को काट दीजिए और इस किनारे के नीचे घरेलू सीमेंट लगा कर रबड़ को अच्छी तरह चिपका दीजिए (घरेलू चिप—हाउमहोल्ड सीमेंट—भारतीय घरों में प्रयुक्त नहीं होता, परन्तु मोटरकार की मरम्मत करने की सामग्री बेचने वालों की दुकान से धातु पर कपड़ा आदि चिपकाने का सीमेंट खरीदा जा सकता है, जो स्वर-मल्लूवान से बहुत गाढ़ा और अधिक चिप-चिपा होता है)। किसी छोटे काग के ऊपर से एक पतलो गोब कतरन काट लीजिए और उसे रबड़ के बीच में चिपका दीजिए। फिर एक लम्बी मीक या शरबत-नलिका को काग में सरस में चिपका दीजिए। दिमागनाई में एक छोटा-सा तिनज

(स्फान या फन्नी) काट लीजिए और उम्रे बोतल के किनारे पर सरसे से चिपका कर उम पर सीक या शरवत-नलिका को टिका दीजिए। सीक के खुले सिरे के पीछे एक पैमाना बना कर रख दीजिए।



6. साइकिल पम्प की सहायता से वायुमण्डलीय दाब को नापना
साइकिल पम्प में वायु को उलटा

च. यह दिखाना कि पम्पों में वायुदाब का उपयोग किस प्रकार होता है

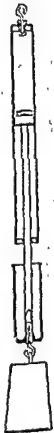
1. विभिन्न वायुदाबों के कारण डिब्बे से पानी बलपूर्वक बाहर कैसे आ जाता है

एक परीक्षण-नलिका में दो छेद वाली रबड़ की डाट लगाइए। एक छेद में एक कांच की नलिका लगाइए जो परीक्षण-नलिका के भीतर लगभग उमकी पेंदी तक पहुंच जाए। परीक्षण-नलिका में पानी डालिए और कांच की नलिका के ऊपरी सिरे में मुह लगा कर चूमिए। देखा क्या होता है? तब रबड़ की डाट के खुले छेद को कम कर बन्द करिए और फिर कांच की नलिका में मुह लगा कर चूमिए। देखा क्या होता है? दोनों में अन्तर क्यों है?

2. एक साधारण पिचकारी

कांच या धातु की नलिका से एक साधारण पिचकारी बनाइए (नोहे का पानी वाला पाइप या विजलीवाहिनी नलिका से काम लीजिए)। दो काग और धातु की एक छोटी-सी छड़ भी चाहिए।

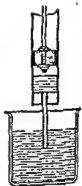
नटकाइए। अब हमें वायुमण्डीय दाब नापने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। पम्प के बैरल की काट (क्रास-सेक्शन) के क्षेत्रफल का अनुमान या नाप किमी वर्गकित कागज से नापा जा सकता है। तब वायुमण्डल की दाब को किलोग्राम/सेटीमीटर में जाना किया जा सकता है। वायुमण्डलीय उत्क्षेप (अपथस्ट) कितना बोझ सम्भाल सकता है, इसका पता पम्प के हत्ये में विविध भारों को लटका कर लगाया जा सकता है। भार नटकाने के लिए पम्प के हत्ये में लकड़ी की डाट टोंक कर उसमें पेचदार हुक लगा देना चाहिए।

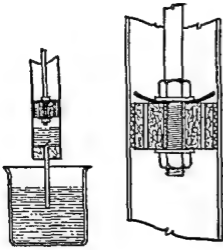


जिस काग से पिस्टन का काम लेना हो, उम पर मूत या लत्ता लपेटना चाहिए ताकि वह पिचकारी में कम कर चले। दूसरे काग में छेद करके कांच या शरवत पीने की नलिका या बाम लगा देना चाहिए। इधर से पानी पिचकारी में घुमेगा।

3. उत्पापक पम्प

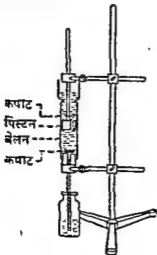
पिचकारी में थोड़ा-बहुत फेर-बदल करके एक साधारण उत्पापक पम्प बनाया जा सकता है। इसके लिए पिस्टन में तप्त मलाई से दो छेद करिए और इन छेदों के ऊपर चमड़े का एक पतला टुकड़ा या रबड़ लगा दीजिए। यह टुकड़ा कपाट (वाल्व) का काम करेगा। जब पिस्टन ऊपर जाएगा तब कपाट बन्द हो जाएंगे, परन्तु उमने नीचे आने समय इन छेदों द्वारा पानी ऊपर चढ़ाया जा मकेगा।





4. लैम्प-चिमनी से बनाया गया उत्पापक पम्प

एक ऐसी चिमनी लीजिए जिसकी दीवारें सीधी हों अर्थात् चिमनी बेलनाकार हो। इसे पम्प के बेलन (सिलिण्डर) की तरह इस्तेमाल करिए। पिस्टन बनाने के लिए चिमनी में दो छेदों वाला एक काग लगाइए। यदि काग कुछ ढीला हो तो उस पर सूत या लत्ता लपेटिए ताकि वह कस कर चले। यदि काग कुछ बड़ा हो तो उसे रेगमान (बालू के कागज) पर घिस कर छोटा किया जा सकता है। पिस्टन-छेद के लिए काग के एक छेद में मोहे या पीतल की छड़ डालिए। काग के दूसरे छेद के ऊपर खड़ या पुराने जूते से काटे हुए नरम चमड़े का लचीला ढक्कन लगा दीजिए। यही पिस्टन का कपाट (वाल्व) होगा। इसे अपनी जगह पर टिकाने के लिए काग में एक छोटी कील ठोक दीजिए।

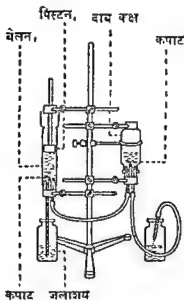


चिमनी के निचले सिरे में एक ऐसी डाट कसिए जिसमें एक छेद हो। इस छेद में 50 सेंटीमीटर लम्बी नलिका लगा कर कसिए। इस डाट के छेद के ऊपर भी खड़ या नरम चमड़े का एक कपाट (वाल्व) लगाइए। यह पाद-कपाट (फुट वाल्व) हुआ। किसी बरतन में पानी डालिए। पिस्टन के ऊपरी भाग पर कुछ पानी डाल कर पम्प तैयार करिए। पिस्टन के ऊपर जाते और नीचे उतरते समय कपाटों को ध्यान से देखिए। वायुदाब किस प्रकार पम्प के काम में सहायता पहुंचाती है ?

5. लैम्प-चिमनी से बनाया गया फ़ोर्स-पम्प

ऊपर बताए गए उत्पापक पम्प में पिस्टन के बदले एक छेद वाली एक डाट लगाइए। इस छेद में पिस्टन दण्ड को कस कर लगाइए। चिमनी की पेंदी में दो छेद वाली डाट लगाइए। एक छेद में 50 सेंटीमीटर की कांच की नलिका लगाइए और उसके ऊपर एक कपाट (वाल्व)। अब की एक बोतल में दो छेदों की कांच वाली डाट कस कर लगाइए। प्रत्येक छेद में कांच की एक छोटी नलिका रहे, जो डाट की पेंदी की सतह तक ही पहुंचे। एक छेद पर कपाट (वाल्व) लगा दीजिए। पम्प को किसी बलयधानी में कस कर लगा दीजिए। पूर्वोक्त बोतल को भी उसी धानी पर झींघा कस दीजिए (अर्थात् उसका मुह नीचे रहे)। बलयधानी में दो मन्थर लगाइए—एक मन्थर बोतल की डाट को नीचे से पकड़े और दूसरा बोतल की गर्दन को ऊपर में। इससे बोतल मजबूती में अपने स्थान पर टिकी रहेगी। अब पम्प की निकाम-नलिका को (जिस पर कपाट नहीं है) बोतल की आगम-नलिका में (जिस पर कपाट है) खड़-नलिका द्वारा जोड़िए। बोतल (दाब-कक्ष) की निकाम-नलिका में नली का एक टुकड़ा लगा दीजिए, जिसके निर पर तुण्ड (नाजल या जेट) रहे, उदाहरणार्थ दवा टपकाने की नलिका। पम्प में पानी डाल कर उसे काम के लिए तैयार करिए और देखिए कि आप पानी को कितनी दूर फेंक सकते हैं। कपाटों

को ध्यान से देखिए। काम करते समय पम्प में वायु किस प्रकार काम करती है? उत्थापक पम्प से यह पम्प किस प्रकार भिन्न है? इस पम्प का उपयोग किस काम के लिए किया जा सकता है?



6. परीक्षण-नलिका का फ़ोर्स-पम्प

इस उपकरण को बनाने के लिए एक परीक्षण-नलिका को पेंदी को छोटी ली पर गरम करिए और फूंक कर एक छेद बना लीजिए। इस प्रकार की दो परीक्षण-नलिकाएं लीजिए और उनमें एक-एक छेद या गोली डाल कर कपाट बनाइए।

यदि भीतरी परीक्षण-नलिका पर सूत या लता लपेट दिया जाए और चित्र में दिखाए गए ढंग से उसमें काग और नलिका लगाई जाए तो वह फ़ोर्स-पम्प के पिस्टन का काम देगी। सूत लपेटने में भीतरी नलिका बाहरी नलिका के भीतर कस कर काम कर सकेगी।



छ. यह दिखाना कि साइफन में वायुदाब का क्या उपयोग होता है

1. सरल साइफन

दो लम्बी बोटलें लीजिए और प्रत्येक को पानी से लगभग आधा भर दीजिए। अब तीस-तीस मीटर लम्बी दो काच-नलिकाएँ लीजिए और उन्हें 30 सेंटीमीटर लम्बी रबड़ अथवा प्लास्टिक की नलिका से आपस में जोड़ दीजिए। नलिका को पानी से भर दीजिए और चूटकी से (धीरे से) दबा लीजिए। किनारे की दोनों काच-नलिकाओं को एक-एक बोटल में डाल दीजिए। बोटलों की ऊंचाई घटा-बढ़ा कर पानी को एक बोटल में दूसरी में साइफन करते रहिए। यदि स्पाही में पानी को रंगीन कर दिया जाए तो प्रयोग अधिक अच्छा होता है। दोनों बोटलों को मेज पर रख दीजिए। क्या साइफन अब भी चालू है? आप समझ सकते हैं कि वायुदाब किम प्रकार साइफन के कार्य में महत्त्वता पहुँचाती है?

2. साइफन का फव्वारा

काच के बरतन में (पुरानी विजली-बत्त के बल्ब से काम चल सकता है) दो छेद वाले रबड़ की डाट लगाइए। एक छेद में चंचुमुख नलिका (जेट ट्यूब) लगाइए, जो बरतन (बल्ब) के भीतर, उसकी आधी लम्बाई तक, पहुँच जाए और डाट के बाहर लगभग 2 मीटर लम्बी निकली रहे। दूसरे छेद में कांच-नलिका का छोटा टुकड़ा उतने ही नीचे तक डालिए कि उसका निरा डाट की पेंदी की सतह तक ही पहुँचे परन्तु बाहर की ओर वह 2 सेंटीमीटर के लगभग निकला रहे। चंचुमुखी नलिका में एक 20 सेंटीमीटर लम्बी रबड़-नलिका जोड़ दीजिए। दूसरी नलिका में 1 मीटर लम्बी रबड़-नलिका जोड़िए। बरतन (बल्ब) में थोड़ा पानी डालिए, डाट लगाइए और रबड़-नलिका को मेज पर रखे पानी के बरतन में डाल दीजिए तथा लम्बी नलिका के सिरे को भी

पर रखी खाली बाल्टी में डाल दीजिए। यदि मेज पर रखे बरतन के पानी को स्याही से थोड़ा रंग दिया जाए तो फव्वारा अधिक अच्छा दिखाई पड़ेगा। आप एक दुहरा साइफन फव्वारा बना सकते हैं। इसके लिए एक दूसरे उपकरण को ठीक पहले जैसा बनाइए और दोनों को एक साथ सम्बद्ध कर दीजिए।



3. स्वयंचल (सेल्फ-स्टार्टिंग) साइफन

काच अथवा प्लास्टिक की एक छोटी नलिका लीजिए, जिसका व्यास लगभग 2.5 सेंटीमीटर और लम्बाई 8 से 10 सेंटीमीटर तक हो। एक सिरे

ज. संपीडित वायु के प्रभावों को दिखाना

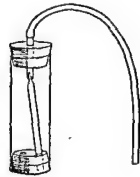
1. वायु की पत्यास्यता (कमानी की तरह होने के गुण)

एक साइकिल पम्प लीजिए और उसकी निकास-नलिका के मुख पर अपना अंगूठा रखिए। अब पिस्टन को बलपूर्वक भीतर घुसा कर तुरन्त छोड़ दीजिए। क्या होता है? क्या कारण है?

2. संपीडित वायु वाला धाराकर्षी बनाना

एक बड़ी, परन्तु संकरे मुंह वाली, बोतल लीजिए, अर्थात् वैसी बोतल जैसी सोडावाटर या लेमनेड की होती है। बोतल में एक छेद वाली डाट लगाइए। डाट के छेद में 10 सेंटीमीटर लम्बी

में एक छेद वाली एक डाट लगाइए। इस छेद में एक छोटी काच-नलिका लगाइए, जो डाट के नीचे भीतर की ओर लगभग 1 सेंटीमीटर निकली रहे। बड़ी नलिका के दूसरे सिरे पर दो छेद वाली डाट लगाइए। इन छेदों में से एक में एक चबुमुखी नलिका लगाइए जो बड़ी नलिका के भीतर नीचे से घुस कर ऊपर के एक छेद वाली डाट में लगी नलिका के मुह में चली जाए। एक छेद वाली डाट में लगी नलिका के बाहरी सिरे पर एक लम्बी खड की नलिका जोड़ दीजिए। अब मेज पर पानी से भरी एक बाल्टी रखिए और इस उपकरण को उससे एकदम पूरा डुबा दीजिए और लम्बी खड-नलिका के दूसरे सिरे को भूमि पर रखी खाली बाल्टी में डाल दीजिए। कुछ मर्मजन (एडजस्टमेंट) करने के बाद साइफन अपने आप चालू हो जाएगा।



काच-नलिका लगाइए और कांच-नलिका के सिरे को (तप्त करके घोर) खींच कर चबुमुखी (जेट) बना दीजिए। चबुमुखी नलिका के निचले सिरे पर एक छोटी खड-नलिका द्वारा दूसरी कांच-नलिका जोड़ दीजिए। दूसरी काच-नलिका इतनी लम्बी हो कि वह लगभग बोतल की पेटो तक पहुंच सके। बोतल में लगभग आधा पानी भर दीजिए। कस कर डाट लगा दीजिए और अपनी अंगुलियों से दबाए रहिए ताकि कहीं वह बाहर न निकल पड़े। अब बोतल के भीतर जोर में फूंक मारिए। जब फूंक मारना बन्द करें तो बोतल का मुह अपने में दूसरी ओर रगिए। क्या होता है?



3. संपीडित वायु से फिटफिट्टी (पाप-गन)

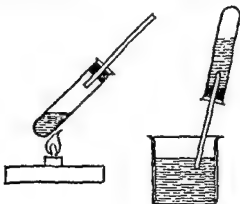
1 या 2 सेंटीमीटर व्यास की और 15 या 20 सेंटीमीटर लम्बी काच अथवा प्लास्टिक की सीधी नलिका लीजिए। पैमिल पर धागा लपेट कर पिस्टन बनाइए। पिस्टन नलिका में कस कर चले। नलिका के अन्त में छोटा काग लगा दीजिए और पिस्टन को शीघ्रता से भीतर धकेलिए।



4. संपीडित वायु की सहायता से बोझ उठाना फुटबाल या बास्केट बाल का ब्लैडर निकाल

श. वायुदाब को घटाने वाले कुछ परिणामों को दिखाना

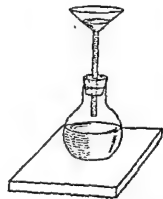
1. वायु दाब की सहायता से पानी को उठाना
परीक्षण-नलिका में थोड़ा पानी डाल कर उसमें एक छेद बना काग लगाइए। काग के छेद में कांच की नलिका लगाइए। अब पानी को उबानिए ताकि परीक्षण-नलिका की मव हवा निकल जाए। तब उमें इस तरह उलटिए कि उसका खुला मुह किसी बर्तन में रखे पानी की गतह के



लीजिए और उसे मेज पर रखिए। ब्लैडर पर कुछ पुस्तकों को एक-पर-एक करके रख दीजिए और तब ब्लैडर के भीतर हवा फूंकिए।

5. 'भड़क' बोटल (बर्ष बाटल)

एक बोटल या प्लास्क में एक छेद वाली शट लगाइए और उसमें एक कोप लगा दीजिए। शट को बोटल में अच्छी तरह कस दीजिए और तब



कोप में पानी छोड़िए। बोटल नियमित रूप से रह-रह कर 'भड़क' उठेगी।

नीचे हो जाए। वायुमण्डलीय दाब पानी को ऊपर फेंक देगी और परीक्षण-नलिका प्रायः भर उठेगी।

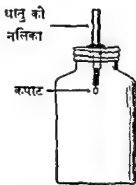
2. सरल निर्वात पम्प बनाना

साइकिंग या मोटरकार का हाथ पम्प लीजिए। पम्प को खोल कर पिस्टन निकाल लीजिए। उस बोल्ट को खोल डालिए जो चमड़े के बाहरों को कसे रहता है। बाहरों को अब उल्टो दिशा में लगाइए (अर्थात् कटोरीनुमा वायर का मुंह, जो पहले नीचे था, अब ऊपर हो जाए)। पिस्टन पर वायर कस दीजिए और उसे पम्प के सिनिण्डर में डालिए। इस तरह का पम्प निर्वात (वैक्यूमम) सम्बन्धी कई-एक सरल प्रयोगों में काम देगा।

3. निर्वात से सम्बन्धित प्रयोगों के लिए संग्राही बनाना

कांच का एक बड़ा बरतन लीजिए, जिस पर एक

वायु-अभेद्य पेंचदार डबकन हो, उदाहरणार्थ वह जार जिसमें फल संरक्षित किए जा सकते हैं। डबकन में बर्मी में एक छेद करिए और उम छेद में धातु की छोटी-सी नलिका टांके से झलवा लीजिए किन्तु उसका जोड़ वायु-अभेद्य रहे। इस नलिका के नीचे वाले सिरे में कार के पहिए की भीतरी रबड़ नली के कपाट (वाल्व) को उल्टा करके झलवा लीजिए।



4. गुब्बारे से एक प्रयोग

रबड़ के एक छोटे-से गुब्बारे में कुछ हवा भरिए और उसका मुह रबड़ के धागे में (या माधारण धागे से) बांध कर बन्द करिए। इस गुब्बारे को अपने संग्राही में रख दीजिए और पम्प की सहायता से कुछ हवा निकालिए।

ज. मानव-शरीर में वायु

1. फेफड़े कैसे काम करते हैं

किमी बड़ी बॉनल की पेंदी काट डालिए (पृष्ठ 281 पर इसकी विधि देखिए)। मुह में कागस कर लगाइए। कागस में Y की आकृति वाली एक तीन-मुंही नलिका लगाइए। इन नलिका की शाखाओं पर रबड़ के छोटे-छोटे गुब्बारे या ब्लैंडर बांधिए।

बड़े वरतन की पेंदी पर मजबूत बादामी कागस या रबड़ की चादर बांध दीजिए। इसके बीच में एक महीन छेद रहे। उसमें धागा डाल कर गांठ लगा दीजिए और छेद को लाख में बन्द कर दीजिए। इस धागे को खींचने से पेंदी (अर्थात् पूर्वोक्त कागस या रबड़) नीचे ढिंक् जाता है और

5. बोतल और कागस से एक प्रयोग

एक शीशी को कागस या रबड़ की डाट से कस कर बन्द कर दीजिए। इस शीशी को संग्राही के भीतर रख दीजिए और अपने पम्प की सहायता से कुछ हवा निकालिए। क्या होता है? इसका कारण क्या है?

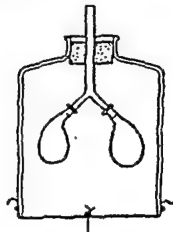
6. वायुदाब को घटा कर पानी को चलाना

दो शीशियां लीजिए। एक पानी से आधी भरिए और इसमें एक छेद वाली डाट लगा दीजिए। छेद में कांच-नलिका लगाइए, जो लगभग शीशी की पेंदी तक पहुंचती हो। नलिका के बाहरी सिरे पर रबड़-नलिका जोड़ दीजिए और उसके दूसरे सिरे को दूसरी शीशी में डाल दीजिए। इन दोनों शीशियों को संग्राही के भीतर रखिए और पम्प से इनकी कुछ हवा खींच लीजिए। क्या होता है? इसका क्या कारण है? आप चाहें तो पानी को स्याही से रंग सकते हैं।

7. गुब्बारे पर दूसरा प्रयोग

शीशी (या छोटी बोतल) के मुह पर रबड़ का गुब्बारा खींच कर लगा दीजिए (और गुब्बारे के मुह को धागे से कस कर बांध दीजिए)। उमें अब संग्राही में रविए और पम्प से कुछ हवा निकाल लीजिए। क्या होता है? इसका क्या कारण है?

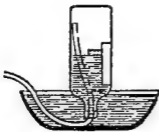
Y की आकृति वाली नलिका के मुह से होकर हवा भीतर घुसती है तथा उममें गुब्बारे फूल जाते हैं।



पदों को ऊपर की ओर दवाने का परिणाम उल्टा होता है ।

2. फेफड़े के भीतर की वायु के आयतन को नापना

एक बोतल में पानी भर कर उसको इस प्रकार उलटिए कि उमका मुह वाल्टी (या अन्य बरतन) में रूबे हुए पानी की मनह के नीचे हो जाए । काच या रूबड़ की नलिका का एक सिरा बोतल के भीतर डाल दीजिए और पूरा माम खीच कर बोतल के भीतर अपने फेफड़ों की पूरी हवा फूक दीजिए ।



वाल्टी अथवा अन्य बरतन में पानी डाल कर अथवा बोतल को और नीचे डुबा कर ऐसी व्यवस्था करिए कि बोतल के भीतर की वायु-दाब वायुमण्डल की दाब के बराबर हो जाए (अर्थात् भीतर और बाहर के पानी के तल एक

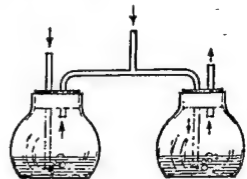
ट. वायु के कुछ रासायनिक गुणों का अध्ययन

1. टम्पात का घूँघ्रा (स्टील वूल, जो लोहे को खराद पर काटने से उत्पन्न होता है) लीजिए और उसे दबा कर एक गोली बना लीजिए । गोली पर लगे हुए तेल को साफ करने के लिए उसे पेट्रोल, बेनजीन या कार्बन टेट्राक्लोराइड (कार्बोना) में धो डालिए । उसे निचोड़ लीजिए और तब खीच-तान कर उसे कुछ बड़ा कर लीजिए या फुला लीजिए । जब वह सूख जाए तो उसे एक प्लास्क में रग्य दीजिए, जिसमें एक छेद की डाट नगी हो । छेद में 40 सेंटीमीटर लम्बी कांच की नलिका लगी रहे । इस प्लास्क और नलिका को पानी की बोतल में इस तरह खड़ा कर दीजिए कि नलिका का मुह पानी में डूबा रहे । कुछ घंटे तक देखते रहिए । क्या होता है ? इसका कारण क्या है ?

समतल में आ जाएं) । बोतल के पार्श्व पर एक चिप्पी चिपका दीजिए । बोतल को उठा लीजिए और इसकी नाप करिए कि इस चिह्न तक भरे के लिए जितना पानी आवश्यक होगा, उमका आयतन कितना होगा ।

3. सांस छोड़ते समय जो वायु निकलती है, उसमें कार्बन डाइ-ऑक्साइड होती है

दो प्लास्को को इस प्रकार सम्बद्ध किया जाता है कि जब आप T आकृति वाली नली द्वारा सांस लेते या छोड़ते हैं तो सारी हवा प्लास्कों में रूबे हुए चूने के पानी में बुलबुले छोड़ती हुई आती या जाती है । एक नलिका को सांस लेते समय अंगुली से बन्द कर दिया जाता है और दूसरी को सांस छोड़ते समय ।



इस्पात का घूँघ्रा



2. ऊपर के प्रयोग को फिर से करिए, परन्तु इस बार इस्पात के घूए को परीक्षण-नलिका या छोटे बरतन की पैदी में ठूस दीजिए और परीक्षण-नलिका आदि को पानी में डूबा कर दीजिए। 24 घंटे तक पड़ा रहने दीजिए। आप क्या देखते हैं? परीक्षण-नलिका (या छोटे बरतन) की कितनी हवा निकल जाती है या उसमें कहां तक पानी चढ़ जाता है? प्रयोग के बाद इस्पात के घूए का रूप कैसा हो गया? ऐसा क्यों हुआ?



3. लोहे की कील या कांटी को कपड़े में बांध कर लैम्प-चिमनी के ऊपरी किनारे में लगे हुए कागस से लटका दीजिए। चिमनी को पानी की तश्तरी में खड़ा रखिए। कुछ समय बाद पानी नलिका में चढ़ जाएगा।



4. इस्पात की पट्टी या लोहे की छड़ को छुरी की धार पर सन्तुलित करिए, एक सिरे पर पीतल का बटखरा या पत्थर रखना चाहिए। इसे कुछ दिनों तक नम वायु में (या बरसात में) खिड़की के पास रख छोड़िए और यह देखिए कि उत्तोलक (लिवर) की लम्बी भुजा पर जंग लगने का क्या परिणाम होता है।



5. यह सिद्ध करना कि किसी भी वस्तु के जलने के लिए आक्सीजन आवश्यक है, जटिल उपकरणों की सहायता के बिना साध्य नहीं होता। तो भी अनेक प्रयोगों के द्वारा यह सिद्ध होता है कि दहन (कम्बुस्चन) जारी रखने के लिए ताजी हवा बराबर देते रहना आवश्यक है। यदि इन प्रयोगों के परिणाम सावधानी से निकाले जाएं और उनके आधार पर बहुत व्यापक नियम न बनाए जाएं तो ये प्रयोग वैज्ञानिक प्रवृत्ति बनाए रखेंगे और सन्तुलित विचार करने के स्वभाव के विकास में सहायता पहुंचाएंगे। जब उपयुक्त पृष्ठभूमि इस प्रकार स्थापित हो जाए तो दहन में आक्सीजन का काम समझाया जा सकता है।

कई मोमबत्तियां लीजिए और इनको सड़ी रखने के लिए उनमें गत्ते की पैदी लगा दीजिए। इसके लिए नई अथवा पुरानी मोमबत्ती के दो-दो या तीन-तीन इंच के टुकड़े कर डालिए और प्रत्येक के एक सिरे को छोड़ दीजिए, जिसमें बत्ती लगभग चौथाई इंच बाहर निकल आए। एक मोमबत्ती जलाइए और उसे तिरछा करके रखिए, जिससे पिघला मोम टपक पड़े। गत्ते के टुकड़ों के बीचों-बीच तीन-तीन या चार-चार बूद मोम टपकाइए। जब तक मोम कड़ा न हो जाए, छोटी मोमबत्तियों को इन पर दवाए रहिए।

गत्ते पर जमाई गई एक मोमबत्ती को जला कर उस पर कांच का कोई बरतन उल्टा रख दीजिए। जब बत्ती बुझ जाए तो छात्रों से पूछिए कि इससे क्या परिणाम निकला। ऐसे निष्कर्षों को न स्वीकार करिए, जिनको प्रत्यक्ष मापनों से सिद्ध न किया जा सके। जब कई निष्कर्ष सुनाए जा चुकें तो उन्हें इस परिणाम का कारण यह बताइए कि मोमबत्ती छोटे-से बन्द स्थान में जलती हुई नहीं रह सकती।

6. चार छात्रों से कहिए कि जैसे ही उन्हें संकेत मिले, वे कांच के चार बरतनों को चार जलती हुई मोमबत्तियों पर धींचा रख दें। बरतन छोटे से लेकर बड़े तक हों, जैसे भाषे पाइंट का, एक पाइंट का, एक क्वार्ट का और एक गैलन का; या इसी प्रकार कोई अन्य माप-क्रम भी इस्तेमाल किया जा सकता है। इस प्रयोग से निष्कर्ष निकालने में शिक्षक और छात्रों को सावधानी बरतनी चाहिए।



7. किसी कम गहरे बरतन की पेंदी में मोम पिघला कर उसमें मोमबत्ती चिपकाइए। बरतन में 2.5 सेंटीमीटर या 3 सेंटीमीटर तक पानी डालिए। मोमबत्ती को जला कर उस पर छोटा, सीधा दीवारों वाला कांच का बरतन धींचा रख दीजिए। जब प्रयोग समाप्त हो जाए तो पैमाने से देखिए कि पानी कितना ऊपर चढ़ा है। विभिन्न नापों के बरतनों से इस प्रयोग को बार-बार करिए। आप क्या देखते हैं? इसका क्या कारण है?

8. एक छोटी प्रज्वलन-नलिका (इग्निशन ट्यूब) (अथवा साधारण छोटी नलिका का एक सिरा बन्द करके 5 सेंटीमीटर की एक परीक्षण-नलिका बना लीजिए) में आधी दूरी तक पोटैशियम परमैंगनेट भर दीजिए। इसमें निकास-नलिका (डिलिवरी ट्यूब) जोड़ने के बाद इसे खूब तप्त कीजिए। इससे आक्सीजन गैस निकलेगी, जिसे गहरी तदतरी (या धाली) के पानी के ऊपर संचित किया जा सकता है।



9. पांच भाग पोटैशियम क्लोरेट और एक भाग मैंगनीज डाइ-आक्साइड मिला कर उसी

उपकरण में गरम करने से भी, जिसका उपयोग प्रयोग-8 में किया गया था, आक्सीजन बनाई जा सकती है।

10. एक 100 मिलीलिटर की बोतल सीजिए और उसमें लगभग 25 मिलीलिटर हाइड्रोजन पराक्साइड डालिए (साधारण दवाखानों वाला, या—विदेश में—बिस्मिथों के यहां बिकने वाला पराक्साइड अच्छा काम देता है, परन्तु केश को विरंजित करने के लिए जिस पराक्साइड से काम लिया जाता है, उससे अधिक आक्सीजन निकलती है)। बोतल में एक चम्मच मैंगनीज डाइ-आक्साइड भी डालिए और ढीला काग लगा कर उसे कुछ मिनटों तक पड़ा रहने दीजिए। जो नूहे-नूहे बुल-बुले पराक्साइड से उठते हैं, वे आक्सीजन के हैं।

इसकी परीक्षा के लिए कि बोतल के भीतर की गैस आक्सीजन है या नहीं, एक लम्बी-सी सीक लीजिए और उसका सिरा जला कर ज्वाला को बुझा दीजिए। बोतल से काग हटा दीजिए और सुलगती हुई सीक को बोतल के भीतर की गैस में डालिए। सीक की लौ अधिक प्रज्वलित हो जाएगी।

हाइड्रोजन पराक्साइड से आक्सीजन निकालने के लिए मैंगनीज डाइ-आक्साइड के बदले साधारण बेकिंग सोडा का भी इस्तेमाल किया जा सकता है। परन्तु इसकी प्रतिक्रिया में कुछ समय अधिक लगता है (बेकिंग सोडा एक पाउडर है, जिसमें थ्रीम ग्रॉफ टार्टर और सोडियम वाइ-कार्बोनेट आदि पड़ा रहता है और पाव रोटी बनाने के मैदे में पोस्ट के बदले बहुधा बेकिंग सोडा भी डाला जाता है)।

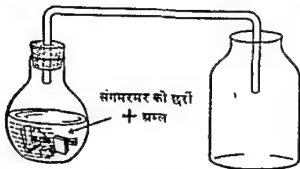


11. लोहे के बहुत महीन तारों को ऐंठिए और उस सिरے को लौ में तब तक गरम करिए जब तक कि वह चमकने लगे। तब इसे तुरन्त आक्सीजन-सी वाली बोतल में डाल दीजिए और देखिए कि लोहे के तार कैसे जलने लगते हैं। यदि तार के सिरے पर जरूरत-सा पिसा गन्धक लगा दिया जाए तो तार भाग जल्द पकड़ेगा।

12. घातु की तश्तरी में थोड़ा-सा इस्पात का महीन घूमा (स्टील वूल) रखिए और दिया-सलाई से उसमें भाग लगाइए। इस्पात जलने लगेगा क्योंकि यह बहुत बारीक धज्जियों के रूप में है और आक्सीजन-सी, जो वायु में व्याप्त रहती है, इस धूए के अधिक-से-अधिक तल को स्पर्श करती है।

13. तार के सिरے पर थोड़ा इस्पात का घूमा बाधिए। किसी ज्वाला में रख कर उसमें भाग लगाइए और तब इसे तुरन्त आक्सीजन की बोतल में डाल दीजिए। आप देखेंगे कि हवा की अपेक्षा आक्सीजन में यह अधिक शीघ्रता से जलता है।

14. कार्बन डाइ-आक्साइड को बर्किंग सोडा या संगमरमर को छरीं तथा तनु ग्रन्थ (डाइप्ल्यूट) से तैयार किया जा सकता है। इसको संचित करने का ढंग यह है कि गैस को सूखी बोतलों या डिब्बों में जाने दिया जाए और तब उनके मुंह को गत्ते से ढक दिया जाए।



15. एक जलती हुई लौक (या लकड़ी) को कार्बन डाइ-आक्साइड से भरी बोतल में डालिए। क्या कार्बन डाइ-आक्साइड गैस चीजों का जलने में सहायता देती है ?

16. कांच के अमृतवान में पिघली मोम सहित एक मोमबत्ती रखिए। मोमबत्ती को जलाइए और जलती मोमबत्ती वाले अमृतवान में एक-दूसरे अमृतवान में कार्बन डाइ-आक्साइड उठे लिए। इससे कार्बन डाइ-आक्साइड के घनत्व के बारे में क्या पता लगता है ?

17. थोड़ा चूना लीजिए और उसे पानी में चला कर चूने का साफ पानी तैयार करिए। मिश्रण को एक दिन तक स्थिर पड़ा रहने दीजिए और उसके ऊपर के स्वच्छ पानी को साइफन द्वारा निकाल लीजिए। इसा को चूने का पानी कहते हैं। प्रयोग-14 में प्रयुक्त जनित्र (जेनेरेटर) की सहायता से कुछ कार्बन डाइ-आक्साइड को स्वच्छ चूने के पानी में से बुलबुला छोड़ते हुए निकालने दीजिए। आप क्या देखते हैं ? कार्बन डाइ-आक्साइड की उपस्थिति जानने के लिए इसके द्वारा रासायनिक परीक्षण किया जाता है।

18. कांच के बरतन के भीतर एक मोमबत्ती जलाइए। जब वह बुझ जाए तो उसे बाहर निकाल लीजिए और बरतन में थोड़ा चूने का पानी डालिए। बरतन को अच्छी तरह हिलाइए और ध्यान से देखिए। आप क्या देखते हैं ? मोमबत्ती के जलने से जो पदार्थ बने हैं, उनमें से एक पदार्थ क्या है ? जलती लकड़ी या कागज का इस्तेमाल करके प्रयोग को दोहराइए।

19. जलती हुई मोमबत्ती, जलती लकड़ी और जलते कागज को ठण्डे चमकदार बरतन के सम्पर्क में (थोड़ी देर के लिए) आने दीजिए। आप क्या देखते हैं ? बरतन पर दिखाई पड़ने वाला पदार्थ क्या हो सकता है ? एक पत्तीली में ठण्डा पानी रख कर और उसकी पेंदी को पोंछ कर पत्तीली को गैस या मिट्टी के तेल के स्टोव पर रखिए। क्षण भर के बाद उसे कांच से उतार कर उसकी पेंदी देखिए। जलती मोम, लकड़ी या कागज से एक ग्रन्थ पदार्थ क्या बनता है ? क्या यह भी वही पदार्थ है ?

20. अग्निशामक यन्त्र की एक प्रतिकृति स्पाही की शीशी लेकर बनाई जा सकती है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

शीशी में काग और नलिका लगा दीजिए और सोडियम कार्बोनेट के घोल से इसे आधा भर दीजिए। अब दबा की गोलियों वाली एक छोटी शीशी में सल्फ्यूरिक अम्ल रखिए और उसे सावधानी से पूर्वोक्त घोल में तैरा दीजिए।

जब यन्त्र को चलाना हो तो बोतल को हिलाइए। इससे अम्ल वाइकार्बोनेट में मिल जाएगा और कार्बन डाइ-आक्साइड गैस निकलने लगेगी।

अम्ल के बदले अगर अल्मीनियम सल्फेट

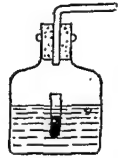
ठ. वायुधारकों से सम्बन्धित प्रयोग

जब हवा बह रही हो तो जिस ओर धारा का वेग अधिक हो, वहां वायुदाब कम, और जिन ओर वेग कम हो, वहां वायुदाब अधिक होती है। निम्नलिखित प्रयोग इसी सिद्धान्त पर आश्रित है :

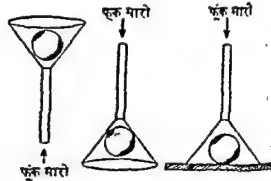
1. दो सेब, नारंगी या पिंग-पांग खेलने की गेंदों को तागों से लटका दीजिए। धागा कम-से-कम एक मीटर लम्बा रहे। लटकाई गई वस्तुएं एक ही ऊंचाई में रहें और उनके बीच की दूरी 10 या 15 सेंटीमीटर हो। इन वस्तुओं के बीच वायु की एक वेग की धारा बराबर बहाइए और देखिए कि क्या होता है। वायु की धारा सबसे अधिक वेग से कहां बह रही थी? दाब कहां कम हुई? आपने जो देखा, उसका कारण क्या है?

2. कीप के भीतर एक पिंग-पांग की गेंद रखिए। कीप की निचली नलिका मुह में लगा कर जोर से हवा फूंकिए और चेप्टा करिए कि गेंद उड़ जाए। कीप को उलट दीजिए और अंगुली से सहारा देकर गेंद को उसी के भीतर कर दीजिए। कीप की नलिका में जोर से हवा फूंकिए और देखिए कि नीचे से हाथ का सहारा हटा लेने से क्या होता है। गेंद को मेज पर रखिए। उसे कीप से ढक दीजिए। कीप-नलिका में हवा फूंकिए और देखिए कि इस प्रकार आप गेंद को मेज पर से उठा सकते हैं या नहीं। जो कुछ आपने देखा, उसका क्या कारण हो सकता है? (यदि पिंग-पांग की गेंद न मिले-ती प्लास्टिक की हल्की गेंद

का उपयोग किया जाए और विशेष कर यदि उसमें थोड़ा साबुन का घोल भी मिला दिया जाए, तो उससे फेन निकलता है।



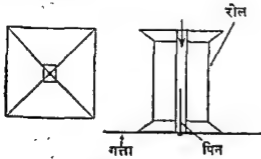
से भी काम चल जाएगा)।



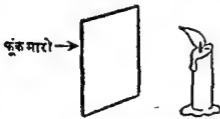
3. 20 सेंटीमीटर \times 10 सेंटीमीटर के पतले गत्ते या कड़े कागज से एक पुलिया बनाइए। इसके लिए प्रत्येक सिरे में लगभग 2 सेंटीमीटर चौड़े भाग को नीचे की तरफ मोड़ दीजिए। इस पुलिया को मेज पर रखिए और मेहराब में से फूंक कर इसे उड़ाने की चेप्टा करिए। जितने ही जोर से आप फूंकेंगे, उतने ही अधिक जोर से यह मेज पर चिपकेगा।

4. पतले गत्ते या काई से लगभग 7 सेंटीमीटर भुजा का एक वर्गाकार टुकड़ा काटिए। कोनों को रेखाओं से मिलाइए, अर्थात् वर्ग के विकर्ण खींचिए, और जिस स्थान पर वे मिलें, वहाँ एक साधारण पिन काई के धार-धार खोंस दीजिए। पिन के सर पर चिपकाऊ फोता लगा कर उसे निश्चल कर दीजिए। धागे की खाली रील पर इसे इस तरह रखिए कि काई को पिन रील के छेद में चली जाए। छेद में बलपूर्वक फूंक कर कागज

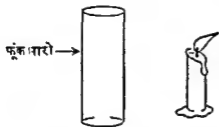
को रील से उड़ाने की चेष्टा करिए। रील और कार्ड को उलट दीजिए। एक अंगुली से सहारा देकर कार्ड को रील से हल्के-से चिपकाए रखिए। रील में हवा फूँकिए और अंगुली को हटा लीजिए। जो कुछ आप देखते हैं, उसकी व्याख्या आप कैसे करेंगे ?



5. एक मोमवत्ती जलाइए। इसे लगभग 5 सेंटीमीटर चौड़े गत्ते के पीछे रखिए। कार्ड पर जोर से फूँकिए और देखिए कि ज्वाला किधर जाती है। आप जो देखते हैं, उसका क्या कारण बताएंगे ?



6. मेज पर जलती हुई मोमवत्ती रखिए। उसके सामने एक (बेलनाकार) बोटल रखिए। बोटल पर जोर से फूँकिए और देखिए कि ज्वाला किधर जाती है।



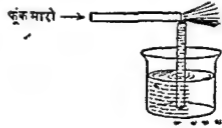
7. एक कीप को वैक्युम स्वीपर या किसी ऐसे पात्र के ऊपर रखिए जिसमें संपीड़ित वायु भरी हुई हो (वैक्युम स्वीपर न मिले तो सोहार की भाथी भी ले सकते हैं)। गुब्बारे

को फूँक कर फुला लीजिए और उसकी गरदन पर थोड़ा तांबे का तार लपेट कर उसे भारी कर दीजिए। संपीड़ित वायु चालू कर दीजिए और वायुधारा में गुब्बारे को सन्तुलित करिए। गुब्बारे और कीप के बीच एक पिग-पांग गेंद को भी सन्तुलित करने की चेष्टा करिए।



संपीड़ित वायु से भरे पात्र को

8. काच की दो नलिकाएँ अथवा शरवत पीने की दो पारदर्शी नलिकाएँ लीजिए। एक नलिका को पानी में आधे भरे गिलास में रखिए। दूसरी नलिका को इस तरह कढ़ी लगाइए कि वह पहले वाली नलिका के समकोण रहे। दोनों के मुँह के कोर एक-दूसरे को छूते रहें। समतल नलिका में मुँह लगा कर फूँकिए और दूसरी नलिका में पानी के स्तर को देखते रहिए। क्या हुआ ? इसका क्या कारण है ? कणीकारक (एंटोमाइजर), डी० डी० टी० (कोटनामक) का छिड़काव करने का यन्त्र या रोगन-फुहार (पेंट स्प्रेयर) भी इसी सिद्धान्त पर काम करता है।



9. कागज की लगभग 30 सेंटीमीटर लम्बी और 4 सेंटीमीटर चौड़ी एक पट्टी लीजिए। पट्टी के एक सिरे में लगभग 4 सेंटीमीटर हट कर कागज को मोड़ दीजिए। मोड़ का चिह्न अच्छी

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

तरह पड़ जाए। अब छोटे मुड़े भाग को अपनी ठुड्डी से सटा कर रखिए, मोड़ की रेखा लगभग आपके होठों की ऊंचाई पर रहे। कागज की ऊपरी सतह पर जोर से फूंकिए और देखिए कि क्या होता है। इसका आप क्या कारण बताते हैं ?



10. तेज चलती मोटरकार में से हाथ बाहर निकालिए, हथेली क्षैतिज रहे। तब हथेली को थोड़ा ऎँठिए, जिससे हथेली के सामने वाला भाग

जरा ऊपर उठ जाए। अब वायुधारा आपकी हथेली को ऊपर उठाना चाहेगी।

11. चित्र में दिखाई गई रीति से कागज के एक टुकड़े को मोड़ कर और चिपका कर उसे वायुयान के पंख का-सा रूप दे दीजिए। इस कागज में पेंसिल या अन्य कोई चिकनी पतली वस्तु डाल कर कागज को लटकने दीजिए। हवा की धार इस प्रकार फूंकिए कि वह अगले (मोटे) सिरे पर पड़े। आप क्या देखते हैं ? क्या आप उठने का कारण समझ सकते हैं ?



मौसम के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. मौसम सम्बन्धी यन्त्र और मौसम प्रेक्षणालय बनाना

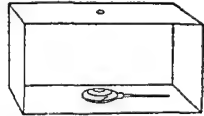
मौसम एक ऐसा विषय है जिससे हर एक बालक भलीभांति परिचित रहता है। प्राइमरी स्कूलों की छोटी कक्षाओं में प्रति दिन मौसम का अध्ययन किया जा सकता है। माध्यमिक कक्षाओं के लिए तो कक्षा में ही एक सरल मौसम प्रेक्षणालय बनाया जा सकता है। सामान्य विज्ञान का अध्ययन करते समय और उसके बाद मौसम सम्बन्धी घटनाओं के कारणों का अधिक ब्यौरे-वार अध्ययन किया जा सकता है।

1. निर्द्वं व वायुदाब-मापी

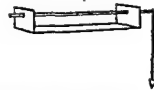
एक सरल निर्द्वं वायुदाब-मापी लकड़ी के छोटे बक्स, जैसे सिगार बक्स, में अच्छी तरह बना सकता है। जिस और ढक्कन के कब्जे लगे हुए हैं, उस तरफ की बगल में 1 सेंटीमीटर व्यास का छेद करिए। दाबसूचक उपकरण के रूप में पृष्ठ 105 पर प्रयोग ड-5 में बताए गए कांच के बरतन का उपयोग किया जा सकता है। बरतन के मुँह पर एक पतला रबड़ खींच कर लगा देना चाहिए। इससे कुछ अच्छा यन्त्र प्लास्टिक या टिन की तेलदानी (आयल कैन) से बनाया जा सकता है।

तेलदानी को दबाइए ताकि उसके भीतर की कुछ हवा बाहर निकल जाए, और तब उसके सिरे को (यदि प्लास्टिक की तेलदानी हो तो प्लास्टिक सीमेंट से और यदि टिन की तेलदानी हो तो टांके से) बन्द कर दीजिए। दाबसूचक उपकरण को पूर्णतया वायु-अभेद्य होना चाहिए, इसलिए, जब सीमेंट अथवा टांका कड़ा हो जाए तो तेलदानी को पानी में डुबा कर और दबा कर पांच करिए कि कहीं से हवा भ्रती तो नहीं। यदि कोई ऐसा स्थान दिखाई पड़े तो कुछ हवा को दबा कर निकालने के बाद रन्ध्र को जोड़ दीजिए। इस दाबसूचक उपकरण को बक्स के भीतर चप (परेलू सीमेंट) से इस प्रकार चिपका दीजिए कि उसके गोल भाग का

केन्द्र ठीक उस छेद के नीचे पड़े जो आपने बक्स की बगल में बनाया है।

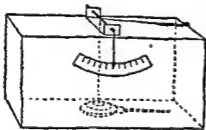


30 सेंटीमीटर लम्बे (माड़ीदार) घागे को दियासलाई के एक छोटे टुकड़े में बांधिए और उस टुकड़े को दाबसूचक उपकरण में चप से चिपका दीजिए। किसी टिन के डिब्बे से लगभग 1 सेंटीमीटर चौड़ी और 9 या 10 सेंटीमीटर लम्बी एक टिन की पट्टी काटिए। पट्टी के दोनों सिरों को समकोण बनाते हुए इस तरह मोड़िए कि दोनों सिरों लगभग 1.5 सेंटीमीटर लम्बे रहें।



पट्टी के दोनों ओर मुड़े सिरों में ऊपर किनारों से कुछ हट कर बीच में कील में छेद कर दीजिए। ये छेद इतने बड़े हों कि उनके भीतर छोटी

कील या बुनने की पतली सलाई मुगमता से धूम सके। इस कील या सलाई के एक सिरे पर सकेतक (प्लाइण्टर) का काम करने के लिए सरेस से एक सीक चिपका दीजिए। अब धातु की पट्टी को बक्स के माथे पर इस तरह जड़िए कि कील या सलाई की धुरी छेद के ठीक ऊपर रहे। सीक सिगार की पीठ पर घमे परन्तु उसे स्पर्श न करे।



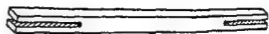
अब दाबसूचक उपकरण में लगे धागे के सिरे को छेद में डाल कर ऊपर निकाल लीजिए। उसे सलाई या कील पर कई बार लपेट कर उसके सिर को रबड़ के छल्ले में बांध दीजिए। यह ध्यान रहे कि दाबसूचक उपकरण से धुरी तक लगा हुआ धागा तना रहे। रबड़ को केवल इतना ही खींचिए कि धागे में थोड़ा तनाव आ जाए और तब उसके सिर को सिगार बक्स के एक किनारे एक छोटी कील गाड़ कर उसमें बांध दीजिए। सम्भव है तनाव को घटाना-बढ़ाना पड़े।

एक पैमाना बनाइए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, और उसे सकेतक के नीचे सिगार बक्स के ऊपर चिपका दीजिए। ऐसी व्यवस्था करिए कि सकेतक इस तरह स्थित हो जाए कि वह पैमाने के विलकुल बीच में रहे। अपने इस वायुदाब-मापी को ऐसे स्थान पर रखिए जहाँ से आप इसे पढ़ सकें। जब सकेतक अपनी स्थिति बदले तो रबड़ के तनाव को इस तरह घटाइए-बढ़ाइए कि सकेतक पैमाने पर उचित रीति से चले। पैमाने के दोनों ओर उचित दिशा में 'बुद्धि' और 'कमी' लिख दीजिए। यह वायुदाब-मापी बहुत सूक्ष्मदर्शी होता है और वायुदाब के परिवर्तनों को स्पष्ट सूचित

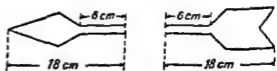
करता है। निर्द्व वायुदाब-मापी के अन्य प्रकारों के लिए अध्याय-7 पृष्ठ 104 देखिए।

2. वात-दर्शक

वात-दर्शक वायु-प्रवाह की दिशा बताता है। 25 सेंटीमीटर लम्बा और चारों तरफ 2 सेंटीमीटर चौड़ा लकड़ी का एक टुकड़ा लीजिए। इसके दोनों सिरों में आरी से 6 सेंटीमीटर गहरा चीर लगा दीजिए।



इसके बाद लकड़ी का एक पतला टुकड़ा लीजिए, जो 10 सेंटीमीटर चौड़ा हो और पूर्वोक्त चीरों में बस कर बैठे। इसके दो टुकड़े करिए, जिनमें से एक का आकार तीर के अग्र भाग की तरह और दूसरा तीर की पूँछ के समान हो। चित्र देखिए।



वात-दर्शक के सिर और पूँछ को पूर्वोक्त चीरों में लगा दीजिए और उन्हें या तो सरेस से या छोटी कीलों से जड़ दीजिए।

अब इस वात-दर्शक को छुरी की नोक पर सन्तुलित करिए और उस स्थान पर चिह्न लगा लीजिए जहाँ वह सन्तुलित होता है। इसके बाद एक ड्रापर (दवा टपकाने वाली नलिका) का कांच वाला भाग और उसके छोटे मुँह को स्टिरिट लैम्प अथवा गैस-ज्वाला में घुमा कर बन्द कर दीजिए। वात-दर्शक के सन्तुलन-बिन्दु पर उसकी मोटाई की तीन-चौथाई दूरी तक एक छेद कर दीजिए, जो ड्रापर से थोड़ा बड़ा हो। ड्रापर नली के छोटे सिरे को वात-दर्शक के छेद में डाल दीजिए और सरेस या पुटीन से उसे ठीक ढंग से जोड़ दीजिए।

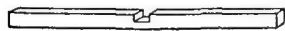
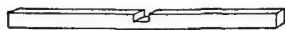
अपने वात-दर्शक का आधारदण्ड बनाने के लिए कोई नरम लकड़ी लीजिए जो एक मीटर लम्बी

हो। उसके आखिरी सिरे में एक छोटी कील गाड़ दीजिए। कील के सिरे को रेत से नुकीला करिए। ड्रापर नली को इस कील पर रख दीजिए और अपने वात-दर्शक को किसी मकान के ऊपर या बल्ली पर लगाइए, जहाँ उसे सब दिशाओं से हवा लग सके।

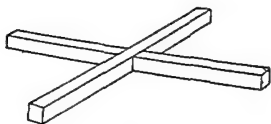


3. पवन वेगदर्शी

हल्की लकड़ी के 50 सेंटीमीटर लम्बे और 1 सेंटीमीटर बर्ग के दो टुकड़े लीजिए। प्रत्येक टुकड़े के ठीक बीच में 1 सेंटीमीटर चौड़ा और लगभग 0.5 सेंटीमीटर गहरा खाचा काटिए।



फिर इन खाचों को एक-दूसरे में ठोंकिए, जिससे उनका आकार स्वस्तिक भुजा के समान हो जाए।



ड्रापर नली का काच लीजिए और उसके छोटे सिरे के मुँह को गैस या स्पिरिट की ज्वाला में धुमा कर बन्द कर दीजिए। स्वस्तिक भुजाओं के ठीक बीच में तीन-चौथाई गहराई तक एक छेद करिए और उसमें ड्रापर नली को सीमेंट या पुटीन से मजबूती से जड़ दीजिए। सिगरेट के चार टिन या प्लास्टिक की चार छोटी कटोरियाँ लीजिए और उन्हें स्वस्तिक भुजाओं के सिरों पर छोटी कौलों या पेचों से जड़ दीजिए। ध्यान रहे कि इन

कटोरियों (या तश्तरियों) के मुँह एक ही दिशा में रहें। इस उपकरण के लिए भी ठीक उसी प्रकार आधार बना दीजिए जिस प्रकार वात-दर्शक के लिए बनाया गया था। छड़ी के सिरे पर कील ठोंकिए और रेत से उसे नुकीला कर लीजिए।

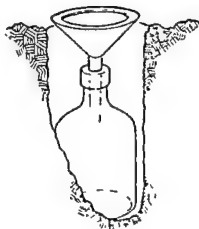
यह पवन वेगदर्शी हवा में घूमने लगेगा। तीस सँकड़ में वह जितनी बार घूमे उसमें पाच का भाग देकर आप यह मोटा अनुमान लगा सकते हैं कि हवा की चाल प्रति घंटा कितने मील है। यदि किलोमीटरों में जानना हो तो 0.62 से फिर भाग देना चाहिए।

पवन का वेग जानने के लिए एक दूसरी रीति यह है कि किसी शान्त दिन में (जब हवा न बहे रही हो) आप किसी के साथ मोटरकार में कही जाइए। खिड़की से अपने वेगदर्शी को बाहर निकालिए और मोटर चालक से कहिए कि वह 5 मील प्रति घंटे की रफतार से चले। इस रफतार में वेगदर्शी 30 सँकड़ में जितनी बार घूमे उस सख्या को गिनिए। मोटर की रफतार 10, 15, 20, 25, 30, 40, इत्यादि मील प्रति घंटा करा कर इस क्रिया को दोहराइए।

अपने पवन वेगदर्शी को ऐसे स्थान में लगाइए जहाँ इसे सब ओर से पूरी हवा लग सके।

4. धृष्टिमापी

एक कीप, बोतल तथा पानी के आयतन को नापने वाले बेलनाकार मापक की सहायता से



वडी मुगमतापूर्वक एक सरल वृष्टिमापी बनाया जा सकता है ।

कीप की कोर या तो तीक्ष्ण और ऊर्ध्वाधर हो अथवा उसमें समतल छोट (लिप) हो, जिससे वर्षा की बूंद छटक कर बाहर न जाने पाए । इस पूरे उपकरण को भूमि में गाड़ देना चाहिए ताकि कीप भूमि के स्तर से केवल एक-दो सेंटीमीटर ही ऊपर रहे ।

5. एक दूसरे प्रकार का वृष्टिमापी

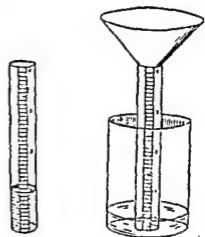
टीन का एक बड़ा डिब्बा लीजिए, जिसका व्यास लगभग 10 सेंटीमीटर हो और ऊंचाई लगभग 14 सेंटीमीटर । प्रायः ऐसे किसी भी डिब्बे से काम चल जाएगा । फिर एक बेलनाकार शीशी लीजिए, जिसका व्यास लगभग 3 सेंटीमीटर हो और ऊंचाई कम-से-कम 25 सेंटीमीटर हो (जंतून का तेल अक्सर इसी प्रकार की बोतलों में मिलता है) । इसे टीन के डिब्बे के भीतर खड़ा रखना पड़ेगा । बड़े डिब्बे को एक समतल मेज पर रखिए और उसमें इतना पानी डालिए कि पट्टरी से नापने पर उसकी ऊंचाई ठीक 1 सेंटीमीटर हो जाए । अब लगभग 2 सेंटीमीटर चौड़ी कागज की एक पट्टी लीजिए और उसे सीधे पार्श्व वाली लम्बी शीशी पर लम्बाई में चिपका दीजिए । तब बड़े डिब्बे के पानी को लम्बी शीशी में डाल दीजिए और कागज की पट्टी पर उस जगह चिह्न लगा दीजिए जहां तक लम्बी शीशी में बड़े डिब्बे का 1 सेंटीमीटर पानी पहुंचता है । लम्बी शीशी की भीतरी पेंदी में लेकर इस चिह्न तक की दूरी को नापिए और उसके ऊपरी सिरे तक इसी के बराबर दूरियां नापने जाइए । चिह्नों के बीच की दूरियों को दस बराबर भागों में बाँटिए, जिनमें मिलीमीटर भी नापे जा सकें । छोटा बरतन वर्षा की कम मात्रा को ही नाप सकेगा ।

वृष्टिमापी तैयार करने के लिए लम्बी शीशी में एक कीप रखिए । कीप के मुह का व्यास ठीक बड़े बरतन के व्यास के बराबर होना चाहिए और तब दोनों को बड़े डिब्बे में रख दीजिए । वृष्टिमापी को किसी सूनी जगह में रखिए जहां

उसके लुढ़कने का डर न रहे । यदि हल्की वर्षा होगी तो वह अकेले छोटे बरतन में नापा जा सकेगी परन्तु यदि अधिक वर्षा होगी, तो फलतः पानी बह कर बड़े बरतन में पहुंच जाएगा और तब उसे छोटे बरतन में उंडेल-उंडेल कर नापा जा सकता है । यदि वर्षा को इंचों में नापना हो तो बड़े बरतन में एक इंच पानी डालिए और तब उसे लम्बी शीशी में उंडेलिए । चिह्न लगा लें कि 1 इंच वाला पानी कहां तक पहुंचा और तब पैमाने को उसी के अनुसार बाँटिए ।

सेंटीमीटरों या इंचों में वर्षा नापने के लिए एक अधिक अच्छी रीति यह है कि मापक बोतल को निम्नलिखित सूत्र के अनुसार अंकित किया जाए । इस सूत्र में छोटे और बड़े बरतनों की त्रिज्याओं (अर्धव्यासों) की आवश्यकता होती है ।

एक सेंटीमीटर या एक इंच वर्षा के लिए बोतल में पानी की ऊंचाई } = \frac{\text{कीप की त्रिज्या का वर्ग}}{\text{बोतल की त्रिज्या का वर्ग}}



6. एक शुष्कांद्र बल्य आर्द्रतामापी

दो सस्ते तापमापी लीजिए और यह देखने के लिए कि क्या वे एक-मे ही रहते हैं, दिन में कई बार उनके पाठ्योंको की तुलना कई दिन तक करते रहिए ।

इन दोनों तापमापियों को एक ही पट्टे पर जड़िए । उनके बीच की दूरी लगभग 10 सेंटीमीटर

हो। उनके बल्ब पट्टे के बाहर निकले रहें, जिससे उन्हें चारों ओर से हवा लग सके।

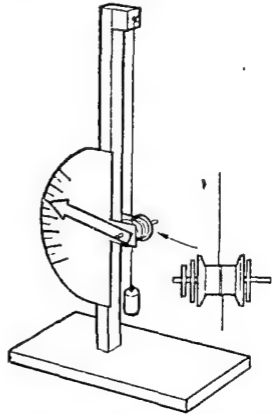
दाहिनी ओर के तापमापी के कुछ नीचे एक छोटी और चौड़े मुंह की शीशी (या कटोरी) रखिए। लिनन या सूती नरम कपड़े की बत्ती बनाइए। उसका एक सिरा दाहिने हाथ वाले तापमापी के बल्ब पर लपेट दीजिए और दूसरे सिरे को नीचे रखे हुए बरतन में डाल दीजिए। इस बरतन में वर्षा का जल (अथवा आमुत जल) भर दीजिए। इस उपकरण से आप यह नाप सकेंगे कि किसी क्षण वायु में जल की आपेक्षिक मात्रा क्या है। यन्त्र को ऐसी जगह टागिए जहां उसे बिना किसी रुकावट के हवा मिल सके। अब भीगे बल्ब पर पंखा झनियाए। जब ताप के घोर कम होने की सम्भावना न रह जाए तो गीले और सूखे दोनों तापमापियों के पाठ्यांकों को नोट कर लीजिए। सूखे तापमापी के पाठ्यांक से गीले वाले का पाठ्यांक घटा दीजिए और तब परिशिष्ट छः की सारणी में देखिए कि आपेक्षिक नमी क्या है। मान लीजिए, सारणी में पाठ्यांक 40 मिलता है तो इसका अर्थ यह हुआ कि शुष्क तापमापी द्वारा सूचित ताप पर वायु में जितना वाष्पजल रह सकता है, उस समय उसका केवल 40 प्रतिशत ही हवा में था।

7. केश-आर्द्रतामापी

इस उपकरण के द्वारा बिना सारणी का उपयोग किए ही आपेक्षिक आर्द्रता जानी जा सकती है।

किसी स्त्री अथवा पुरुष के दो-चार केश प्राप्त करिए, जो लगभग 30 सेंटीमीटर लम्बे हों। कास्टिक सोडा के तनु (डाइल्यूट) घोल से धोकर उनको तेल-रहित कर लीजिए। एक को किसी स्टैंड के ऊपरी सिरे में बांध दीजिए और नीचे 50 ग्राम का बोझ बांध कर उसे तान दीजिए। केश इतना लम्बा हो कि दो या तीन बार एक रील पर लपेटने के बाद भी वह नीचे तक पहुंच सके। रील में एक धुरी कसी रहे, जो टीन से बनाए गए धारुको (वैरिगो) में मरलता

से घूमे। यह टीन स्टैंड पर ऐसी स्थिति में रहे कि स्टैंड का दो-तिहाई भाग ऊपर और एक-तिहाई भाग नीचे छूटा रहे। वाल्सा वुड (अथवा मेमर की लकड़ी, अथवा पुआल की एक मीक) का एक हल्का सकेतक बनाइए और उसे रील की धुरी पर जड़ दीजिए। फिर उसके पीछे एक कार्ड में पैमाना बना कर लगा दीजिए। जैसे-जैसे वायु की नमी घटती-बढ़ती है, केश की लम्बाई भी कम-अधिक होती जाती है और माय ही सकेतक भी ऊपर-नीचे खिसकना रहता है।



पैमाने में निशान लगाने के लिए मयमें अच्छी रीति यह है कि किसी प्रामाणिक आर्द्रतामापी से उसको मिलाया जाए। यदि वह न मिले तो उपकरण को एक बाल्टी में रगिए, जिसमें थोड़ा साधारण गरम पानी रहे और बाल्टी को भीगे तौलिए से ढक दीजिए। जब मकेनरु और आगे न बढ़े तो इस बिन्दु पर 100 निर्गिए, क्योंकि बाल्टी की हवा 100 प्रतिशत गन्तुप्त (सैचुरेटेड) होगी। अन्य बिन्दु गुष्कार आर्द्रतामापी के पाठ्यांकों के अनुसार लगाए जा सकने हैं।

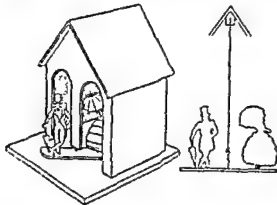
विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

पाठ्यांक लीजिए और परिशिष्ट छः में उसकी सापेक्ष आर्द्रता मालूम करिए और इसी सापेक्ष आर्द्रता के अनुसार पैमाने पर संकेतिक को स्थिर कर दीजिए। जब पैमाने पर लगभग तीन बिन्दु अंकित हो जाएं तब आप शेष को बराबर भागों पर रख सकते हैं और 5 से 100 तक, पांच-पांच के अन्तर में अंकित कर सकते हैं।

8. मौसम कुटी¹

वायुमण्डल में कितना जलवाष्प वर्तमान है, यह दो-चार मानवीय केशों के तनाव में घट-वृद्ध देख कर अथवा तांत के किसी ऐसे टुकड़े से काम करके ज्ञात किया जा सकता है, जिनमें आर्द्रताग्राही गुण आ गए हों।

जो मौसम कुटी हम बहुधा देखते हैं, वह गत्ते से बनाई जा सकती है। उसकी छत के ऊपर के कोण में एक काग लगा दिया जाता है। काग में तांत के एक छोर को सरेस से जोड़ा जाता है। दूसरे छोर पर एक क्षैतिज पटरा रहता है, जिस पर मानव-आकृतियां बना कर लगाई जाती हैं। तांत किस दिशा में ऎंठता है, यह परीक्षा से ज्ञात किया जा सकता है।



9. मौसम चित्र

दो भाग कोबाल्ट क्लोराइड और एक भाग

साधारण नमक के घोल में सोल्टी के एक टुकड़े को डुबो दिया जाता है। यह कागज जब तक आर्द्र रहता है तब तक गुलाबी रंग का रहता है, परन्तु जब इसे धूप में या बुन्सन वॉर (अथवा चूल्हे) के पास सुखाया जाता है तब यह नीला हो जाता है।

दुकानों में विकाने वाले मौसम चित्र इसी सिद्धान्त पर बनते हैं। घर पर बना मौसम चित्र भी उतना ही अच्छा काम देता है। किसी पुस्तक से कोई ऐसा चित्र काट लिया जाता है जिसमें आकाश अथवा जल हो और एक भाग, जैसे आकाश, को काट कर निकाल दिया जाता है। उसकी वजाय वहां पर पूर्वोक्त विधि से बना सोल्टा लगा दिया जाता है। तब चित्र को किसी काई पर आरोपित कर दिया जाता है। चित्र को खिड़की के पास टांगना चाहिए क्योंकि वहां वह वायुमण्डल की आर्द्रता के अनुसार शीघ्र बदलता रहेगा।

10. मौसम लेखा बनाना

ऋतु का लेखा रखने के लिए एक तीव्रता-मूचक मापनी (स्केल ऑफ इंटेंसिटी) चाहिए। दिनांक, घंटा, ताप, आकाश और पवन की दशा सब एक सारणी में दिखाए जा सकते हैं।

प्रत्येक दिन एक ही समय पर पाठ्यांक लेना अधिक उपयोगी होगा।

यदि कोई तापमापी उपलब्ध न हो तो ताप इन प्रकार दिखाया जाए : गरम, कम गरम, न गरम न ठण्डा, अधिक ठण्डा, अत्यधिक ठण्डा।

मौसम के अन्तर्राष्ट्रीय संकेत-चिह्न भी हैं परन्तु यदि कोई सरकारी काम न करना हो तो लेखा करने में संक्षिप्त पैमानों का भी उपयोग

¹मौसम कुटी का भारत में चलन नहीं है। घर का एक छोटा-सा मॉडल बनाया जाता है और उसमें दो मूर्तियां रख दी जाती हैं। एक मूर्ति छाता लगाए रहती है, जो वर्षा का प्रतीक है, और दूसरी मूर्ति का छाता बन्द रहता है, जो सूखे दिन का प्रतीक है। उनमें ऐसी मुक्ति की जाती है कि जब वायु आर्द्र रहती है तब छाता वाली मूर्ति घूम कर बाहर निकल आती है और जब वायु शुष्क रहती है तब दूसरी मूर्ति बाहर निकल आती है।

मौसम क अध्ययन क लिए प्रयोग और सामग्री

किया जा सकता है। पवन का वेग भी निम्न-लिखित शब्दों में अंकित किया जा सकता है:—

मंद—धुएं को उड़ाता है परन्तु वात-दर्शक को नहीं।

मध्यम—गर्द उड़ाता है और वृक्षों की टहनियों को थोड़ा-बहुत हिला देता है।

सबल—वृक्ष की बड़ी शाखाओं को हिला देता है।

उच्च—गर्द उड़ाता है, कागजों को उडा ले जाता है और समूचे वृक्ष हिलने लगते हैं।

श्रांथी—वृक्षों की शाखाएं तोड़ डालती है।

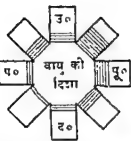
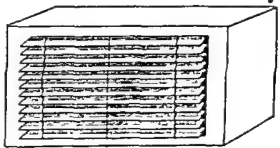
दिनांक	ममय	ताप	आर्द्रता	पवन	वर्षा

खीची जा सकती है, जो वायु की दिशा से सबसे अधिक अनुकूल होती है।

11. मौसम सम्बन्धी उपकरणों को रखने के लिए बक्स बनाना

इन उपकरणों को बाहर ही रखना पड़ता है जैसे वात-दर्शक, पवन-वेगदर्शी और वृष्टिमापी। इन उपकरणों के धातु वाले भागों को बसा अथवा रोगन से सुरक्षित करना बुद्धिमता का कार्य होगा। इस काम के लिए अल्मीनियम का रोगन बहुत अच्छा होता है।

अन्य उपकरणों, जैसे वायुदाब-मापी, तापमापी और आर्द्रतामापी, को श्रांथी-पानी से बचाना पड़ता है। इनको ऐसे बक्स में रखा जाए जिसका एक हिस्सा खुला हो। इस बक्स में उपकरणों को इस प्रकार रखिए कि बक्स की एक बन्द दीवार ऊपर हो और दूसरी नीचे। जिम तरफ खुला भाग हो उस ओर झिलमिली लगा देनी चाहिए, जैसी कि लिडकियों पर लगती है। इससे हवा उपकरणों तक सरलता से पहुंचती रहेगी और साथ ही वे वायु तथा वर्षा से भी सुरक्षित रहेंगे (भारत में अधिक ताप के कारण ऐसी पेट्री धूप में बहुत तप जाएगी और इससे ताप आदि गलत निकलेगा। अच्छा यह होगा कि पूर्वोक्त पेट्री को उसी प्रकार के दूसरे, परन्तु बड़े बक्स में रख दिया जाए जिसमें चारों ओर झिलमिली रहे)।



- धूप
- स्वच्छ
- ◐ अशान बादल पृथक
- वर्षा
- ☀ हिम

वायु की दिशा को तत्सम्बन्धी स्तम्भ में वाणों से सूचित किया जा सकता है, परन्तु साथ ही कागज का एक तारा बना लेना भी उपयोगी होगा, जैसा कि रेखा-चित्र में दिखाया गया है। तब प्रति दिन तारे की उम भुजा पर एक रेखा

ख. वायु और मौसम

1. गरम करने से हवा फैलती है

यह दिखाने के लिए कि गरम करने पर हवा फैलती है, बिजली के बल्ब से बनाए गए प्लास्क या बोतल में एक-एक छेद वाली डाट लगाइए, जिसमें 30 सेंटीमीटर लम्बी कांच-नलिका अथवा

लेमनेड पीने की नलिका लगाई जा सके। नलिका के सिरे को पानी की छोटी बोतल में डाल दीजिए। प्लास्क को गरम करिए और देखिए क्या होता है। प्लास्क को इतना गरम करिए कि बहुत-सी हवा निकल जाए और तब प्लास्क पर

ठण्डा पानी डाल कर या उस पर बर्फ रगड़ कर उसे ठण्डा करिए। आप क्या देखते हैं? इसका क्या कारण हो सकता है?

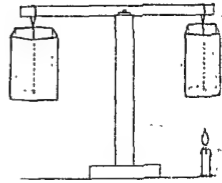
2. दूसरा प्रयोग : गरम करने पर हवा फैलती है
रेल के गुडवारे को किसी शीशी के मुह पर चढ़ा दीजिए और शीशी को गरम पानी में रख दीजिए। आप क्या देखते हैं? आप इसका क्या कारण बताते हैं?

3. वायु का फैलना

एक छेद वाली रबड़ की डाट लीजिए और उसमें एक छोटी-सी कांच-नलिका लगाइए। अब इसको 2 या 3 लिटर के छोटे मुह के कनस्तर में कमिए। कांच-नलिका में एक रबड़-नलिका जोड़ दीजिए। पानी के एक थाल में पानी से भरी बोटल उलटिए और रबड़ की नली का मुह इस बोटल की कोर के नीचे डाल दीजिए। कनस्तर को गरम करिए। आप क्या देखते हैं? यह कैसे हुआ?

4. ठण्डी हवा गरम हवा से अधिक भारी होती है

(क) एक माधारण तुला बनाइए, जैसी आपने प्रयोग ग-1, पृष्ठ 100 पर यह दिखाने के लिए बनाई थी कि वायु में भार होता है। कागज के दो थैले लीजिए जो एक ही नाप के हों। इन थैलों को मॉलिए और प्रत्येक की पेंदी पर 20 मीटर लम्बा धागा कागज की चिप्पी (टेप) लगा कर अथवा भूई में छेद करके उसमें डालिए और उसके गिरे पर गठ लगा दीजिए। दोनों धागों के दूसरे गिरे पर एक फन्दा बनाइए, जो इतना बड़ा हो कि तुला की डण्डी पर चढ़ाया जा सके। दोनों थैलों को डण्डी के दोनों गिरे के पास लटका दीजिए। थैलों को थोड़ा इधर-उधर करके ऐसी व्यवस्था करिए कि थैले बिल्कुल मनुवित हो जाए। अब एक मोमबत्ती को काफी नीचे रख कर थैले के नीचे की हवा को गरम करिए। आप क्या देखते हैं? तुला को कई मिनट तक चुपचाप ठण्डा होने दीजिए। देखिए क्या होता है? अब दूसरे थैले के नीचे की हवा गरम करिए। देखिए क्या होता है? इसका क्या कारण है?

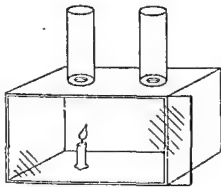


(ख) गरम और ठण्डी हवा की गीली के अन्तर जानने के लिए एक दूसरी रीति यह है कि कागज के थैलों के बदले तुला पर पलास्कों के इस्तेमाल किया जाए। पलास्कों को धाने के फन्दों से लटकाइए, घटा-बढ़ा कर उनको मनुवित करिए और एक पलास्क को धीरे-धीरे गरम करिए परिणाम देखिए। उसे कक्ष के ताप तक ठण्डा होने दीजिए और तब फिर देखिए। फिर दूसरे पलास्क को गरम करिए। बिजली के पुर्ण बल्बों से बनाए गए पलास्क इस प्रयोग में बहुत अच्छा काम देते हैं।

5. संनयन बक्स

यह दिखाने के लिए कि वायु क्यों बहती है, एक बक्स बनाने की विधि इस प्रकार है : लकड़ी या काँच के बने गत्ते का ऐसा बक्स लीजिए जिसमें लिडकी बने के लिए आपको सही नाप का कांच मिल सकेगा। लकड़ी की खड़िया वाली पेट्टी से भी, जिनमें डकफन के लिए गाँचे कटे रहते हैं, एक अच्छा बक्स बनाया जा सकता है। कांच को ऐसी नाप का बनाइए कि वह खोंचों में घिसकाया जा सके। फिर बक्स के लम्बाई वाले भागों में एक और दो छोटे छेद करिए जो दोनों किनारों पर हों। इन छेदों का व्यास 2.5 से लेकर 3 सेंटीमीटर तक हो सकता है। बक्स को टंग प्रकार रखिए कि यह भाग ऊपर रहे। छेदों पर रखने के लिए दो चिमनियाँ लीजिए। यदि लैम्प की चिमनियाँ न मिलें तो गत्ते की 15 सेंटीमीटर लम्बी नलिकाओं से काम लीजिए (या पुराने ट्यूब नाइट के ट्यूब को काट कर चिमनी बना लीजिए, परन्तु स्थायी रखिए कि यदि उसे काटते समय हाथ वहीं बंद

एक और ट्यूब के भीतर लगा मसाला धाव में जाए तो धाव शीघ्र अच्छा नहीं होगा क्योंकि मसाला विपला होता है। मोमबत्ती के एक श्रेट टुकड़े को एक छेद के ठीक नीचे बक्स के फर्न रखिए। मोमबत्ती को जलाइए। मोमबत्ती के उस क्षेत्र को निरूपित करती है जो मूर्य तप्त हो गया है। काच लगा कर बक्स का खुला द्वार बन्द कर दीजिए और धुआं देते समय एक कागज लेकर एक चिमनी में डालिए और वायु-धारा का निरीक्षण करिए। बक्स के भीतर वायु चलने की दिशा देखिए। मोमबत्ती को दूसरी चिमनी के नीचे रखिए और प्रयोग को दोहराइए। आप क्या देखते हैं? इसका क्या कारण हो सकता है? इसको संनयन-धारा (कन्वेन्शन करंट) कहते हैं।



6. संनयन-धाराओं का मार्ग देखना

(क) एक मोमबत्ती जलाइए और उसे प्राकस्मिक वायु-धाराओं से बचाने के लिए उसके चारों ओर झाड़ कर दीजिए। मोमबत्ती के पास की धाराओं का निरीक्षण धुआं देते हुए कागज से करिए।

(ख) एक गरम और एक ठण्डे कमरे के बीच का दरवाजा थोड़ा खोलिए। धुआं देते हुए कागज को दरवाजे के पल्लों के बीच के खुले स्थान में कमरे के ऊपर, नीचे और बीच में वायु-धाराओं को देखिए।

(ग) अगर सम्भव हो तो ऐसी कोठरी में वायु-धाराओं को देखिए जिसे विकिरक (रेडिएटर) या स्टोव (या अगोठी में गरम किया गया हो

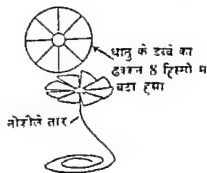
(घ) ऐसी कोठरी में वायु-धाराओं को देखिए जिसमें बानन (वेंटिलेशन) के लिए ऊपर और नीचे खुली खिड़किया हों।

(ङ) तार की सहायता से जलती मोमबत्ती को चौड़े मुह की किसी बोटल में उतार दीजिए। देखिए कि क्या होता है। बोटल में ताजी हवा डालिए। जलती मोमबत्ती को फिर बोटल में डालिए परन्तु अब की धार T आकृति का गत्ते का टुकड़ा काट कर बोटल में डाल दीजिए, जिससे गरम और ठण्डी वायु-धारा अलग-अलग हो जाए। धुआं देते हुए कागज से गत्ते के दोनों तरफ वायु-धाराओं को देखिए।

गरम हवा को ऊपर जाताई धारा



(च) किसी डिब्बे के धानु वाले ढक्कन को रोटरी ओपनर में काटिए ताकि धानु का गोल टुकड़ा मिल जाए (या ऐसा वृत्त पतले टिन या पीतल की पतली चादर में काटिए)। इसको ठीक बीच में कील से ठोक कर जरा-सा गड़वा कर दीजिए। त्रिज्यीय रेखाओं पर टिन को लगभग केन्द्र तक काटिए और इस प्रकार बनी सब पलियों को एक ही दिशा में थोड़ा-सा एंड दीजिए। इस पहिए



को एक नुकीले तार पर चढ़ा दीजिए। तब इसे मोमबत्ती के ऊपर या किसी दूसरी जलती हुई वस्तु के ऊपर पकड़े रहिए। अगर आप इसे साव-

धानीपूर्वक बना लेंगे तो यह चन्द्र (चन्द्रिका) अथवा जलती हुई विजली की बत्ती से भी धूमने लगेगा।

ग. वायु में नमी कैसे पहुंचती है

1. वायुमण्डलीय नमी देखी नहीं जा सकती

चाय की केतली में या किसी दूसरे बरतन में, जिसमें टोंटी लगी हो, थोड़ा-सा पानी डाल दीजिए और उसे चूल्हे पर चढ़ा दीजिए। यदि ऐसे बरतन न मिले तो प्लास्क में एक छेद वाली डाट लगाइए और उसमें समकोण पर मुड़ी हुई कांच-नलिका लगाइए। प्लास्क में थोड़ा पानी डालिए और उसे आग पर रख दीजिए। जब पानी खीलने लगे और टोंटी से भाप निकलने लगे तो बादल के समान दाखने वाले उस वाष्प-ममूह को देखिए। यह भाप नहीं है, सघनित जल मात्र है। जब भाप निकल रही हो तब टोंटी के निकट-वर्ती स्थान को देखने का प्रयत्न करिए। क्या आप उस देख सकते हैं? अब सघनित भाप के नीचे मोमबत्ती या ज्वालक (बनर) रखिए। आप क्या देखते हैं? बादल कहां चला जाता है?



2. झाड़ू का भार कम हो गया

इण्डे के एक सिरे पर सूती शब्दा बांध कर झाड़ू बना लीजिए। उसे पानी में भिगोइए। फालतू पानी निचोड़ दीजिए। तब मेज के एक कोने पर एक निकोनी रैती रखिए और उस पर झाड़ू को सन्तुलित करिए। सन्तुलन बिल्कुल ठीक हो। घंटे भर बाद इसको फिर देखिए। क्या हुआ? इसका क्या कारण बताते हैं? पानी कहां चला गया?

3. नमी को तोलने के लिए दूसरा प्रयोग

ऊपर का प्रयोग नहाने के (रोएंदार) तौलिए

से भी किया जा सकता है। तौलिए को निचोड़िए और निचोड़िए। उसे कांट-हेंगर (कांट वाले तार या लकड़ी) पर लटकाइए। कांट-हेंगर को लम्बे इण्डे के एक सिरे पर लटकाइए। मेज के कोने पर रखी निकोनी रैती सन्तुलित करिए।

4. मिट्टी से नमी भाप बन कर उड़ जाती है

गमले में गीली मिट्टी भरिए और तुला में पलड़े पर रखिए। या तो दूसरे पलड़े में रख कर सन्तुलित करिए या गमले की तौल करिए। 24 घंटे बाद फिर उसकी तौल करिए।

5. घरेलू पौधों से नमी निकलती है

किसी घर के भीतर के पौधे या बाग पौधे की एक पत्ती पर (जाड़े के दिनों में सेनोफेन (पारदर्शक जल-अभेद्य कागज) धँसी चढ़ा दीजिए और उसके मुह को पान-के इण्डल पर रखें के छल्ले (अथवा धाँसे) बांध कर बन्द कर दीजिए। एक घंटे बाद निरीक्षण करिए। आप क्या देखते हैं? यह कहां से आया?

6. अन्य पौधों से निकलती नमी

एक गमला लीजिए, जिसमें 10 या 15 सेंटीमीटर लम्बे मटर या सेम के नए पौधे हैं (पौधों को छोड़ कर गमले के ऊपरी हिस्से को सेलॉफेन या रबड़ की चादर से ढक दीजिए और पौधों के तनों के पास चादर में छाने और पिन लगा दीजिए, जिससे कहीं भी मिट्टी सूख न रह जाए। अब एक स्वच्छ सूखा (ठण्डा) निकोनी पौधों पर उलट दीजिए और एक घंटे बाद देखिए। आपने क्या देखा? यह कहाँ से आया (नमी प्रयोग जाड़े में किया जाए तो सन्तुलन निलेगा)।

7. सांस की नमी

ठण्डे दर्पण पर सांस छोड़ कर या ठण्ड गिलास या बोतल में सांस फूंक कर सांस छोड़ने से निकले जलवाष्प को दिखाया जा सकता है।

8. गैस-ज्वाला से निकली हुई नमी

ज्वाला से निकला हुआ जलवाष्प गैस-स्टोव पर कुछ क्षणों के लिए ठण्डे पानी का बरतन रख कर दिखाया जा सकता है (पेंदो पहले पोंछ कर सुखा दी जाए)। ग्रांच से बरतन को उठा लीजिए और पेंदो का निरीक्षण करिए।

9. दूसरी ज्वालाओं से निकली हुई नमी

मोमबत्ती की लौ को ठण्डे श्यामपट्ट (ब्लैक बोर्ड) के पास लाइए। गैस बर्नर, स्पिरिट लैम्प, जलते हुए कागज और जलती हुई लकड़ी की ज्वालाओं की सहायता से इस प्रयोग को दोहराइए। आप क्या देखते हैं? यह कहाँ से आया?

10. क्षेत्रफल-विस्तार को दर वाष्पन को प्रभावित करती है

50 मिलिलिटर जल नाप कर लीजिए और किसी मापी से उसे किसी बड़े व्यास के बरतन में उंडेल लीजिए। अब फिर मापी में 50 मिली-लिटर जल नाप कर रख दीजिए। दोनों को आस-पास ऐसी जगह रखिए जहाँ ताप और वायु-वेग दोनों के लिए समान रहे। दूसरे दिन प्रत्येक बरतन के जल को नापिए। वाष्पन में किस वस्तु के प्रभाव के कारण अन्तर आया है?

घ. वायु से नमी कैसे निकलती है

1. नमी ठण्डे तलों पर संघनित होती है
टीन के चमकते डिब्बे में बर्फ भर दीजिए। थोड़ी देर में बाहर के तल का निरीक्षण करिए। आप क्या देखते हैं? यह कहाँ से आया?
2. जल-चक्र
थोड़े-से पानी को इतना गरम करिए कि वह

11. ताप वाष्पन की गति को प्रभावित करता है
श्यामपट्ट अथवा स्लेट के किसी भाग को मोमबत्ती से या धूप में रख कर थोड़ा गरम करिए। इस गरम स्थान पर और किसी ठण्डे क्षेत्र पर गोले कपड़े से बराबर नापों के पानी के धब्बे लगाइए। इन स्थानों का निरीक्षण करिए और देखिए कि क्या होता है।

12. बहती हुई हवा वाष्पन की गति पर प्रभाव डालती है

गोले स्पंज या कपड़े से ठण्डे श्यामपट्ट के तल पर दो स्थानों पर बराबर माप के धब्बे लगा दीजिए, जो एक-दूसरे से कुछ दूर रहे। एक धब्बे को गले से हवा कीजिए और दूसरे को बिना हवा किए सूखने दीजिए।

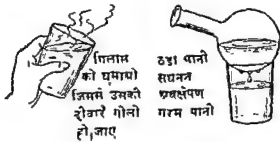
वाष्पन की गति में किस कारण अन्तर पड़ता है?

13. वायु की नमी वाष्पन की दर में प्रभाव डालती है

लकड़ी के छल्ले या चौखटे पर कोई कपड़ा तान कर जड़ दीजिए। चौखटा वर्गाकार हो और चारों ओर लगभग 30 सेंटीमीटर का हो तथा लगभग 3 सेंटीमीटर मोटा हो। चौखटे में लगाए हुए कपड़े को गीला कर दीजिए। फिर ठण्डे श्यामपट्ट के तल पर गीले स्पंज या कपड़े से पानी के दो धब्बे बनाइए। एक को उस चौखटे से ढक दीजिए जिसके ऊपर गोला कपड़ा मढ़ा है और दूसरे को खुला रहने दीजिए। कुछ क्षणों के बाद प्रत्येक धब्बे का निरीक्षण करिए। कौन-सा अधिक सूखा है? चौखटे के नीचे आर्द्र वायु वाष्पन की गति पर क्या प्रभाव डालती है?

लगभग उबलने लगे। इसे पानी के गिलास में रखिए और गिलास को तिरछा करके इस प्रकार घुमाइए कि गिलास की दीवारों ऊपरी सिरे तक भीग जाए। गौन फ्लास्क, उदाहरणार्थ बिजली-शक्ती से बने प्लास्क या फ्लोरेन्स प्लास्क (या प्रायः गोल लोटे) में थोड़ा-सा

पानी डालिए जो बहुत ठण्डा हो। प्लास्क को गिलास पर तिरछा रखिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। गरम पानी का वाष्पन होगा। वह प्लास्क की ठण्डी सतह पर संघनित होगा और उसकी छोटी बूँदें गिलास में गिरेंगी। यहाँ आप वाष्पन, संघनन और अवक्षेपण (नीचे गिरना) तीनों ही देख सकेंगे। प्रकृति में इस प्रकार का जल-चक्र चलता रहता है।



3. ओसांक-ताप

आप ओसांक-ताप (ड्यू-प्वाइण्ट टेम्परेचर) को चमकते बरतन, थोड़ा-सा पानी, एक ताप-मापी और कुछ बर्फ को सहायता से नाप सकते हैं। मौसम के सम्बन्ध में ओसांक-ताप का अध्ययन महत्वपूर्ण है। यह वह ताप है जिस पर वायु की नमी संघनित होने लगती है। ओसांक-ताप दिन-दिन घटता-बढ़ता रहता है।

ध्यान रहे कि बरतन का बाहरी भाग सूखा और चमकदार रहे। बरतन में कुछ पानी डाल दीजिए और उसे किसी छपे पृष्ठ पर रख दीजिए, जिससे छपे भक्षरों का प्रतिबिम्ब बरतन में स्पष्ट दिखाई पड़े। तापमापी को पानी में रखा (सम्भवतः तापमापी के बल्ब के पीछे की लकड़ी को कुछ काटना पड़े)। अब थोड़ा-थोड़ा करके बर्फ को पानी में डालिए और उसे तापमापी से साम्यापी के साथ चलाते रहिए। ताप पर बराबर ध्यान रहे और ज्यों ही बरतन के बाहरी पृष्ठ पर ओस बननी आरम्भ हो, इसका ताप पढ़ लीजिए। यही प्रायः ओसांक-ताप होगा।

4. बोतल में बादल

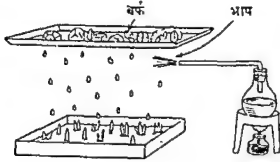
आप बोतल में बादल बना सकते हैं। कांच की बड़ी बोतल लीजिए और उसमें खड़की शरू लगाइए। डाट से 10 सेंटीमीटर लम्बी कांच-नलिका लगाइए। बोतल में लगभग 2.5 सेंटीमीटर की ऊंचाई तक पानी भरिए, और बोतल के भीतर की हवा में थोड़ी-सी खड़िया-धूलि डाल दीजिए। अब एक खड़की नली लीजिए और उसकी सहायता से कांच की नलिका को वाक्सिकल पम्प से जोड़ दीजिए। बोतल की डाट को दबाए रखिए और किसी विद्यार्थी से कहिए कि वह हवा भरना आरम्भ करे। जब बोतल में कम हवा भर जाए तो काग को उड़ जान दीजिए और देखिए कि फिर क्या होता है। यदि बादल अच्छा न बने तो आप पानी में स्पिरिट की कुछ बूँदें मिला कर फिर से प्रयोग करिए। जब वायु फैलती है तो वह ठण्डी हो जाती है, जिससे बोतल के भीतर का ताप ओसांक से कम हो जाता है। नमी बादल के रूप में संघनित होती है। जब पृथ्वी पर गरम हवा चलती है तो उसकी भी दाब कम हो जाती है। तब हवा फैलती है और ठण्डी होती है और जब ताप ओसांक से कम हो जाता है तब वादन बनते हैं।



5. वर्षा-चक्र

आप बहुत छोटे पैमाने पर अपनी कक्षा में वर्षा-चक्र देख सकते हैं। नई पीथ का एक गमला मेज पर रखिए। इन पीथों से लगभग 35 या 40 सेंटीमीटर ऊपर धातु की थाली रखिए और किसी प्रकार उसको वहीं टिका दीजिए। थाली में घूरा की हुई बर्फ फेंका दीजिए। धाय की फेतली या प्लास्क में थोड़ा पानी लेकर उसे धाँच पर रखिए। फेतली को इस प्रकार रखिए कि धाय पीथों और थाली के बीच से होकर निकले।

अब आप वर्षा-चक्र का अध्ययन कर सकते हैं। चाय की केतली जल का प्राप्त-स्थल है, जो पृथ्वी-स्थित है। यहां से वाष्प बन कर ऊपर उठती है और ठण्डी थाली तक पहुंचती है। थाली पृथ्वी के ऊपर की वायु को ठण्डी तहों को निरूपित करती है। यहां आद्रता थाली पर संघनित होती है और पीधों पर वर्षा के रूप में गिरने लगती है।



6. कक्षा में तुपार

धातु के एक लम्बे बरतन, जैसे टीन के लम्बे डिब्बे, की सहायता से कक्षा में तुपार (फ्रास्ट) बनाया जा सकता है। बरतन में पारी-पारी स बर्फ और नमक की तहें भरिए। जितनी बर्फ डालें, उसका लगभग आधा नमक। बर्फ और नमक डालते जाइए और किसी लकड़ी से उन्हें कूट-कूट कर ठूसते जाइए। जब वह भर जाए तो बरतन के बाहरी भाग का निरीक्षण करिए। सम्भव है कि कुछ ओस बने और वह वहां जम जाए, परन्तु आपको वहां सुकुमार श्वेत तुपार भी दिखाई देना चाहिए, जो बरतन के बाहरी भाग पर बन जाता है। यदि बरतन

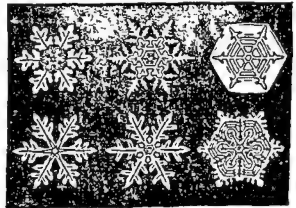
को कुछ समय तक ऐसे ही रहने दिया जाए तो वह सुन्दर श्वेत तुपार से ढक जाएगा (भारत में यह प्रयोग जाड़े में अधिक सफल रहेगा)।

7. ओलों का अध्ययन

जब ओले गिरें तो कुछ ओलों को इकट्ठा करिए। उन्हें बीच से काटिए और देखिए कि ओले की बर्फ किस प्रकार परत के ऊपर परत जम कर बनी है।

8. हिमतूल का अध्ययन

यदि आप किसी ऐसे स्थान में रहते हैं जहां हिमपात होता है तो थोड़े से हिमतूल (स्नो-फ्लेक्स) को काले या बहुत गाढ़े रंग के ऊनी कपड़े पर इकट्ठा करिए और उसे प्रबंधक लेंस से ध्यान से देखिए। आप देखेंगे कि उनकी आकृतियां भले ही असह्य हो परन्तु हर एक हिमतूल में सर्वदा ही छः भुजाएं या छः रश्मियां होती हैं। हिमतूल भी प्रकृति की दर्शनीय वस्तुओं में से एक है।



पानी के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. पानी की संरचना

1. पानी का विच्छेदन कैसे किया जा सकता है

इस रोचक प्रयोग के लिए 6 वोल्ट की एक संचायक बैटरी या ऐक्युमुलेटर या 6 शुष्क सेलों (ड्राई सेल्स) की आवश्यकता पड़ेगी।

तांबे के तार के दो टुकड़े लीजिए। प्रत्येक कम-से-कम 30 सेंटीमीटर लम्बा हो। प्रत्येक तार के सिरों से लगभग 6 सेंटीमीटर तक विसंवाही पदार्थ को अलग कर दीजिए। तांबे के फिर दो पुराने फाउण्टेनपेनों की सोने की नोक-वाली निबें लीजिए। तांबे के पूर्वोक्त तारों में से एक का एक खुला सिरा एक निब में लपेट दीजिए और दूसरे तार का एक सिरा दूसरी निब में। जोड़ पर साफ लगा दीजिए ताकि तांबा कहीं भी दिखाई न पड़े। बैटरी के एक सिरे से एक तांबे के तार का दूसरा सिरा जोड़ दीजिए और दूसरे सिरे में दूसरे तार का बचा हुआ सिरा। अब एक कांच की कम गहरी तश्तरी लीजिए और उसे लगभग आधों पानी से भर दीजिए। दो छोटी शीशियों को पानी से भरिए और उनके मुंह पर गत्ता रख कर उनको तश्तरी के पानी में डाल दीजिए (और गत्ता हटा लीजिए; गत्ते के बदले अंगुली से काम चल जाएगा)। प्रत्येक शीशी को लकड़ी की दो-दो छोटी-छोटी पट्टियों पर लड़ा कर दीजिए ताकि उनका मुंह तश्तरी की पेंदी से कुछ ऊपर उठा रहे। अब सावधानी से प्रत्येक बोतल में एक-एक निब डाल दीजिए।

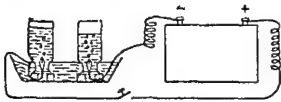
फिर तश्तरी में रचे पानी में लगभग 1 ग्राम सल्फ्यूरिक अम्ल मिला दीजिए और एक-आध मिनट ठहराए। अम्ल पानी में अच्छी तरह मिल जाएगी। अम्ल से काम करते समय बड़ी सावधानी बरतनी चाहिए क्योंकि यदि यह सरीर

पर कहीं पड़ जाएगी तो त्वचा को जला देगा और कपड़े पर गिर जाए तो कपड़े में छेद कर देगा। सल्फ्यूरिक अम्ल दवाखाने से, बैटरी ठीक करने वालों से, या किसी रासायनिक प्रयोगशाला से प्राप्त किया जा सकता है।

जब उपस्कर तैयार हो जाए तो विद्युत्-धारा चालू कर दीजिए (इसके लिए साइन में कहीं एक स्विच रखना अच्छा रहेगा)। इस प्रयोग में समय लग सकता है। देरिए कि प्रत्येक शीशी में क्या होता है? यदि दोनों शीशियां एक नाप की हों तो परिणाम को आप पटरी से नाप सकते हैं। इन दोनों में क्या अनुपात है?

जब शीशियां गैस से भर जाएं तो प्रत्येक के मुंह पर कांच की प्लेट रख दीजिए। जो शीशी अपेक्षाकृत शीघ्र भर गई थी, उसे कांच पर ही धीवी पड़ी रहने दीजिए। जो शीशी धीरे-धीरे भरी थी, उसका मुंह ऊपर करके उसे मेज पर रखिए और कांच में ढका रहने दीजिए। अब एक मुलगती हुई सीक को (अर्थात् जिसकी ली बूझ गई हों, परन्तु उसमें लगी भाग चमक रही हो) उस बोतल में डालिए जिसका मुंह ऊपर की ओर है। क्या होता है? इस गैस को प्रायोजन कहते हैं।

जलती हुई सीक को उस बोतल के मुंह में लगाइए जिसे आपने धीया रख छोड़ा था। क्या होता है? इस गैस का नाम हाइड्रोजन है। क्या आपने कभी किमी को पानी के लिए (एच-टू-ओ) कहते हुए सुना है? क्या आप अपने प्रयोग से इसे सामझा सकते हैं?



2. आक्सीजन कैसे तैयार की जा सकती है

आक्सीजन तैयार करने की विधि अध्याय-7 में पृष्ठ 114 पर बताई जा चुकी है।

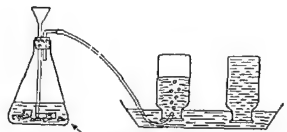
3. आक्सीजन के कुछ प्रयोग

आक्सीजन के प्रयोगों के लिए निवेदा अध्याय 7 में पृष्ठ 114 पर दिए गए हैं।

4. आक्सीजन की सहायता से कुछ प्रयोग

किसी तनु (डाइल्यूट) अम्ल, जैसे हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ्यूरिक, पर जस्ते जैसी धातु की रासायनिक प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन तैयार की जा सकती है। अम्ल दवाखाने में लाया जा सकता है। अम्ल के साथ सावधानी बरतनी चाहिए कि कहीं वह शरीर अथवा कपड़े पर न गिर पड़े। पुराना जस्ता गुप्क सेलों के बाहरी डिब्बे से लिया जा सकता है। जस्ते को खूब अच्छी तरह साफ कर लीजिए और उसमें से लगभग 2, 5 सेंटीमीटर के बर्गीकार टुकड़े काट लीजिए।

हाइड्रोजन बनाने के लिए जस्ते को एक प्लास्क या बोतल में रखिए और उसमें दो छेदों की रबड़ की डाट लगाइए। एक छेद में कीपमुखी नलिका रखिए जो लगभग पेदी तक पहुंच जाए। दूसरे छेद में समकोण पर मुड़ी नलिका रखिए और उसमें 30 या 40 सेंटीमीटर लम्बी रबड़ की नलिका लगा दीजिए। एक थाली को पानी से लगभग आधा भर दीजिए और पानी से भरी बॉतलें उसमें ढोपी करके रख दीजिए। हाइड्रोजन को इकट्ठा करने के लिए निकास-नलिका के सिरे को पूर्वोक्त बॉतलों में से एक में डाल दीजिए। कीप-नलिका द्वारा जस्ते पर तनु अम्ल डालिए।



ध्यान रहे कि जनित्र के आसपास कोई लौ या ज्वाला न हो। हाइड्रोजन और वायु का मिश्रण बड़ा विस्फोटक होता है। जब बॉतलें हाइड्रोजन से भर जाए तो उनके मुह पर काच-पट्ट रख दीजिए और बॉतलों को मेज पर ढोपी ही खड़ी रखिए।

5. क्या हाइड्रोजन जलती है

लकड़ी की एक सीक जलाइए और एक बॉतल को मेज से (ढोपी ही) उठा कर उसके मुह के पास जलती हुई लकड़ी की सीक ले जाइए। सीक को बॉतल के भीतर डाल दीजिए। अब सीक को धीरे-धीरे बाहर लाइए। क्या होता है? क्या हाइड्रोजन जलती है? क्या यह आक्सीजन की तरह जलने में सहायता करती है?

6. हाइड्रोजन के जलने पर क्या उत्पन्न होता है?

रबड़ की एक निकास-नलिका के सिरे पर एक छोटी काच-नलिका लगा दीजिए और प्लास्क में जस्ते और अम्ल की क्रिया जोर से होने दीजिए। नलिका के पास जलती हुई सीक लाइए। हाइड्रोजन हल्के-हल्के जलने लगेंगी और लौ हल्के नीले रंग की हो जाएगी। लौ के पास किसी ठण्डी तश्तरी या थाली को ले जाइए। जब हाइड्रोजन जलती है (आक्सीजन से संयुक्त होती है), तब कौन-सी वस्तु बनती है?

7. हाइड्रोजन की सहायता से साबुन के बुलबुले बनाना

साबुन का गाढा घोल तैयार करिए, जिससे अच्छे बुलबुले बनाए जा सकें। एक छोटी-सी कीपमुखी नलिका को निकास-नलिका के सिरे पर लगा दीजिए या उसके बंदने विनायती चिनम (वने पाइप) या देगी चिनम में छेददार डाट

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

श्रीर नलिका लगा दीजिए । जब फ्लास्क में अम्ल और जस्ते की क्रिया जोर से हो रही हो तो हाइड्रोजन से बुलबुले छोड़िए । जब कोई बुलबुला बन जाए तो ज़रा झटका देने पर वह कोप से छूट जाएगा और छत तक उठेगा । एक

ऐसी लगी लीजिए जो छत के पास बुलबुले ठक पहुंच सके । लगी में जलती मोमबत्ती धार लीजिए और उससे बुलबुलों में आग लगाने की कोशिश करिए । यह एक आनन्ददायक संत रहगा ।

ख. पानी कैसे शुद्ध किया जा सकता है

1. छानना (फिल्टर) कैसे बनाएं

पीचे का एक गमला लीजिए, जिसकी पेंदी के छेद में रुई ठूस कर भरी हो और जिसकी पेंदी पर बालू की दो-चार इंच गहरी तह बिछी हो । यह कई कामों के लिए सन्तोपजनक छानना सिद्ध होता है । अध्याय-2 की संख्या-7 देखिए ।

किसी बरतन में रखे पानी में थोड़ी मिट्टी डाल कर चला दीजिए । इस पानी को छानने में डाल दीजिए और जो पानी छत कर निकले उसे एक साफ गिलास में भर दीजिए । बालू और पीसे कोयले की तहों एक के ऊपर एक डाल कर एक दूसरा छानना बनाने की कोशिश करिए । पीने के लिए उवालने से पहले पेय जल को शुद्ध करने के लिए यह छानना बहुत सन्तोपजनक काम देगा ।

2. प्राथमिक छानना बनाना

लैम्प की चिमनी के छोटे सिरे में एक छेद वाली ढाट लगाइए । इसमें एक छोटी काच-नलिका लगाइए । पेंदी में थोड़ी धुनी रुई रखिए । तब छोटी-छोटी साफ रोड़ियां लीजिए और थोड़ी मोटी बालू को अच्छी तरह धो डालिए तथा रोड़ियों के ऊपर उसकी एक तह बना दीजिए । फिर थोड़ी महीन बालू थोड़िए और पहले

की अपेक्षा अधिक मोटी तह डाल दीजिए । कुछ कोयले पीस डालिए और उन्हें पानी में मिला कर एक लेप-सा बना लीजिए । इस मिश्रण को बालू के ऊपर बराबर-बराबर डाल दीजिए । इसके बाद बहुत गंदला पानी लेकर छानने के ऊपर से डालिए । छानने के नीचे रखे साफ गिलास में छाने पानी को इकट्ठा करिए ।

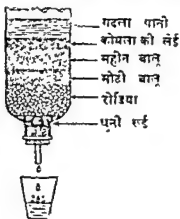
3. पानी को उबाल कर जीवाणु-रहित करना

पानी में बहुधा छोटे-छोटे जीवित पीधे और जीव रहते हैं । इनके कारण पानी पीने के अयोग्य हो जाता है । ये जीव सूक्ष्मदर्शी के बिना नहीं देखे जा सकते । इस बात की जांच बड़ी सरल रीति से की जा सकती है कि उबालने से जीवित वस्तुओं पर क्या प्रभाव पड़ता है । जीवित जीवाणुओं के शरीर जिन पदार्थों के बने रहते हैं, अण्डे की सफेदी भी रासायनिक दृष्टिकोण से उस पदार्थ के बहुत समान होती है ।

एक परीक्षण-नलिका या फ्लास्क को पानी से आधा भरिए और उबलने तक गरम करिए । दवा टपकाने वाली नलिका से अण्डे की सफेदी की कुछ बूंदें सीलते पानी में टपका दीजिए । धार देखेंगे कि अण्डे की सफेदी बिल्कुल बदल जाती है । यह उबले या तले अण्डे के सफेद भाग की तरह हो जाता है । दूसरे अण्डों में, वह स्कंदित (कोएगुलेट) हो गया है । जब पानी सीनाया जाता है तब उसके भीतर रहने वाले हानिकारक जीवाणुओं के जीवित कृतकों (टिगूज) की भी सम्भवतः यही दशा होती है ।

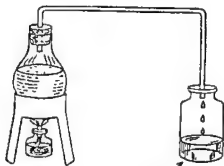
4. जल के आसवन (डिस्टिलेशन) के लिए सरल उपकरण कैसे बनाया जाए

आप एक फ्लास्क और कुछ कांच-नलिकाओं प्रयोग रख-नलिकाओं भी सहायता के एक



सरल जल-प्रासवन उपकरण बना सकते हैं। प्लास्क में एक छेद वाली डाट या काग लगाइए। डाट के छेद में या तो छोटी-सी कांच-नलिका लगाइए या 60 सेंटीमीटर लम्बी कांच-नलिका को चित्र में दिखाई गई रीति से मोड़ कर लगाइए। यदि छोटी कांच-नलिका लगानी हो तो उसमें रबड़ की नलिका जोड़ दीजिए। प्रासवित जल को इकट्ठा करने के लिए प्लास्क या पानी पीने का गिलास या किसी बोटल का उपयोग करिए। जिस प्लास्क में पानी खोलाना हो उसे गंदले पानी से आधा भर दीजिए और उसमें थोड़ी स्याही अथवा अन्य रंग डाल दीजिए। उपयुक्त आंच लगा कर पानी को खोलाइए (भारत में गरमी के कारण केवल इतने में ही काम नहीं चलेगा। नलिका के क्षैतिज भाग पर कपड़ा लपेट कर उस पर बराबर ठण्डा पानी टपकाते रहना चाहिए परन्तु ध्यान रहे कि यह

पानी नलिका में लिपट कर या अन्य रीति से आमुत जल तक न पहुँच जाए।)



आमुत जल

5. बड़ा प्रासवक फंसे बनाया जाए
देखिए अध्याय-2 का प्रयोग ग-4, पृष्ठ 44 पर।
6. लोबिंग संघनक फंसे बनाया जाए
देखिए अध्याय 2, पृष्ठ 44।

ग. भारी पानी और हल्का पानी

भारी पानी में खनिज होते हैं। जब जल पृथ्वी के ऊपर से और पृथ्वी में से होकर आता है तब ये खनिज पानी में घुल जाते हैं। हल्का पानी वह पानी है जिसमें धुले खनिज या तो होते ही नहीं या बहुत सूक्ष्म मात्रा में होते हैं, उदाहरणार्थ वर्षा का जल या आमुत जल।

साबुन के घोल की कितनी बूंदें डालनी पड़ें थी, यह मालूम करिए।

फिर साबुन का उतना ही घोल भारी पानी में मिलाइए और उतने ही समय तक अच्छी तरह हिलाइए। देखिए कि दोनों में क्या अन्तर है। भारी पानी में साबुन का घोल तब तक डालते रहिए जब तक कि बढ़िया फेन न बन जाए। प्रयुक्त साबुन को मात्राओं की तुलना करिए।

1. भारी और हल्के पानी में अन्तर

किसी नदी, नाले (या कुएं) से थोड़ा-सा भारी पानी लीजिए (या आगामी प्रयोग में बताई गई रीति से बना लीजिए)। थोड़ा हल्का पानी भी लाइए, जैसे वर्षा-जल या आमुत जल (डिस्टिल्ड वाटर)। थोड़े-से गरम पानी में साबुन के छीलन या चूर्ण को घोल कर साबुन का घोल तैयार करिए। दो बोटलें लीजिए और इनमें बराबर मात्रा में भारी पानी और हल्का पानी भर दीजिए। दवा टपकाने वाली नलिका से हल्के पानी में साबुन के घोल की बूंदें गिन कर टपकाइए। एक बार में दो-तीन बूंद से अधिक मत टपकाइए। प्रत्येक बार साबुन का घोल छोड़ने के बाद बोटल को हिलाइए। पानी की ऊपरी सतह पर बुल-बुलों की 1 सेंटीमीटर मोटी तह बनाने के लिए

2. भारी पानी बनाना

भारी पानी दो प्रकार का होता है—अस्थायी और स्थायी। अस्थायी भारी पानी निम्न-लिखित रीति से बनाया जा सकता है : थोड़ा-सा साफ पानी लीजिए (निर्माण-विधि के लिए अध्याय 7 का प्रयोग ट-17, पृष्ठ 115 देखिए)। चूने के पानी में कार्बन डाइ-आक्साइड के बुलबुले तब तक बनाइए (देखिए ट-14, पृष्ठ 115) जब तक पहले का दूधियापन न मिट जाए। अस्थायी भारी पानी तैयार है। स्थायी भारी पानी तैयार करने के लिए थोड़ा-सा कैल्सियम सल्फेट या पेरिम प्लास्टर को पानी में चला कर कई घंटे तक पड़ा रहने दीजिए। जब मिश्रण छान लिया जाएगा

तो छानने पर जो साफ पानी मिलेगा, वह स्थायी भारी पानी होगा। मैगनीशियम सल्फेट (एप्सम साल्ट्स) को पानी में घोल कर भी इस प्रकार का भारी पानी तैयार किया जा सकता है।

3. भारी पानी को खोला कर मृदु करना

पानी का अस्थायी भारीपन खोलाने से दूर किया जा सकता है। थोड़े-से अस्थायी भारी पानी में साबुन के घोल की दो-चार बूंदें डाल कर उसे खूब हिलाइए और देखिए कि फेन बनता है या नहीं। फिर उतने ही अस्थायी भारी पानी को खोलाइए और पहले जितना ही साबुन का घोल डाल कर फेन बनाने की चेष्टा करिए।

4. रासायनिक पदार्थों से जल को मृदु करना

एक परीक्षण-नलिका को भारी पानी और साबुन के घोल की कुछ बूंदों से आधा भर कर फेन बनाने की चेष्टा करिए। उतना ही भारी पानी उवालिए और फिर उतना ही साबुन का घोल डाल कर फेन बनाने की चेष्टा करिए।

स्थायी भारी पानी में थोड़ा कपड़ा धोने का सोडा (सोडियम कार्बोनेट) मिलाइए और साबुन का घोल डाल कर फेन बनाने की चेष्टा करिए। क्या पानी मृदु हो जाता है? फिर से थोड़ा स्थायी भारी पानी लेकर उसमें कुछ सोडा (सोडियम पायरोबोरेट) मिलाइए और जांच करिए कि क्या अब वह मृदु हो जाता है।

5. किसी चीज को धोकर साफ करने में साबुन पानी की सहायता किस प्रकार करता है

चर्बी या बैसलिन (या घी या तेल) लगा कर दो कपड़ों को गन्दा कर दीजिए। एक को गरम पानी में साबुन के घिसा ही धोइए और दूसरे को गरम पानी में और काफी साबुन लगा कर धोइए, जिससे फेन गूब उठे। दोनों कपड़ों को सूखने के लिए डाल दीजिए और देखिए कौन-सा अधिक साफ हुआ है।

6. वसा पर पानी का कार्य-प्रभाव

कांच के एक लम्बे बरतन को पानी में धा भरिए। इसके ऊपर लगभग 1 सेंटीमीटर ऊंचाई तक तिल का तेल या कोई अन्य तेल डालिए। इस मिश्रण को हिलाइए। देखिए तेल किस प्रकार नहीं-नहीं बूंदों में विभाजित हो जाता है। इसे स्थिर पड़ा रहने दीजिए। देखेंगे कि ये बूंदें अन्त में फिर एक हो जाती हैं और ऊपर एकत्र हो जाती हैं। बरतन को अलग रख दीजिए और इस प्रयोग परिणाम की तुलना आगामी प्रयोग के लिए से करिए।

7. वसा पर साबुन का कार्य-प्रभाव

पिछले प्रयोग के अनुसार ही एक दूसरे के बरतन में तेल और पानी डालिए। पर इस बार पानी में या तो आधा प्याला या साबुन या साबुन की कतरनों को घोल बनाया गया गाढ़ा घोल डालिए। मिश्रण को हिलाइए। तब स्थिर रहने दीजिए और पिछले प्रयोग से मिले परिणाम से तुलना करिए आपको मालूम होगा कि साबुन ने वसा (तेल चर्बी) की नन्ही बूंदों को तोड़ डाला है और सबंध बिखर गई है तथा मिश्रण दूध के मूला लगता है।

8. भारी और हल्के पानी द्वारा घुलाई

दो कपड़ों को गन्दा करिए। एक को हल्के पानी और साबुन से धोकर साफ करिए। दूसरे कपड़े को उतने ही समय तक और उतने ही साबुन का प्रयोग करके भारी पानी से धोइए। कपड़ों को सूखने के लिए डाल दीजिए और फेन देखिए।

9. साबुन बनाना

साबुन फालतू चर्बी (या तेल) में बनाया जा सकता है। थोड़ा बेकार चर्बी लीजिए और उसे तरतरी में पिघलाइए (या तेल लीजिए)। कच्चे कट्टे परतें बना कर उस चर्बी को छान लीजिए। परतें को तोलिए और इस तेल को एक-तिहाई के बरतन

बाजारू कास्टिक सोडा (सोडियम हाइड्राक्साइड) लीजिए। उसे पानी में घोल लीजिए। चर्बी को मोहे की कड़ाही या किसी दूसरे बरतन में गरम करिए। जब वह पिघल जाए तो उसमें कास्टिक सोडे का घोल धीरे-धीरे डालिए और बराबर चलाते रहिए। झांच मन्द रहे ताकि मिश्रण उबल कर बाहर न गिरने पाए। 30 मिनट तक चर्बी और कास्टिक को उबलने दें। बराबर चलाते भी रहिए। इस तरह 30 मिनट तक

उबलाने के बाद उसमें कास्टिक सोडा से लगभग दुगुनी मात्रा में साधारण नमक डाल दीजिए और अच्छी तरह चलाइए। जब मिश्रण ठण्डा हो जाएगा तो साबुन की तह ऊपर जम जाएगी। केवल साबुन को ले लीजिए। उसे पिघलाइए और दियासलाई की डिब्बियों में डाल लीजिए। साबुन की छोटी-छोटी टिकिया बन जाएगी। क्या यह साबुन अच्छा है ?

घ. स्थिर और गतिशील जल

1. दाब

कोचड़ लंगे नंगे पैर से या जूता न पहन कर कागज पर खड़े होइए और अपने पैर की छाप बनाइए। किसी वर्गीकृत कागज की सहायता से उसका क्षेत्रफल ज्ञात करिए और प्रति वर्ग सेंटीमीटर पर कितना बल (भार) पड़ रहा है, इसका आकलन करिए। अगर आप एक पैर पर खड़े होंगे तो आपका भार केवल आपके क्षेत्र पर वितरित होगा। परिणाम यह होगा कि दाब प्रति वर्ग सेंटीमीटर बड़ जाएगी (दुगुनी हो जाएगी)। नई दाब का भी आकलन किया जा सकता है।

2. भार और दाब में अन्तर

लकड़ी की एक इष्टिका को इस तरह काटिए कि उसका एक ओर का भाग दूसरी ओर के भाग से छोटा हो जाए परन्तु पहला भाग भी वर्गाकार ही रहे। चित्र में देखिए। दोनों ओर के भागों को बारी-बारी से मिट्टी या प्लास्टिसीन की मोटी तह पर रख कर दबाइए। प्रत्येक बार समान बल लगाइए। मिट्टी या प्लास्टिसीन पर जो भिन्न-भिन्न गहराइया बनेंगी, उनसे दोनों दाबों का अन्तर मालूम किया जा सकता है।

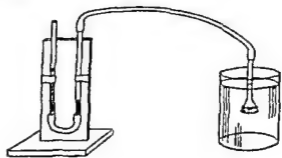


3. यह देखना कि द्रव वस्तुओं पर दाब डालते हैं

15 सेंटीमीटर लम्बी दो कांच-नलिकाओं को या लेमन पीने की दो प्लास्टिक की पारदर्शक नलिकाओं को किसी छोटी-सी रबड़-

नलिका से जोड़िए और चित्र के अनुसार उन्हें एक आधार-स्तम्भ पर जड़ दीजिए।

नलिकाओं में लगभग 6 या 8 सेंटीमीटर की गहराई तक रंगीन पानी डाल दीजिए। यही आपका दाब-मापी है। छोटी कीप के मुंह पर पतला रबड़-खीच कर लगाइए और उसे पागे या डोर से अच्छी तरह बाध दीजिए। कीप को अपने दाब-मापी के साथ 30 सेंटीमीटर लम्बी रबड़-नलिका से जोड़िए। बाल्टी में पानी के भीतर कीप डाल दीजिए और दाब-मापी को देखते रहिए।



4. जल की दाब गहराई के अनुसार बदलती है

पिछले प्रयोग के लिए बनाया गया दाब-मापी लीजिए। कांच के एक लम्बे बरतन या बाल्टी में पानी भरिए। अपने दाब-मापी से मापिए कि बाल्टी के पानी के ऊपरी तल के जरा नीचे कितनी दाब है। फिर पेंदी के पास की दाब मापिए। गहराई के साथ दाब किस प्रकार बढ़ती है ?

5. दाब द्रव पर निर्भर है

कांच के दो बरतन लीजिए, जिनमें आपके दाब-मापी को कीप चली जाए। एक में पानी भरिए

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का माकर ग्रन्थ

और दूसरे में (उतनी ही गहराई तक) कोई कम घनत्व का द्रव, उदाहरणार्थ स्पिरिट। पानी के बरतन की पेंदी पर दाब मापिए और फिर स्पिरिट के बरतन की पेंदी पर। एक ही गहराई में दोनों दाबें भिन्न-भिन्न क्यों हो जाती हैं?

6. बड़े और छोटे बरतनों में एक ही गहराई पर दाब समान रहती है

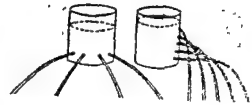
ऊपर के प्रयोगों में जिस दाब-मापी से काम लिया गया था, वही दाब-मापी लीजिए। छोटे व्यास का एक लम्बा बरतन और एक बड़े व्यास का बरतन लीजिए। दोनों बरतनों में समान गहराई तक पानी भरिए। प्रत्येक बरतन की पेंदी पर दाब मापिए। उनकी तुलना करिए।

7. दूसरे प्रयोग द्वारा यह दिखाना कि गहराई के बढ़ने के साथ-साथ दाब भी बढ़ती है

टीन का एक लम्बा डिब्बा लीजिए। पार्वं में तीन-तीन सेंटीमीटर पर एक सीध में छेद करिए। इन छेदों पर चिपकाऊ फीते का एक टुकड़ा चिपका दीजिए (या छात्रों से कहिए कि अपनी अंगुलियों से वे इन छेदों को बन्द रखें)। डिब्बे में पानी भर दीजिए। पानी सबसे ऊपर वाले छेद के ऊपर तक पहुंच जाए। डिब्बे को ऐसी जगह, उदाहरणार्थ सिक के ऊपर, रखना चाहिए जहां पानी गिरने से हानि न हो। फिर शीघ्रता से चिपकाऊ पट्टी को छेदों पर से नीचे से पकड़ कर उखाड़ डालिए। देखिए कि छेदों से निकलने वाली धारें बरतन में कितनी दूर तक पहुंचती हैं।

8. पानी की दाब सब दिशाओं में बराबर होती है

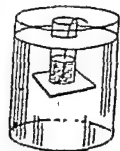
टीन का एक लम्बा डिब्बा लीजिए। पेंदी के गाम कीज ठाँक कर चारों ओर छेद करिए। पिछले प्रयोग की तरह चिपकाऊ फीते से छेदों को बन्द करिए। डिब्बे को पानी में भरिए और डिब्बे को गिरा पर (या जहां भी पानी गिरने में हानि न हो) रख कर फीते की पट्टियों को उखाड़ दीजिए। देखिए और तुलना करिए कि पानी चारों ओर कितनी-कितनी दूरी तक पहुंचता है।



9. किसी बी हुई गहराई पर ऊपर और नीचे दोनों दिशाओं में दाब समान होती है

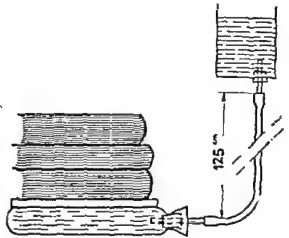
कांच का बेलन लीजिए, जो कम-से-कम 10 सेंटीमीटर लम्बा हो और 4 सेंटीमीटर व्यास का हो। ऐसी नलिका आलिव प्रायल को बेग के समान किसी ऐसी बोटल से, जिसकी दीवारें सीधी हों, पेंदी काट देने पर बनाई जा सकती हैं (पृष्ठ 281 देखिए)। घबवा द्रव्य साइके के कांच अथवा पारदर्शक प्लास्टिक नलिका के भी काम चलाया जा सकता है। गते को नलिका से भी काम चल सकता है परन्तु पहले उसे पिघले मोम (मोमबत्ती के मोम) में डुबाकर चाहिए या स्पिरिट में लाल का घोल बनाकर उससे कई बार रंग देना चाहिए।

गते का एक वर्गाकार टुकड़ा काटिए, जिसकी प्रत्येक भुजा 5 सेंटीमीटर की हो। उस पर मोम या लाल की तह चढ़ा दीजिए। गते में एक लम्बा धागा या डोर फीते से बिना दीजिए। धागे को नलिका में डाल कर दूसरी ओर से बाहर निकाल लीजिए और धागे को धात कर गते को कांच-नलिका की पेंदी से चिपकाए रहिए। द्रव नलिका को किसी भी बरतन में रखे पानी में डालिए। गते बाहर सिद्ध नीचे रहे। धागे को छोड़ दीजिए। द्रव नलिका के भीतर रंगीन पानी छोड़िए। देखिए कि नलिका में कितना पानी डालने पर गता गिरता है।



10. समुचित जल-स्तम्भ

लगभग एक ही लम्बाई की परन्तु विविध आकृतियों की बोतलें लीजिए और उनके पेटे निकाल दीजिए। इसकी विधि जानने के लिए पृष्ठ 281 देखिए। बोतलों में काग या डाट लगाइए जिन में चित्र में दिखाई गई रीति से नलिकाएं लगाई गई हों। अब बोतलों को चित्र में दिखाई गई रीति से आपस में जोड़िए। बोतलों में रंगीन पानी यहां तक डालिए कि वे प्रायः भर जाएं। इस प्रयोग से फिर यह सात होता है कि किसी द्रव में दाब बरतन की नाप या आकृति पर निर्भर नहीं होती, वह केवल गहराई पर निर्भर रहती है।



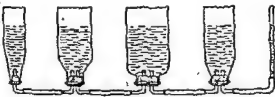
12. पानी को संपीडित नहीं किया जा सकता

सोटा रखने की बोतल में एक छेद वाली डाट लगाइए। छेद में दबा टपकाने वाली नलिका की कांच-नलिका लगा दीजिए पर इसका पतला सिरा ऊपर (बाहर) रहे। बोतल को ऊपर तक पानी से भरिए और कस कर डाट लगाइए, यहां तक कि टपकाने वाली नलिका में पानी कुछ दूर तक अवश्य चढ़ जाए। अब बोतल को हाथ में लेकर काग को यथा-सम्भव जोर से दबाइए। पानी नलिका में चढ़ जाएगा क्योंकि पानी को दबा कर उसका आयतन घटाया नहीं जा सकता। क्या आप पानी को नलिका के बाहर तक पहुंचा सकते हैं?

किसी शीशे को पानी से भरिए। उसमें एक अच्छा काग कस कर लगा दीजिए। काग को हथौड़े से तेजी से मारिए। शीशा फट जाएगी।

13. द्रव-चालित उच्चातित्र (एलिवेटर) की प्रतिकृति बनाना

माल ढोने वाले और यांत्रियों को ऊपर पहुंचाने वाले कुछ उच्चातित्र जल की दाब की शक्ति से चलते हैं। मोटरघर के हाथ याने पम्प की सहायता से आप इसकी एक प्रतिकृति (मॉडल) बना सकते हैं। पम्प से निकली नलिका में एक लम्बी रूढ़-नलिका जोड़ दीजिए। जोड़ों को तार से बांध दीजिए, जिससे वे



11. जल के दाब को सहायता से भार उठाना

रखड़ की बनी गरम पानी रखने की थैली लीजिए। इसके मुंह में एक छेद की एक डाट लगाइए और उसमें एक छोटी कांच-नलिका लगाइए। अब एक डिब्बा लीजिए और उसकी पेंटी में एक इतना बड़ा छेद करिए कि उसमें वह छेद वाली डाट लगाई जा सके। इस डाट में भी एक छोटी कांच-नलिका लगाइए। पानी के थैले और डिब्बे को रखड़-नलिका से सम्बद्ध करिए। नलिका कम-से-कम 1.25 सेंटीमीटर लम्बी होनी चाहिए। थैले के जोड़ के नीचे-ऊपर तार स्पेट ना बुद्धिमता का कार्य होगा। थैले, नलिका और डिब्बे को पानी से भर दीजिए। थैले को भूमि पर रखिए। उस पर एक पट्टा रख दीजिए। उस पट्टे पर कुछ पुस्तकें या अन्य भारी वस्तु रख दीजिए। अब डिब्बे को ऊपर उठाइए और पट्टे पर रखे भार को देखिए। यह भी देखिए कि डिब्बे को यथासम्भव ऊपर उठाने से थैले द्वारा अधिक-से-अधिक आप कितना भार उठा सकते हैं।

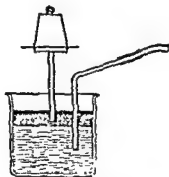
विज्ञान-शिक्षण के लिए बूनेरको का आकर ग्रन्थ

खुल न जाए। अब नलिका के दूसरे सिरे को पानी के नल से एक छेद की रबड़ की ढाट द्वारा जोड़ दीजिए। नलिका और ढाट के जोड़ पर तार बांधिए। एक छात्र को पम्प के हृत्ये पर बिठा दीजिए और उसे सहारा दीजिए ताकि वह गिरने न जाए। पानी को धीरे-धीरे खोलिए और देखिए कि हंडल के साथ-साथ छात्र भी ऊपर उठता है या नहीं। सम्भव है आपको पानी के नल की ढाट को हाथ से पकड़ना पड़े ताकि वह निकल न जाए (यह प्रयोग बन्ही नगरों में किया जा सकता है जहाँ पानी के नल लगे हों और पानी पर्याप्त दाय के साथ आता हो)।

14. सरल द्रव-चालित दाबक

जल-चालित दाबक (प्रेस) के सिद्धान्त को निम्नलिखित प्रतिकृति बना कर स्पष्ट किया जा सकता है :

किसी बेलनाकार बरतन को पानी से आधा भरिए। ऊपर पिघला मोम (मोमबत्ती वाला मोम) डालिए। यह पिस्टन का काम देगा। मोम जब ठण्ठा होने लगे तब उसमें एक कांच-नलिका डाल कर उसको पकड़े रहिए। जब मोम जम जाए तो उससे एक जल-अभेद्य पिस्टन बन जाएगा। नलिका में मुँह लगा कर धीरे-से भीतर फूँकिए तो पिस्टन ऊपर उठेगा। इस प्रकार पिस्टन पर रखे काफी भारी बोझ उठाए जा सकते हैं।

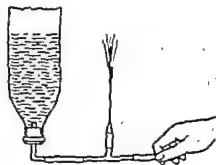


15. जल-कुट्टक की प्रतिकृति

जल-कुट्टक का उपयोग किसी निचले तल में पानी को किसी ऊपरी तल तक उठाने के

लिए किया जाता है। वे जल की बहती हुई धारा से चालित होते हैं। आप जल-कुट्टक को एक प्रतिकृति बना सकते हैं। सोडावाटर की बोतल लीजिए, जिसकी पेंदी निकाल दी गई हो (पेंदी निकालने की विधि के लिए पृष्ठ 281 देखिए)।

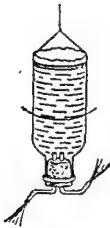
बोतल में एक छेद वाली रबड़ की एक ढाट लगाइए। ढाट में छोटी कांच-नलिका लगाइए। इसको कांच भ्रयवा धातु की तिनमुँही (T जैसे आकार की) नलिका के एक मुख से जोड़िए। इस नलिका के एक सिरे में छोटी-सी रबड़-नलिका लगाइए। तीसरे मुख में चंचुमुखी कांच-नलिका (जेट) रबड़-नलिका की सहायता से लगाइए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। बोतल में पानी भरिए और अन्तिम नलिका की भंगुलियों से दबाए रहिए। भंगुलियाँ ढीली करिए और पानी बहने दीजिए। फिर अचानक भंगुलियाँ दबा कर पानी का बहना बन्द कर दीजिए और देखिए कि चंचु से पानी कितना ऊपर उछलता है। बारी-बारी से पानी को बहने दीजिए और रोकिए। जल-कुट्टक इसी प्रकार चालित होता है।



16. प्रतिक्रिया द्वारा चालित जल-तरबाइन

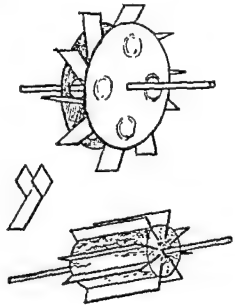
एक सोडावाटर की बोतल की पेंदी निकालिए। पेंदी के पास डोर बांधिए और बोतल को चित्र में दिखाई गई रीति से लटका दीजिए। बोतल के मुँह में दो छेदों वाली एक ढाट लगाइए। चित्र में दिखाई रीति से इन छेदों में दो मुँहों हुई नलिकाएँ लगा दीजिए। इन नलिकाओं के सिरों को गरम करके और फिर तीव्र कर-

पहले से ही चंचु (जेट) के आकार का बना दिया जाता है। बोतल में पानी भरिए और जब पानी चंचुओं में से निकलने लगे तो टरबाइन (बोतल) के चारों ओर घूमने लगेगा।



17. पनचक्की की प्रतिकृति

चक्की के केन्द्रीय भाग को धागे की रील या काग से बनाया जा सकता है। बगल में सीधे साँचे काटिए जो किनारे तक जाएं। इन चीरों या खाँचों में पतली लकड़ी या टीन के टुकड़े लगा दीजिए। ये क्षेपणी (पेंडल) का काम देंगे।



रील से भी ऐसा कामचलाऊ उपकरण बनाया जा सकता है। पनचक्की को जल-शक्ति देने के लिए पानी किसी टंकी की टीन की अर्धवेलनाकार पनाली से पनचक्की पर गिराना चाहिए।

ड. डूबना और तिरना

1. वस्तुओं के डूबने या तिरने का क्या कारण है सीसे, रागो या अल्मीनियम की पत्ती (फायल) से एक छोटी-सी नाव बनाइए और उसे बाल्टी के पानी पर तैरा दीजिए। अब नाव को उठा कर पत्ती की गोली का रूप दे दीजिए और उसे तैराने की चेष्टा करिए। आप क्या देखते हैं? इसके लिए आप सबसे अच्छी व्याख्या क्या दे सकते हैं?

2. जल की उत्प्लावकता

धातु का एक डिब्बा लीजिए, जिस पर कस कर बैठने वाला ढक्कन लगा हो, जैसे सिगरेट का डिब्बा या काफी का डिब्बा। ढक्कन लगा कर डिब्बे को बाल्टी के पानी में डुबा दीजिए (ढक्कन नीचे रहें) और तुरन्त छोड़ दीजिए। इसको दोहराइए, परन्तु प्रत्येक बार डिब्बा किसी नई स्थिति में पानी के भीतर पहुंचे। क्या आप

डिब्बे पर ऊपर की दिशा में पानी के बल का अनुभव कर सकते हैं? डिब्बे में कुछ पानी डाल कर प्रयोग को दोहराइए। थोड़ा-थोड़ा करके डिब्बे में पानी डालते जाइए और प्रयोग को दोहराते जाइए, यहां तक कि डिब्बा तैर न पाए।

3. जल की उत्प्लावकता को देखने की दूसरी रीति

एक समभुज तुला बनाइए (निर्माण-विधि के लिए पृष्ठ 42 देखिए)। सोडावाटर की दो बोतलें लीजिए और रस्सी के फन्दे से उन्हें ढण्डी की भुजाओं से इस प्रकार लटका दीजिए कि वे ठीक-ठीक सन्तुलित रहें। एक बोतल के नीचे पानी से भरी हुई एक बाल्टी रखिए और बाल्टी को इतना उठाइए कि बोतल का कुछ अंग पानी में डूब जाए। देखिए क्या होता है?

4. जल की उत्प्लावकता का स्वयं अनुभव करना

एक बड़ा-सा काग लीजिए और उसे पानी से भरी हुई एक बाल्टी की पेदी तक ले जाइए। देखिए कि काग को पेदी पर पकड़े रहने में आपको कितना बल लगाना पड़ता है। इस प्रयोग को दोहराइए परन्तु अब की बार काफी बड़ी बोतल लीजिए, जिसका मुँह डाट से बन्द कर दिया गया हो। क्या इसे डुबाए रखने के लिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है ?

खल के गुब्बारे को फूक कर फूला लीजिए और उसे बाल्टी के पेदे तक डुबा दीजिए। काग और बोतल को पानी में डुबाए रहने की अपेक्षा अब कितना बल लगाना पड़ता है ?

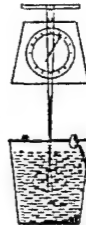
5. जल की उत्प्लावकता को देखने की एक अन्य रीति

ऐसा डिब्बा लीजिए जिसमें कस कर बैठने वाला ढक्कन हो, जैसे सिगरेट का डिब्बा या काफी का डिब्बा। डिब्बे को पानी से भर दीजिए और ढक्कन लगा-दीजिए। डिब्बे पर डोर का दोहरा फन्दा डाल कर (या अन्य किसी प्रकार से) उसे बांधिए और तब इस डोर में रबड़ का बड़ा छल्ला (या पुराने वाइसिकिल-ट्यूब से काटी गई पट्टी) जोड़ दीजिए। रबड़ के छल्ले को पकड़ कर डिब्बे को उठाइए और देखिए कि रबड़ कितना विंच जाता है। अब डिब्बे को पानी की बाल्टी में डुबाने दीजिए और देखिए कि रबड़ कितना विचता है। दोनों में यह अन्तर क्यों है ?



6. पत्थर का भार पानी में कम हो जाता है

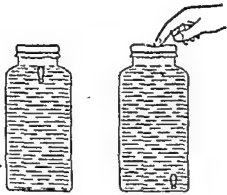
एक बड़ा-सा पत्थर लीजिए और उसे कमानी-दार तुला से तोलिए। रस्ती के दोहरे फन्दे से (या अन्य किसी रीति से) पत्थर को बाँधिए और पानी की बाल्टी में लटक कर तोलिए। भार में अन्तर क्यों पड़ गया ?



7. चमत्कारी गोताखोर कैसे बनाया जाए

कांच का एक लम्बा बरतन लीजिए, जिसका मुँह काफी चौड़ा हो। दवा-टपकाने वाली, नालिका की रबड़ की खोखली घुण्डी के पतले भाग पर तांबे का तार दो-चार बार मरोट दीजिए। बरतन में ऊपर तक पानी भरिए। रबड़ की घुण्डी में थोड़ा पानी डाल दीजिए और उसे बरतन में तैरने दीजिए। घुण्डी में इतना पानी रहे कि वह लगभग डूबने ही वाली हो। इस अवस्था में रबड़ का प्रायः सम्पूर्ण भाग पानी के भीतर रहेगा। परन्तु इसके लिए कई बार जल की मात्रा घटानी-बढ़ानी पड़ेगी। घुण्डी को दबा कर हवा को एक-एक बुलबुला करके बाहर निकाल दीजिए। प्रत्येक बार देगिए कि बुलबुला छोड़ने पर घुण्डी का कितना भाग पानी के ऊपर रहता है। जब गोताखोर (रबड़ की घुण्डी) समंजित हो जाए तो बोतल के मुँह में एक टॉप डाट लगा दीजिए अथवा मोटरकार की भीतरी ट्यूब से एक टपकटा रबड़ काट कर बांध दीजिए। डाट पर रबड़ को दबाने से गोताखोर डूबेगा, दाब हटाने से गोताखोर ऊपरी तल तक उड़ेगा। यदि गोताखोर कांच की छोटी परीक्षण-

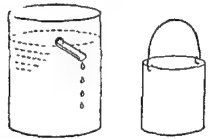
नलिका अथवा दवा की छोटी शीशी से बनाया जाए तो गोताखोर के डूबने या तिरने के समय उसके भीतर के पानी का स्तर देख कर उसकी कार्य-पद्धति समझाई जा सकती है।



8. निःस्रावी पात्र और ग्राही बाल्टी कैसे बनाए जाएं

डूबने और तिरने से सम्बन्धित ये उपकरण गार्किमिडीज के सिद्धान्त के अध्ययन के लिए उपयोगी हैं। निःस्रावी पात्र बनाने के लिए एक ऐसा डिब्बा लाइए जो 10 या 20 सेंटीमीटर ऊंचा हो और जिसका व्यास 7 या 8 सेंटीमीटर हो। डिब्बे के ऊपरी सिरे से लगभग 3 सेंटीमीटर नीचे कील ठोक कर एक छेद करिए। गोल रेतो अथवा किसी औजार से इस छेद को इतना बड़ा करिए कि उसका व्यास पेंसिल के व्यास से कुछ बड़ा हो जाए। अब एक दूसरे डिब्बे से धातु लेकर एक टोंटी बनाइए। टोंटी वाले टिन की लम्बाई लगभग 6 सेंटीमीटर रहे। टोंटी के ऊपरी सिरे में 1 सेंटीमीटर लम्बी दो कोरें (फ्लैज) बनाइए और टोंटी को डिब्बे के भीतर डाल कर इनको मोड़ दीजिए ताकि टोंटी को भीतर से भी सहारा मिलता रहे। टोंटी को यथास्थान लगा कर भीतर और बाहर टाके से (रांगा और सीमा के मिश्रधातु से) जोड़ दीजिए।

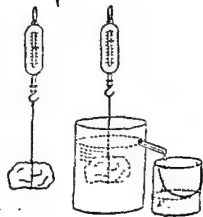
ग्राही बाल्टी इमसे कुछ छोटे डिब्बे से बन सकती है। डिब्बे के माथे के पास दो छेद बना दीजिए, जो आमने-सामने रहें। इस बाल्टी में तार का एक हत्या लगा दीजिए।



9. डूबने वाले पिण्ड

निःस्रावी पात्र में इतना पानी भरिए कि पानी टोंटी तक पहुँच जाए (और टोंटी से थोड़ा पानी टपकने लगे)। ऐसा पत्थर लीजिए जो इस पात्र में आ सके। पत्थर में एक डोर बांधिए और कमानीदार तुला से पत्थर को तोलिए। ग्राही बाल्टी को तोलिए। रोपन बाल्टी को टोंटी के नीचे रखिए। पत्थर को पानी में डूब जाने दीजिए और तब उसकी तौल लिखिए। क्या अब भी उसकी तौल उतनी ही है जितनी हवा में थी? पत्थर द्वारा हटाया गया पानी ग्राही बाल्टी में गया होगा। इस तौल में से बाल्टी की तौल घटा दीजिए। इस प्रकार विस्थापित जल की तौल ज्ञात हो जाएगी।

हवा की वजाय पानी में तोलने पर पत्थर की तौल में जो आभासी कमी होती है, उसकी तुलना हटाए गए जल की तौल से करिए। डूबने वाले अन्य पिण्ड को लेकर इम प्रयोग को दोहराइए।



10. प्लावी (तिरने वाले) पिण्ड

निःस्रावी पात्र को पानी में भर दीजिए और

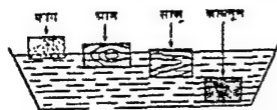
फालतू पानी को बह जाने दीजिए, यहा तक कि पानी का तल टोटी के तल के बराबर हो जाए। एक ऐसी लकड़ी का टुकड़ा लीजिए जो पानी में आधा या अधिक ही डूब कर तैरता हो (जैसे शीशम या साखू की लकड़ी) और बाल्टी में आ सके। ग्राही बाल्टी को टोटी के नीचे रखिए। लकड़ी को नि.स्त्रावी पात्र में (धीरे-से) रखिए और देखिए कि तुला का पाठ्यांक कितना हो जाता है। ग्राही बाल्टी और जल की सम्मिलित तौल से ग्राही बाल्टी की तौल घटा कर हटाए गए जल की तौल ज्ञात करिए। तैरती लकड़ी की तौल में तथा वित्यापित जल की तौल में क्या सम्बन्ध है ? अन्य तैरते पिण्ड को लेकर इस प्रयोग को दोहराइए।

11. तैरती हुई मोमवत्ती के साथ प्रयोग

मोमवत्ती की पेंदी में एक कील घुसा दीजिए। कील का भार इतना हो कि जब मोमवत्ती तैरे तो उसका ऊपरी सिरा पानी के तल से थोड़ा ही ऊपर रहे। मोमवत्ती और कील को एक लम्बे गिनास में तैरने दीजिए। मोमवत्ती को जला दीजिए और जब तक वह लगभग सारी न जल जाए उसे देखते रहिए। जलने के कारण मोमवत्ती का भार बराबर घटता रहेगा। तो फिर वह बराबर तैरती क्यों रहती है ?

12. विविध प्रकार की लकड़ियों से प्लवन सम्बन्धी प्रयोग

एक काग, हल्की लकड़ी जैसे सेमर या आम, भारी लकड़ी जैसे शीशम या साखू, और आवनूस के टुकड़े लीजिए (ये समकोणीय हों तो अच्छा है)। उनको पानी की बाल्टी में डालिए और देखिए कि प्रत्येक क्या करता है। क्या आप इसका कारण बता सकते हो ?



13. तैरते हुए भ्रण्डे से प्रयोग करना

एक साधारण गिलास में ताजा पानी भर कर उसमें एक भ्रण्डा रखिए और ध्यान से उसका निरीक्षण करिए। फिर पानी में नमक घोलिए और देखिए कि भ्रण्डा अब भी तैरता है या नहीं। क्या आप इसका कारण बता सकते हैं ? वर्तमान प्रयोग और इस तथ्य में क्या सम्बन्ध है कि जहाज समुद्र के जल में कम डूबे रहे हैं तथा मीठे पानी में अधिक।



नमक के पानी में भ्रण्डा ताजे पानी में भ्रण्डा

14. आर्किमिडीज के सिद्धान्त पर प्रयोग

पाखानों में जल बहाने के लिए पानी को जो टंकी लगाई जाती है, उसकी तांबे वाली गंद लीजिए। गंद की सन्धि खोल कर उसके भीतरी भाग में साइकिल वाल्व टाके से छान दीजिए। दूसरे भाग में सीसा या सीसे का छर्रा यहां तक भरिए कि समूची गंद पानी में तिर सके (भयात् यहां तक कि तनिक-ना भी अधिक भारी होने पर यह डूब जाए)। जरा-सी प्लास्टिसीन लगा कर जोड़ को कामचलाऊ बनाया जा सकता है।

सारी व्यवस्थाए करने के बाद गंद के दोनों भागों को परस्पर टांके से जोड़ दीजिए और प्रतिन काम यह करिए कि बाल्व-ग्राही (बाल्व-होल्डर) की गरदन पर तांबे का तार खपेट दीजिए। अब कभी यह पूछा जाता है— " वस्तुएं क्यों तैली हैं " तो भवदय ही छान कहते हैं— " कारण यह है कि उनके भीतर वायु है "। यदि इस उत्तर को मान लिया जाए तो उनमें हवा रहने से उन्हें अधिक भ्रष्टी तरह तैरना चाहिए।

पानी के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

पेदी से जल के चिह्न तक नलिका की लम्बाई =

क

द्रव का आपेक्षिक गुरुत्व



परन्तु इस उपकरण में लगानार बीस बार भी पम्प से हवा भरें तो भी गेंद डूब जाती है ।

इसी प्रयोग को फुटबाल या घातु की जल-बोतल की सहायता से भी करिए ।

15. शरबत पीने की नलिका से द्रवघनत्व-मापी बनाना

शरबत पीने की नलिका या कोई प्राकृतिक पोली वृन्त (जैसे नरकट या चांस) लीजिए जो लगभग 20 सेंटीमीटर लम्बाई हो (और सर्वत्र एक व्यास की हो) । यदि वह जल-अभेद्य न हो तो उसे पिघली मोमवती में डुबा लीजिए, और सूखने दीजिए । एक सिरे को मोम से बन्द कर दीजिए और नलिका के भीतर सीसे का छर्रा या महीन बालू इतनी मात्रा में डालिए कि नलिका पानी में सीधी खड़ी होकर तैरने लगे । नलिका में थोड़ा पिघला मोम डालिए, जिसमें भीतर डाला पदार्थ (छर्रा या बालू) अपने स्थान में पड़ा रहेगा । नलिका को ऊपर-नीचे खिसकाने के लिए उसके तने पर रबड़ का पतला छल्ला या काला धागा बांध दीजिए । धागा चिह्न का भी काम करेगा ।

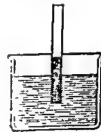
नलिका में जहाँ तक जल हो, उस स्थान पर चिह्न लगाइए । तब नलिका को पानी के बाहर निकाल लीजिए और पेदी से जल के चिह्न तक की दूरी नापिए । मान लीजिए यह क सेंटीमीटर है । अब मान लीजिए कि जल का आपेक्षिक गुरुत्व (स्पेसिफिक ग्रेविटी) का क्षेत्रफल सर्वत्र समान है । तब हम नलिका पर विविध द्रवों के आपेक्षिक गुरुत्वों को नापने के लिए, उदाहरणार्थ 0.6 से 1.2 तक के आपेक्षिक गुरुत्वों को नापने के लिए, निम्नलिखित सूत्र में चिह्न लगा सकते हैं :



16. किसी ऐसे द्रव का आपेक्षिक गुरुत्व जो जल में मिश्रित नहीं होता

दोनों ओर खुली हुई एक नलिका लीजिए और उसे पानी में अंशतः डुबा कर (ऊर्ध्वाधर) रखिए । इस नलिका में इतना तेल छोड़िए कि पानी नलिका से होकर निचले सिरे तक निकल जाए । पूरे तेल-स्तम्भ और डूबी नलिका को सापेक्ष लम्बाइयाँ (अर्थात् दोनों की लम्बाइयों का अनुपात) तेल के आपेक्षिक गुरुत्व का मान बताती है ।

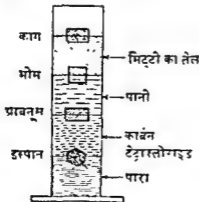
अगर द्रव जल से भारी हो तो द्रव को बरतन में रखिए और नलिका में जल छोड़िए ।



17. विविध द्रवों का प्लवन

कांच का एक लम्बा पतला बरतन (परीक्षण-नलिका या बोतल) लीजिए । निम्नलिखित द्रवों को भी इकट्ठा करिए : पारा, कार्बन टेट्राक्लोराइड,

पानी और मिट्टी का तेल। लोहे या इस्पात की एक छोटी गोली (जैसे साइकिल का छर्रा) या लोहे की छोटी टिबरी या काबला, आवनूस या पानी में डूबने वाली किसी लकड़ी का एक छोटा टुकड़ा, मोमवती का मोम, एक काग, आदि की भी आवश्यकता पड़ेगी। बरतन में पहले कुछ पारा डालिए और तब क्रम से कुछ कार्बन टेट्राक्लोराइड, पानी और मिट्टी का तेल। चारो ठोम पदार्थों को बरतन में डाल दीजिए। आप देखेंगे कि लोहा ऊपर के तीन द्रवों में डूब जाता है परन्तु पारे पर तैरता है। आवनूस ऊपर के दो द्रवों में डूब जाता है परन्तु कार्बन टेट्राक्लोराइड पर तैरता है, मोम मिट्टी के तेल में डूब जाता है परन्तु पानी पर तैरता है और काग मिट्टी के तेल पर तैरता है।



18. पनडुब्बी को कैसे उठाया और गिराया जाता है

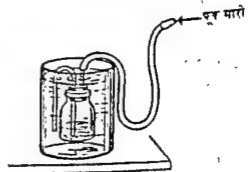
चौड़े मुँह की छोटी शीशी लीजिए और उसकी पेंदी में लोहे के या पत्थर के इतने टुकड़े रखिए कि वह डूबने न पाए। पत्थर के टुकड़ों पर पिपप्या मोम डाल कर उन्हें स्थिर कर दीजिए। शीशी खड़ी स्थिति में तैरे। शीशी में दो छोटी चाला एक काग लगाइए। एक छेद में U की आकृति की कांच-नलिका लगाइए, जो

शीशी की पेंदी तक पहुँचे। दूसरे में छोटी कांच-नलिका लगाइए और उसमें एक खड़-नलिका जोड़िए। शीशी को पानी के किमी बड़े बरतन में रखिए।

खड़-नलिका में मुँह लगा कर और चुन कर कुछ हवा निकाल लीजिए। इनसे शीशी में साइफन द्वारा पानी घुसेगा और शीशी डूब जाएगी। पानी के एक झंज को फूँक कर निचाल देने से बोतल को ऊपर उठाया जा सकता है।

वस्तुतः पनडुब्बी के इंजीनियर पनडुब्बी की उल्लावकता को पानी के बराबर रखते हैं और तब पानी के ऊपर आने या पानी के नीचे जाने के लिए उच्चालियों (ऐसिबेटर्स) का उपयोग करते हैं। तल पर रहने के लिए वे उठने के बाद टंकियों के पानी को 'फूँक कर बाहर' निकाल देते हैं। जब पनडुब्बी पानी में डूबी रहती है तब टंकियों को संगीहित वायु में खाली करना मुगम नहीं होता।

यह प्रयोग यह भी बताता है कि डूबे जहाजों को उठाने के लिए टंकियों या पंपों का उपयोग किस सिद्धान्त पर किया जाता है। पूर्वोक्त शीशी में एक घोझ बांध दीजिए, दोनों को पानी में डूबने दीजिए और शीशी में हवा फूँक कर बोस को उठाइए।



च. द्रवों के तल

पानी तथा अन्य द्रवों के ऊपर एक पतला पटल (फिल्म) होता है, जिसमें उनका तम दबा रहता है। यह तम-पटल द्रव पर मना रहता है और इसे बहुधा तम-तनाव (सर्फेस टेन्शन) भी कहते हैं। द्रव तलों के माप कई-एक रोचक प्रयोग किए जा सकते हैं।

1. पानी पर सूई तरारना

इस्पात की सूई को अच्छी तरह सुखा लीजिए। उसे खाना खाने के कांटे के कांटों पर रखिए और कांटे को धीरे-से तश्तरी में रखे पानी में ले जाइए। यदि आप यह काम सावधानी में करेंगे तो जब कांटे डूब जाएंगे तब सूई तरती रह जाएगी और आप कांटे को बाहर निकाल लें। पानी के तल कम ध्यान से देखिए। क्या आप देख सकते हैं कि सूई के भार से पानी का तल किस प्रकार दबा हुआ-सा जान पड़ता है ?



2. रेजर ब्लेड को तरारना

एक इस्तेमाल किया हुआ रेजरब्लेड लीजिए, जिसके दोनों तरफ धार हो। उसे पानी के तल पर तरारने की चेष्टा करिए। फिर तल का निरीक्षण करिए और देखिए कि तल-पटल रेजर ब्लेड के नीचे दब जाता है या नहीं।

3. जल-तल को ऊपर उठाना

पिन के नोक वाले सिरे को मोड़ कर या पतले तार को मोड़ कर अंकुश बना लीजिए। अंकुश की नोक को खूब तेज कर लीजिए। पानी पीने के गिलास में पानी भरिए और अपनी आंख को पानी के तल के समतल रखिए। अंकुश के सिरे को पानी में डूबा दीजिए और उसकी नोक को इतना उठाइए कि वह पानी के तल (सर्फेस) को छू दे। यदि आप सावधानी से काम करेंगे तो नोक तल को छेद करके बाहर नहीं आएगी। वह तल को जरा-मा ऊपर उठा देगी।

4. छलनी में पानी रखना

तार की धरेलू छलनी की जानी पर थोड़ा-

सा तेल डालिए और फालतू तेल को झटकार दीजिए, जिससे छेद खुल जाए। एक झारी (पिचर) से छलनी पर सावधानी से पानी छोड़िए कि पानी छलनी की दीवारों से होकर नीचे उतरे। जब छलनी लगभग आधी भर जाए तो उसे बाल्टी के ऊपर कुछ ऊंचाई पर पकड़ कर पेदी का निरीक्षण करिए। आप देखेंगे कि पानी छेदों में से निकलने की चेष्टा कर रहा है परन्तु तल-तनाव उसे इस ओर नहीं निकलने देता। छलनी की पेदी को अपनी अगुली से छू दीजिए। पानी इस पार निकल आएगा।

5. डिब्बे के ढक्कन से एक प्रयोग

डिब्बे का ढक्कन लीजिए और उसमें महीन कील और हथौड़ी से बहुत-से छेद कर दीजिए। उसे बाल्टी के पानी में तरार दीजिए। क्या पानी छेदों में से होकर ऊपर चढ़ता है ? ढक्कन को निकालिए और अब उसे झारी से पानी डाल कर भरिए कि पानी ढक्कन की दीवारों में मट कर ढक्कन के भीतर पहुँचे। क्या पानी ढक्कन के बाहर गिरता है ?

6. पानी को गिलास के तल से ऊपर उठाना

पानी पीने के एक गिलास को थाली या तश्तरी में रखिए। गिलास की धारी को मूखे कपड़े से पोछ दीजिए। गिलास में इतना पानी डालिए कि वह ऊपर तक भर जाए। आप देखेंगे कि पानी गिलास के माथे में कई मिलीमीटर ऊपर तक भरा जा सकता है। अब गिलास में सिक्कों या धातु की पतली बाशरों को उनकी धार के बल धीरे-धीरे डालिए। देखिए कि इनको पानी में डाल कर पानी को बिना गिराए हुए आप तल को कितना ऊपर उठा सकते हैं ?

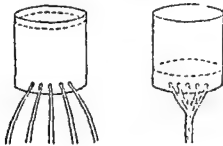
7. दूध को नुकीला करना

रंगने का कोई भी ब्रश लीजिए और उसके बालों को देखिए। अब दूध को पानी में डुबो कर निकाल लीजिए। आप देखेंगे कि तल-तनाव ने बालों को मोच कर मॉन्सिप्ट कर दिया है।

चित्रकार की तूलिका अथवा हजामत बनाने के द्युश से भी यह प्रयोग अच्छी तरह किया जा सकता है।

8. तल-तनाव की सहायता से एक खेल दिखाना

एक पुराना डिब्बा लीजिए और उसमें कील से पांच छेद करिए। ये छेद डिब्बे की पेंदी के पास और पांच-पांच मिलीमीटर की दूरी पर रहें। अब डिब्बे में पानी भर दीजिए। डिब्बे में पानी की पांच धारे निकलती हैं। अपने अंगूठे और तर्जनी में इन धारों को दबा दीजिए। पांचों धारों मिल कर एक में बहने लगेंगी। यदि आप अपने हाथ को छेदों पर दौड़ा दें तो पानी फिर पांच धारों में होकर निकलेगा।



9. पानी कपड़े के दूसरी ओर नहीं जाएगा

कांच का कोई बरतन लीजिए और साथ ही किसी पुरानी घोंती से थोड़ा कपड़ा या कोई रुमाल से लीजिए। बरतन में पानी भरिए। कपड़े को अच्छी तरह गीला करिए। उसे बरतन के मुंह पर कमिए और धागे या डोर से बांध दीजिए। बरतन को बाल्टी के ऊपर घोंथा दीजिए और देखिए कि तल-तनाव पानी को कपड़े में दूरी ओर नहीं गिरने देता।

10. तल-तनाव पर साबुन का प्रभाव

एक बड़ी-नी प्लेट या थाली लीजिए और उसे इतनी देर तक पानी में धोइए कि वह पूर्णतः गाफ हो जाए। उसे ठण्डे पानी में भरीए और मेज पर कुछ देर तक पड़ा रहने दीजिए, जिनमें पानी माला हो जाए। पानी के तल पर हल्का-हल्का टैल्कम पाउडर दिइए दीजिए। अब एक साबुन के टुकड़े को गीला करिए और

उससे प्लेट के एक किनारे पर पानी को छुआइए। टैल्कम पाउडर बिच कर तुरन्त प्लेट के दूसरी ओर चला जाएगा। साबुन उस स्थान के तल-तनाव को कम कर देता है और दूसरी ओर का तल-तनाव बढ़ कर तल को संतुलित कर देता है तथा टैल्कम को अपने साथ बीच में जाता है।

11. तल-तनाव पर पेट्रोल का प्रभाव

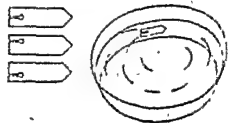
ऊपर के प्रयोग को फिर से करिए। ध्यान रखिए कि प्लेट खूब साफ रहे। यह अच्छा होगा कि पानी भरने से पहले कुछ समय तक प्लेट को ठण्डे पानी में धोया जाए। अब की बार साबुन के बदले प्लेट के किनारे के पास पानी पर पेट्रोल की एक बूंद डालिए। पानी के तल-तनाव पर पेट्रोल का क्या प्रभाव पड़ता है?

12. धागे के फन्दे से एक प्रयोग

थाली को पानी से धोकर खूब साफ कर लीजिए और तब उसमें पानी भरिए। धागे के दोनो सिरों में आपस में गांठ लगा कर एक फन्दा बनाइए। उसे कुछ फेंका कर पानी के ऊपर तैरा दीजिए। फन्दे की गोलाई के भीतर के पानी के तल को जरा-सा साबुन से छुआइए और परिणाम देखिए।

13. तल-तनाव की सहायता से नाव चलाना

बनिये की दुकान में थोड़ा-सा कपूर मांग लीजिए। कड़े कागज में दो या तीन नावें काटिए। प्रत्येक लगभग 2.5 सेंटीमीटर लम्बी रहे। प्रत्येक के पिछले भाग में एक गांथा काटिए, जो ऐसा हो कि उनमें कपूर का टुकड़ा फनास जा सके और वह टुकड़ा पानी को छुआ रहे। पानी के बड़े थाल में अपनी नावों को तैराइए।



16. साबुन के बुलबुले छोड़ना

साबुन के पटलों और बुलबुलों से तल-ननाव पर बहुत रोचक प्रेक्षण प्राप्त होते हैं। एक प्याली गरम पानी में तीन बड़े चम्मच साबुन का चूर्ण या साबुन की पत्तिया (फ्लेक्स) डाल कर आप साबुन का बडिया घोल तैयार कर सकते हैं (साबुन को नापने में चम्मच समान भर जाए, उम पर ढेर न लगाया जाए)। इस्तेमाल के पहले साबुन के घोल को तीन दिन तक पड़ा रहने दीजिए। बुलबुले फूकने की फूकनी, शरवत की नलिका, तम्बाकू पीने की विलायती नली (बने पाइप या गाजे वाली चिलम) या टीन के पुराने भीपू से, जिसका व्यास लगभग 4 सेंटीमीटर हो, बुलबुले फूकने की चेष्टा करिए।

बुलबुला फूकने वाला एक दूसरा बडिया उपकरण शरवत की नलिका से बनाया जा सकता है। एक सिर से 1 सेंटीमीटर तक चार लम्बी चीरे लगाइए, जिससे नलिका में चार फाकें बन जाएं। इन फाकों को बाहर की ओर मोड़िए। सिर को चीरने के लिए रेजर ब्लेड अच्छा काम देता है।

17. साबुन के बुलबुले के लिए आघारदण्ड बनाना

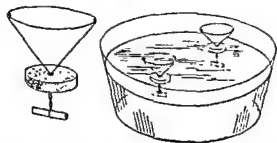
बेलनाकार लकड़ी (या बांस) लीजिए, जो लगभग 15 सेंटीमीटर लम्बी हो। इसे घागे की रील में, या पेंदी बनाने के लिए उपयुक्त लकड़ी में खोस दीजिए। आघारदण्ड पर तांबे या रोहे का तार लपेटिए ताकि वह वहां टिका रहे और तार के सर पर एक फन्दे बनाइए, जिसका व्यास लगभग 10 सेंटीमीटर हो। फन्दे को साबुन के घोल में डुबा दीजिए।

साबुन का एक बड़ा बुलबुला फूकिए और उसे पूर्वोक्त फन्दे पर रख दीजिए। अब शरवत पीने की नलिका को साबुन के घोल में गोला करिए और मावधानी में उसे बड़े बुलबुले में घुसा दीजिए। बड़े बुलबुले के भीतर एक छोटा

खांचे को ठीक बीच में रखने के बदले उसे दाहिने या बाएं कुछ हटा कर रखने से एक रोचक परिवर्तन दिखाई देगा।

14. तल-ननावयुक्त प्लावी

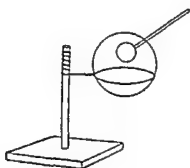
तांबे के पतले तार को मोड़ कर एक छल्ला बनाइए, जिसका व्यास लगभग 8 सेंटीमीटर हो। छल्ले के दूसरी ओर तार के दो टुकड़े कस कर ऐंड दीजिए और इन दोनों तारों को लगभग 8 सेंटीमीटर नीचे ऐंड कर एक में एक मिला दीजिए। ऐंठा हुआ भाग लगभग 5 सेंटीमीटर लम्बा रहे। चित्र में दिखाई गई रीति से एक चपटा काग लगा दीजिए और तब थोड़ी-सी रांगे की पत्री को लपेट कर सबसे नीचे बांध दीजिए। इससे यह प्लावी (तैरने वाली वस्तु) छडी दिशा में ही तैरेगा। अब इस प्लावी को पानी की बाल्टी में रखिए और इसे पानी के भीतर डुबा दीजिए। जब यह नीचे से ऊपर उठेगा तो यह तल-पटल को तोड़ कर ऊपर नहीं आ सकेगा। देखिए कि यह तल-पटल में किम प्रकार विचाव उत्पन्न कर देता है। पत्री को मात्रा इतनी रहे कि जब प्लावी को जल पर छोड़ा जाए और प्लावी तिरने लगे तो काग प्रायः डूबा रहे।



15. तल-ननाव की सहायता से गोले बनाना
कांच का एक बरतन लीजिए और उसमें लगभग दो-तिहाई वाजारू अल्कोहल भर दीजिए। अल्कोहल में दवा टपकाने वाली नलिका से तेल को कुछ सूँढ़े टपका दीजिए और तब बरतन को पानी से भर दीजिए। यदि आप मिश्रण ठीक बना लें तो तेल के गोले धीरे-से बरतन के लगभग बीच तक पहुँच जाएंगे। तल-ननाव तैरने की वृद्धि को गोले का रूप दे देना है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

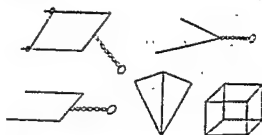
बलबुला फूटने की चेष्टा करिए। इसमें कुछ अभ्यास की आवश्यकता पड़ेगी।



18. साबुन के पटलों से कुछ प्रयोग

तार से निम्नांकित आकृतियाँ बनाइए। विविध आकृतियों को साबुन के गाढ़े घोल में

डुबाइए और इस प्रकार वन पटलों का निर्माण करिए।



तार वाली आकृतियों को साबुन के घोल में डुबाइए। इस तार को जरा-सा सींचिए और देखिए कि पटल किस प्रकार खिंच कर बड़ा जाता है। खिसकने वाले तार को छोड़ दीजिए। पटल के सिकुड़ने के कारण वह पीछे की भाँति खिंच जाएगा।

अध्याय—10

यन्त्रों के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. उत्तोलक, चक्र, धुरी तथा घिरनी

1. एक साधारण समभुज उत्तोलक

पहले लकड़ी की पेंदी बनाइए, जो 15 सेंटीमीटर के वर्ग के आकार की और 2 सेंटीमीटर मोटी हो। इस पेंदी के बीच में लकड़ी की एक दूसरी इष्टिका जड़िए, जो 4 सेंटीमीटर के वर्ग के आकार की और 3 सेंटीमीटर मोटी हो। इस इष्टिका की दो बगलों में दो खड़ी लकड़ियां जड़िए, जो कि प्रत्येक 15 सेंटीमीटर लम्बी, 3.5 सेंटीमीटर चौड़ी और 1 सेंटीमीटर मोटी हों। इनको पूर्वोक्त इष्टिका में पेंच से कसा जा सकता है। प्रत्येक खड़ी लकड़ी के ऊपरी सिरे में पतली आरी से एक पतला चीर लगाइए। यह चीर 2 सेंटीमीटर से कुछ कम ही गहरा रहे, अर्थात् केवल इतना ही कि उसमें पुराना रेजर ब्लेड डालने पर उसका कुल 2 या 3 मिलीमीटर भाग खड़ी लकड़ी से ऊपर निकला रहे।

उत्तोलक की भुजा के लिए एक ऐसी समांग पटरी का उपयोग करिए जिसकी लम्बाई लगभग 1 मीटर, चौड़ाई 4 सेंटीमीटर और मोटाई 5 मिलीमीटर हो। इस पटरी को किसी छुरी की धार पर सन्तुलित करिए और इसके सन्तुलन-केन्द्र का ठीक पता लगाइए। पटरी के सन्तुलन-केन्द्र के आर-पार एक पतली कील ठोकिए। कील इतनी लम्बी हो कि वह पूर्वोक्त रेजर ब्लेड पर टिक सके और इस प्रकार पटरी उनके बीच स्वतन्त्रता से घूम सके।

पटरी को रेजर ब्लेडों पर सन्तुलित करिए और यदि पटरी पूर्णतया सन्तुलित न हो तो भारी ओर के सिरे को छुरी या आरी से जरा-सा काटें दीजिए।

पटरी पर सेंटीमीटरों के चिह्न लगा दीजिए। इस काम को कील (आलम्ब) की ओर में आरम्भ करिए और दोनों दिशाओं में 1 से शुरू करके पटरी के अन्त तक अंक लगाइए। भारी और बटखरो को धागे के फन्दों द्वारा सन्तुलन-पटरी से लटकाइए।

(1) 10 ग्राम के एक बटखरे को आलम्ब से 20 सेंटीमीटर पर लटकाइए और तब 10 ग्राम के एक दूसरे बटखरे को दूसरी ओर रख कर सन्तुलित करिए। जब पटरी सन्तुलित हो जाए तो देखिए कि दूसरा वाट आलम्ब से कितनी दूरी पर है। वाट को आलम्ब के कुछ अधिक निकट रख कर प्रयोग को दोहराइए और फिर दूर रख कर।

(2) 100 ग्राम के बटखरों से ऊपर के प्रयोग (1) को दोहराइए।

(3) एक ओर दो बटखरे रखिए और दूसरी ओर एक बटखरा रख कर सन्तुलित करिए। यहां सन्तुलन किस प्रकार किया जा सकता है? सुझाव : आलम्ब के एक ओर के प्रत्येक भार को आलम्ब से उस भार की दूरी को गुणा करिए और गुणनफलों को जोड़िए। इसकी तुलना दूसरी ओर के भार और दूरी के गुणनफल से करिए।

2. एक सरल तुला

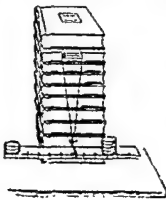
चित्र में दिखाई गई रीति में एक पैमाने को धागे के फन्दों में किसी भेज में थोड़ा ऊपर लटकाइए। जब पटरी सन्तुलित रहे तो एक ही प्रकार के दो सिक्के लेकर एक को पटरी के एक ओर रखिए और दूसरे को दूसरी ओर इतनी दूरी पर कि पटरी फिर सन्तुलित

हो जाए। मिक्कों और दूरियों का सरल चुनाव करिए और घूर्ण (मोमेंट्स) के सिद्धान्त के बारे में प्रारम्भिक जानकारी प्राप्त करिए। उदाहरणार्थ 2 मिक्कों को पटरी के किसी सिरे पर रखने पर उनका मन्तुलन, आलम्ब और पटरी के दूसरी ओर के बीचोंबीच रखे गए 4 मिक्कों से होगा।



3. सरल दण्ड-तुला

छात्रों को जिस प्लेटफार्म-तुला से तोला जाता है उसका दण्ड वस्तुतः एक उत्तोलक होता है, जिसका आलम्ब एक छोर से बहुत समीप होता है। इस प्रकार की तुला के कार्य-सिद्धान्त को दिखाने के लिए प्रयोग-2 में बताई गई पटरी पर आलम्ब के पास 8 या 10 मिक्कों को गड़्डी बना कर रख दीजिए। पटरी की दूसरी ओर केवल एक मिक्का रख कर छोर उसे आगे-पीछे तिसका कर सन्तुलन करिए।

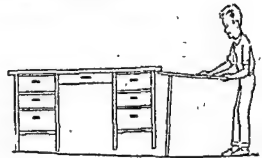


4. प्रथम श्रेणी का उत्तोलक

किसी छड़ी या पटरी को काट कर कक्षा की

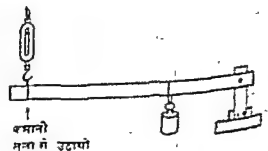
किसी मेज या भारी डेस्क की ऊंचाई का ही लीजिए। उसके ऊपर कोई दूसरी, लगभग ऊंचाई ही लम्बी, छड़ी रखिए। इस दूसरी छड़ी के एक सिरे को मेज के एक किनारे के नीचे लगाए और उसे उत्तोलक (तिवर) की तरह इस्तेमाल करके मेज या डेस्क को उठाइए।

देखिए कि उत्तोलक से भारी वस्तु को ऊपर में उत्तोलक की लम्बी भुजा का मिरा छोर की भुजा के सिरे की अपेक्षा अधिक चलाता है। वास्तव में उत्तोलक का प्रयोग करने में शक्ति की बचत नहीं होती। लम्बी भुजा पर हल जितना बल लगाते हैं, उसमें कहीं अधिक का छोटी भुजा में आ जाता है।



5. द्वितीय श्रेणी का उत्तोलक

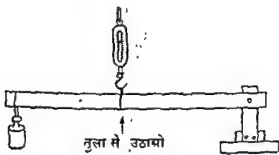
सकड़ी की एक सीधी पटरी लीजिए, जो लगभग 1 मीटर लम्बी, 4 सेंटीमीटर चौड़ी और 5 मिमी-मीटर मोटी हो। एक सिरे के पास बर्तन में घेर करिए, जो चौड़ाई के बीच में हो। फिर ऊपर प्रयोग-1 में बताई गई दोनों सड़ी सखड़ियों में, जड़ में लगभग 12 सेंटीमीटर ऊपर, छेद बनाए। उत्तोलक पटरी को इन सड़ी सखड़ियों के बीच इस प्रकार रखिए कि तीनों छेद एक ही मीथ में आ जाएं और उनमें एक ही बल



ीजिए। उत्तोलक पट्टी के किसी स्थान पर भार लटकाइए और पट्टी के सिरे के पास कमानी तुला लगा कर भार को उठाइए।

6. तृतीय श्रेणी का उत्तोलक

तृतीय श्रेणी का उत्तोलक सरल प्रयोगों के लिए बनाया जाता है। उन्हीं वस्तुओं का उपयोग करिए जो ऊपर के प्रयोग-5 में काम में लाई गई थीं परन्तु भार के स्थान पर तुला रहे और तुला के स्थान पर भार।

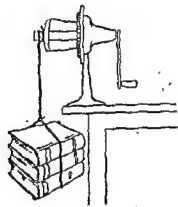


7. डेकुलोनुमा (सी-सा) उत्तोलक

लगभग 3 मीटर लम्बा एक मोटा लकड़ा कक्षा में लाइए। उसे किसी बक्स की कोर पर अथवा किसी अन्य सुविधाजनक वस्तु पर सन्तुलित करिए और छात्रों को इस उन्नतानत (सी-सा) से प्रयोग (एक्सपेरिमेंट) करने दीजिए। आलम्ब के प्रत्येक और बच्चों को भिन्न-भिन्न संख्याओं में बिठाइए।

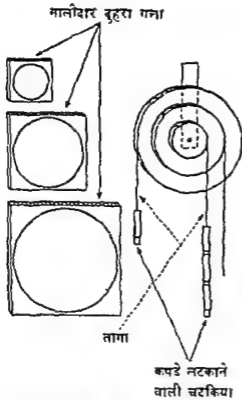
8. साधारण चक्र और धुरी

हत्या घुमा कर पेंसिल नुकीली करने की मशीन (या सान की मशीन) प्राप्त करिए। पेंसिल नुकीली करने की मशीन के ढक्कन को हटा दीजिए या सान की मशीन से पत्थर हटा दीजिए। धुरी पर डोर लपेट कर उस कस कर बांधिए। डोर के सिरे पर कई किलोग्राम का कोई बोझ बांध दीजिए और हत्ये को चलाइए। आप देखेंगे कि बोझ पर गुरुत्वाकर्षण का बल, हत्या घुमान के लिए आवश्यक बल की अपेक्षा, बहुत कम है। छात्रों को बताइए कि पेंसिल नुकीली करने की मशीन इस प्रदर्शन में चक्र और धुरी की तरह काम कर रही है।



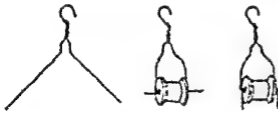
9. एक दूसरा चक्र और धुरी

थोड़ा मोटा नालीदार बुरहा गता प्राप्त करिए (चीड़, नेमर या ग्राम के पतले पट्टे से भी काम चल सकता है)। गते पर परकार से 15, 10 और 5 सेंटीमीटर व्यास के वृत्त खींचिए। वृत्त में केन्द्र पर छेद करके दूसरी और भी वृत्त खींचिए। प्रत्येक पहिए को काट कर अलग कर लीजिए। गते को दोनों ओर से सफाई से काटिए। तीनों पहियों के केन्द्रों में कौल डाल कर तीनों को संरेस लगा कर अथवा स्टेपल लगा कर एक-दूसरे से जुड़ दीजिए। मशाला पहिया बीच में रहे। उद्देश्य यह है कि तीनों पहिए एक साथ एक धुरी पर घूमें। चित्र में दिखाई गई रीति में उन्हें आरोपित करिए। प्रत्येक पहिए की परिधि को किसी प्रतीक्षण योजार से सावधानी से दबाइए ताकि उगमें एक हल्का-सा खांचा पड़ जाए। लकड़ी के पहिए हो तो खानी से काट कर खांचा बनाइए। प्रत्येक पहिए पर धागा लपेटिए। परिधि (रिम) में कही पर एक पिन लगाइए और धागा लगाने के पहले उसके एक सिरे को पिन में बांध दीजिए। धागों के दूसरे सिरे पर फन्दे बना दीजिए, जिनमें बोझ लटकाया जा सके। बोझ हल्का रहे, जैसे फणड़ा लटकाने वाली बूटकियां (लकड़ी के पहिए हों तो भारी बोझ भी लटकाया जा सकता है)। आप देखेंगे कि उत्तोलक के समान इस धन्य में भी कई गुना भार उठाया जा सकता है। चक्र और धुरी एक प्रकार का उत्तोलक ही है।



10. सरल घिरनी बनाना

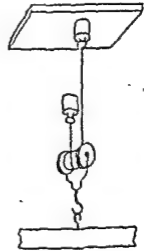
पागे की रील और तार का हैगर अर्थात् कपड़ा लटकाने वाले तार (या लोहे के मोटे तार) से एक काफी सन्तोषजनक घिरनी (पुली) बनाई जा सकती है। यदि हैगर अर्थात् कपड़ा लटकाने वाला तार हो तो हुक से लगभग 20 सेंटीमीटर हट कर दोनों तारों को काट दीजिए। सिरों को समकोण पर झुका दीजिए और दोनों को रील के छेद में डाल कर दूसरी ओर निकाल लीजिए। तारों को इस तरह ठीक से लगाइए कि रील गुणमता से घूमे और तब सिरों को नीचे की ओर मोंड़ दीजिए ताकि तार फँसे नहीं।



11. एकल स्थिर घिरनी

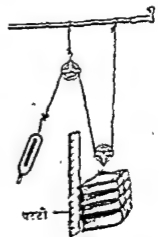
एकल घिरनी को नीचे के चित्र के अनुसार व्यवस्थित करिए। बटगरों की सहायता से

देखिए कि 25, 50, 75, 100 और 200 ग्राम के बटखरों को उठाने के लिए कितने बल की आवश्यकता पड़ती है। नाप कर देखिए कि त्रि-रोधी बल (भार) को 20 सेंटीमीटर तक उठाने के लिए प्रयास-बल को कितनी दूर चला पड़ता है।



12. एकल चलायमान घिरनी

चित्र में दिखाई गई रीति के अनुसार किसी समतल आधार से दो घिरनियों को डोर द्वारा लटकाइए और उन पर भार लटकाइए। इसके लिए यदि प्रदर्शन मंच पर कोई मंच-शील आधार न हो तो कुर्तियों को पीठ पर पदर्शक रख कर भी काम चलाया जा सकता है। डोर के स्वतंत्र सिरे पर कमानी जुगा बांधिए और वस्तु के भार को घोर घिरनी-द्वारा

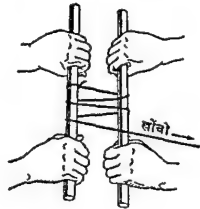


द्वारा उसे उठाने के लिए आवश्यक बल की तुलना करिए। उन दूरियों की भी तुलना करिए जिन पर प्रयास-बल और भार को अन्ततः सन्तुलित किया जाता है।

13. इष्टिका और रस्सी (ब्लाक और टंकल)

दो छात्रों को कहिए कि उनमें से प्रत्येक एक गोल छड़ी ले ले (जैसे वांस का डण्डा), और वे एक-दूसरे से कई फुट की दूरी पर खड़े हो जाएं। एक छड़ी में कपड़ा लटकाने की डोर (या चारपाई की उनचन) के एक सिरे को बाध दीजिए और तब डोर को दोनों छड़ियों के चारों ओर लपेट दीजिए, जिससे एक प्रकार से धिरनी-संयोजन बन जाए। अब किसी तीसरे छात्र से, जो इन दोनों से छोटा हो, कहिए कि वह रस्सी के मुक्त सिरे को खींचे। छड़ी पकड़ने वाले छात्र चाहे कितना भी बल लगाएं, छोटा छात्र दोनों छड़ियों को खींच कर पास ला देगा।

उन सब युक्तियों की सूची बनाइए, जिनमें बल बढ़ाने के लिए धिरनियों का उपयोग होता है। कर्पण कारं (विगड़ी मोटरकारों के अगले भाग को ऊपर उठा कर खींच ले चलने वाली लारियां) और मिट्टी आदि उठाने के शक्तिचालित यन्त्र इसके उदाहरण हैं। अन्य युक्तियों और मशीनों की सूची बनाइए, जिनकी सहायता से बल बढ़ाया जा सकता है।



ख. नत समतल, पेच और फनी

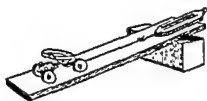
1. सरल नत समतल

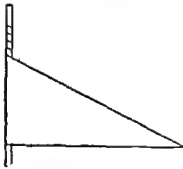
छोटी गाड़ी या रोलर स्केट में एक कमानी-दार तुला बाधिए और उसे नत समतल (इनक्लाइण्ड प्लेन) पर रख कर ऊपर खींचिए। देखिए कि उसे ऊपर चलाने के लिए कितने बल की आवश्यकता पड़ती है और इस बल की तुलना उस बल से करिए जो गाड़ी को सीधे ऊपर उठाने के लिए आवश्यक है। यह भी देखिए कि सीधे ऊपर उठाने की अपेक्षा गाड़ी नत समतल पर चढ़ा कर पहले के बराबर ही ऊपर उठाने में अधिक दूरी तक बल लगाना पड़ता है। यदि हम घर्पण (फ्रिक्शन) की बात न सोचें

तो दोनों दशाओं में समान ही बल-प्रयोग या कार्य करना पड़ता है। छात्रों को बताइए कि यही बात अन्य सरल मशीनों के सम्बन्ध में भी चरितार्थ होती है।

2. पेच एक नत समतल है

सफेद या वादाभी कागज पर एक समकोण त्रिभुज खींचिए और उसे काट लीजिए। त्रिभुज का आधार लगभग 30 सेंटीमीटर लम्बा हो और दूसरी भुजा लगभग 15 सेंटीमीटर की हो। एक गोल छड़ी लीजिए और त्रिभुजाकार कागज को उस पर इस तरह लपेटिए कि त्रिभुज की छोटी भुजा छड़ी पर पहले पड़े और छोटी भुजा के सामने वाली नोक की वारी पूरा कागज लपेटे जाने पर आए। कागज के लपेटे जाने पर भी त्रिभुज की आधार-रेखा अपने ही ऊपर पड़ती जाए। देखिए कि नत समतल को लम्बाई (त्रिभुज का कर्ण) छड़ी पर सपिलाकार रूप में ऊपर की ओर चली गई है।

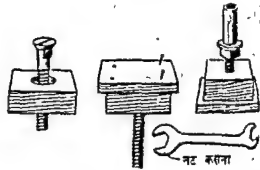




3. एक सरल जैक पेंच

लकड़ी की इष्टिका के धार-धार एक छेद कर दीजिए ताकि उसमें एक लम्बा बोल्ट (कॉरेज बोल्ट) कम कर बँटाया जा सके। इसके लिए ऐसा बोल्ट चुनिए जिम पर प्रायः पूरे में ही चूड़ी बनी हो। बोल्ट के सर को इष्टिका में इतना कर दीजिए कि उमका तल लकड़ी के तल में आ जाए और तब उसके ऊपर एक पटरा जड़ दीजिए (यह पटरा पेदी का काम देगा)। नीचे की ओर जो चूड़ियाँ निकली हुई हों, उन पर एक डिवरी चढ़ा दीजिए, डिवरी के ऊपर एक वाशर और फिर धातु के नल का एक टुकड़ा भी। इस नल का भीतरी व्यास बोल्ट के व्यास से कुछ अधिक रहे। डिवरी को रिच से घुमान

पर यह युक्ति एक शक्तिशाली (निफ्टिंग बेंच) का काम देगी।



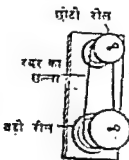
4. फर्नी

लकड़ी की एक फर्नी बनाइए, (घरमें लगभग 15 सेंटीमीटर नम्बी, - 6 सेंटीमीटर चौड़ी और 2 सेंटीमीटर मोटी लकड़ी सीजिए और उसे वसूले से छील कर उसकी मोटाई एक सिररे पर पूर्ववत् ही रहने दीजिए, परन्तु बरा से घटाते-घटाते दूसरे सिररे पर लगभग घुन्न कर दीजिए, इसे भेज को टांग प्रथवा अन्य भारी वस्तु के नीचे घुमा दीजिए। ध्यान से देगनेपर आपको मालूम होगा कि फर्नी एक दोहरा न समतल होती है।

ग. यन्त्रों के उपयोग से वेग को बढ़ाना

1. छोटी-बड़ी रीलें

कीलों की धुरी बना कर लकड़ी की इष्टिका पर एक बड़ी रील और एक छोटी रील लगा दीजिए। दोनों रीलों के ऊपर रबड़ का एक छला चढ़ा दीजिए। बड़ी रील को पूरा एक चक्कर घुमाइए और देखिए कि छोटी रील एक चक्कर में अधिक घंमती है या कम। उन युक्तियों की सूची बनाइए जो पट्टों की सहायता में चलती हैं।



2. साइकिल की सहायता से प्रयोग करना

एक साइकिल को उलट दीजिए। साइकिल की और हैंडल पर टिकी रहें। पैडल को ठीक एक चक्कर घुमाइए और देखिए कि पिछला पहिया इतने में कितने चक्कर घुमता है।

3. घण्टा-फैटनी

हाथ में चलने वाली घण्टा-फैटनी प्रयोग हाथ की बर्मा प्रथवा किंगी घन्ना ऐसी यन्त्र को चला कर देखिए, जिममें दांतेदार पहियों के उपयोग में वेग-वृद्धि की जाती हो।

4. उत्तोलक का उपयोग

छात्रों को दिखाइए कि यदि भारण केन्द्र में न हो तो उत्तोलक की तन्वी भुजा छोटी भुजा की प्रवेशा अधिक वेग के और अधिक दूर तक चलती है। डिपेंड प्रथम

बैसबाल के बट में भी इसी लाभकारी सिद्धान्त का उपयोग किया जाता है। वेग बढ़ाने के लिए उत्तोलक तथा अन्य सरल मशीनों के उपयोग से सम्बन्धित अन्य उदाहरणों की एक सूची बनाइए।

5. घिरनी का उपयोग

प्रयोग क-12 में दिखाए गए घिरनी-संयोजन से कोई काम करिए। चलायमान घिरनी पर हाथों से बल लगाइए और देखिए कि डोर के

दूसरे छोर पर बंधा वस्तु हाथ की अपेक्षा किस वेग में उठता है।

6. चक्र और धुरी का उपयोग

प्रयोग क-8 में दिए गए पेंसिल नुकीली करने वाले यन्त्र का उपयोग करिए। डोर के उस सिरे को खींचिए जिसमें पुस्तकें लटकाई गई थी और देखिए कि हैडन अपेक्षाकृत किन्तु वेग से घूमता है।

घ. बलों की दिशा बदलने के लिए यन्त्रों का प्रयोग

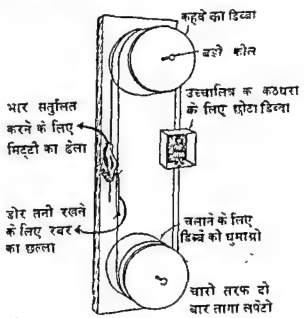
1. उच्चालित्र (एलिवेटर) की प्रतिकृति

उच्चालित्र की एक काम करने वाली प्रतिकृति (वॉकिंग मॉडल) साधारण सामग्री द्वारा सुगमता से बनाई जा सकती है। घूमने वाली डोलकों के लिए, जिन्हें शीवज कहते हैं, घातु के बने काफी के बेलनाकार डिब्बों का इस्तेमाल किया जा सकता है। हथौड़ी और बड़ी कील से पेंदी और ढक्कन के ठीक बीचोंबीच छेद कर लीजिए। ढक्कनों को डिब्बों पर कस लीजिए और तब डिब्बों को एक पट्टे के अलग-अलग सिरो पर इस तरह आरोपित करिए कि वे सुगमता से घूम सकें।

उच्चालित्र का कठघरा बनाने के लिए गत्ते या लकड़ी का एक छोटा चौकोर डिब्बा लीजिए। इस डिब्बे के दोनों सिरों पर डोर बांधिए और इन डोरों को चित्र में दिखाई गई रीति से शीवों पर लपेट दीजिए। कठघरे के भार को मन्तुलित करने के लिए थोड़ी सनी हुई मिट्टी (या मृत्ति बनाने की मिट्टी) लीजिए, केवल इतनी ही मिट्टी रखिए कि कठघरा ठीक-ठीक मन्तुलित हो जाए। उच्चालित्र चलाने के लिए उस शीव को घुमाइए जिस पर डोर दोहरी लिपटी हुई है। यह प्रतिकृति वास्तविक उच्चालित्र में बहुत-कुछ मिलती-जुलती है, परन्तु वास्तविक उच्चालित्र का शीव विद्युत् मोटर से चलाया जाता है।

2. सरस गियर

हथौड़ी और मसोले आकार की कील से,



कई-एक वोलतलों के पुराने टीन के ढक्कनों के ठीक बीचोंबीच छेद करिए। यदि ढक्कन कहीं टेढ़े हो गए हों तो ठोक कर उन्हें यथाम्भव सीधा कर दीजिए।

लकड़ी की इष्टिका पर इनमें में दो ढक्कनों को इस प्रकार रखिए कि उनके दांतेदार भाग एक-दूसरे में फंस कर चले। ढक्कनों को चौड़े सिर वाली कीलों में जड़ दीजिए परन्तु यह ध्यान रह कि वे अन्त तक सुगमता से घूम सकें। एक ढक्कन को घुमाइए और देखिए कि दूसरा किस दिशा में घूमता है। तीसरा ढक्कन संयोजित करिए और देखिए कि प्रत्येक किस दिशा में घूमता है।

बल और जड़ता के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. तुला

1. सन्तुलित बलों का अध्ययन करने के लिए एक युक्ति बनाना

अध्याय—10 का प्रयोग क-1 देखिए ।

2. डेकुली (सी-सा) पर सन्तुलन करना

एक मजबूत पट्टा लीजिए, जो लगभग 3 मीटर लम्बा हो। किसी लिपार्ड या बक्स के ऊपर पट्टे को सन्तुलित करके डेकुली बनाइए। यदि हो सके तो इसे कक्षा में ही करिए। आपके स्कूल के खेल के मैदान में छोटे बच्चों के लिए सम्भवतः एक डेकुली हो (अध्याय—10, प्रयोग क-7 भी देखिए)।

दो बराबर भार वाले बच्चे चुनिए और उनको पट्टे के सिरो पर इस प्रकार बैठा दीजिए कि वे सन्तुलित रहें। आलम्ब (सन्तुलन-बिन्दु) से बच्चों तक की दूरियां नापिए।

फिर एक भारी लड़के को किसी हल्के लड़के से सन्तुलित करिए और देखिए कि दूरियों में क्या परिवर्तन करना पड़ता है। फिर एक और एक बच्चे को बैठा कर उन्हें दूसरी ओर दो बच्चों से सन्तुलित करिए। परिवर्तनों को देखिए। प्रत्येक बार आलम्ब से बच्चे तक की दूरी नापने और उम दूरी को बच्चों की तौल से गुणा करने पर सन्तुलन के बारे में एक रोचक बात का पता चलेगा।

टिप्पणी :—जब दो बच्चे एक ही ओर रहें तो प्रत्येक की दूरी सन्तुलन-बिन्दु से नापिए। प्रत्येक बच्चे के भार से गुणा करिए और गुणनफल को जोड़िए।

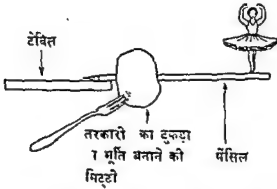
3. सन्तुलन का एक चमत्कार

एक चिकनी मीटर-पट्टी लीजिए और प्रती तर्जनीयों (फोरफिंगर्स) पर उसे उठा लीजिए। एक हाथ की अंगुली पट्टी के एक सिरे के पास रहे और दूसरे हाथ की अंगुली दूसरे सिरे के पास। अब अंगुलियों को इस प्रकार धक लाइए कि पट्टी गिरने न पाए। आपकी अंगुलियां मीटर-पट्टी के किस बिन्दु पर सा मिलती हैं? प्रयोग को फिर से करिए परन्तु अब दो बार आरम्भ में दाहिने हाथ की अंगुली पट्टी के एक सिरे के पास रहे और दूसरे हाथ की अंगुली दूसरे सिरे और केन्द्र के लगभग मध्य बिन्दु पर रहे। इस बारे में आपकी अंगुलियां कहाँ मिलती हैं? प्रयोग को फिर से करिए परन्तु अंगुलियां उल्टी दूरियों पर रहें, अर्थात् बाएँ हाथ की अंगुली पट्टी के एक सिरे पर रहे और दाहिने हाथ की अंगुली दूसरे सिरे और केन्द्र के लगभग मध्य में रहे। प्रती अंगुलियां अब कहाँ मिलती हैं? अन्य दूरियों को लेकर प्रयोग करिए। क्या आप इस रोचक चमत्कार का कारण बता सकते हैं?

4. सन्तुलन सम्बन्धी कुछ सरल प्रयोग

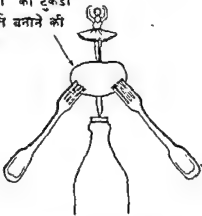
(क) मुनि बनाने की मिट्टी में लगभग 2.5 सेंटीमीटर मोटा एक टुकड़ा किसी बेल चामू से काटिए। उसके भीतर पैपिन की नोक डाल कर पैपिन को धार-धार कर दीजिए, ताकि लगभग 2.5 सेंटीमीटर बाहर निकली रहे। तरकारी के टुकड़े में काटा (जिसमें गन्ना जाता है) चित्र में दिखाई गई रीति से काटा दीजिए (काटा मिलने तो छुरी से मान लीजिए)।

है)। थ्रव पेंसिल की नोक को मेज की कोर पर रखिए और उन विविध भ्रवयवों को इस प्रकार परस्पर विटाइए कि सन्तुलन बन जाए। तब पेंसिल के लम्बे सिरे को हल्के-से एक बार ढोंकिए।

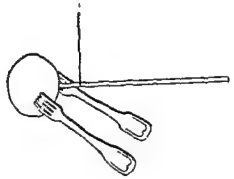


(ख) कच्ची तरकारी अथवा मूर्ति बनाने की मिट्टी से काटा हुआ एक टुकड़ा, दो कांटे (अथवा छुरियाँ) और एक पेंसिल को चित्र में दिखाई गई रीति से व्यवस्थित करिए और उनको किसी बन्द बोतल के मुँह पर सन्तुलित करिए।

तरकारी का टुकड़ा
या मूर्ति बनाने की
मिट्टी



(ग) कच्ची तरकारी अथवा मूर्ति बनाने की मिट्टी का काटा हुआ एक टुकड़ा, एक पेंसिल और दो कांटे (या चाकुओं) को चित्र में दिखाई गई रीति से व्यवस्थित करिए। इस बार उन्हें घागे या डोर से लटका दीजिए। यह पता लगाने के लिए कि सन्तुलन के लिए घागे को कहाँ बांधना चाहिए, घागे को घटा-बढ़ा कर कुछ जांच करनी पड़ेगी।



(घ) एक सिक्के और दो कांटों को चित्र में दिखाई गई रीति से व्यवस्थित करिए। इन्हें धोतल अथवा गिलास को बारी पर सन्तुलित करिए।



(ङ) घर अथवा पाठशाला में पाई जाने वाली साधारण वस्तुओं को लेकर सन्तुलन के अन्य सरल प्रयोग सोचिए।

5. क्या आप डोर सीधी कर सकते हैं ?

लगभग डेढ़ मीटर लम्बी एक मजबूत डोरी अथवा पतली रस्ती लीजिए। फिर कुछ साधारण डोर और लेकर उसमें भारी पुस्तकें अथवा कोई अन्य उपयुक्त भार बांधिए। पहली रस्ती के मध्य-बिन्दु पर पुस्तक वाली डोर इस तरह बांधिए कि जब पहली रस्ती को ताना जाए तो पुस्तकें लगभग 15 सेंटीमीटर नीचे लटकी रहें। पहली रस्ती के सिरों को हाथों से खींच कर रस्ती को तानिए। अथवा एक सिरे को आप पकड़िए तथा दूसरे को कोई अन्य छात्र, और वह अपनी शक्तिभर रस्ती को ताने। क्या आप तान कर रस्ती सीधी कर सकते हैं ?

6. वस्तुओं का गुरुत्व-केन्द्र ज्ञात करना

एक तिकोनी रेत की लीजिए और उसे मेज पर रखिए। यह ब्रालम्ब (सन्तुलन-बिन्दु) का काम देगी। कोई धारदार वस्तु भी, जिसकी पेंदी चपटी हो, काम दे सकती है। विविध छड़ियों, डण्डों तथा अन्य वस्तुओं, जैसे शाइ, बैट, बुना

आदि को छुरी की धार पर सन्तुलित करिए और उस स्थान पर खड़िया से चिह्न लगा दीजिए जहां वे सन्तुलित होते हैं। क्या प्रत्येक वस्तु का गुरुत्व-केन्द्र, जिसको आपने जांच की है, वस्तु के ठीक

केन्द्र पर है ? किन वस्तुओं का गुरुत्व-केन्द्र उन के केन्द्र पर जान पड़ता है ? दूसरे वस्तुओं का गुरुत्व-केन्द्र साधारणतया रह होता है ?

ख. गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी प्रयोग

1. गिरते हुए पिण्ड

यदि आपके आमपास लगभग 20 मीटर ऊंचा कोई भवन हो तो आप यह अध्ययन कर सकते हैं कि गुरुत्वाकर्षण, जितने अधिक समय तक किसी पिण्ड पर काम करता है, उतने ही अधिक वेग से उसे किस प्रकार गिराता है। एक डोर इतनी लम्बी लीजिए जो कम-से-कम 20 मीटर की ऊंचाई से भूमि तक पहुंच सके। खिड़की के सामने, जो भूमि से 20 मीटर की ऊंचाई पर हो, डोर में रंगीन कपड़ा या सूत बांध दीजिए। इससे लगभग 5 मीटर नीचे फिर एक टुकड़ा रंगीन कपड़ा बांध दीजिए। किसी छात्र को भूमि पर खड़ा कर दीजिए और उससे कहिए कि वह एक घड़ी लिए रहे और एक-एक सैकंड पर समय बोलता रहे। सैकंड बताने की अच्छी रीति यह है कि वह अपने एक हाथ से ताल ठोकता रहे और कहता जाए— "एक हजार एक, एक हजार दो, एक हजार तीन"।

अब एक छात्र को कार्य आरम्भ करने के स्थल से 5 मीटर नीचे वाले चिह्न पर खड़ा करिए और दूसरे को भूमि पर। भारी पत्थर और हल्के पत्थर गिराइए, बड़ी वस्तुएं और छोटी वस्तुएं गिराइए और देखिए कि एक सैकंड के अन्त में वे कितनी दूर तक गिरती हैं और दो सैकंड के अन्त में कितनी दूर तक।

2. सिक्कों का एक-साथ गिरना

एक पट्टी को मेज की कोर (किनारे) पर तिरछा रतिए। पट्टी का एक सिरा मेज की कोर से थोड़ा बाहर निकलना रहे और दूसरा सिरा मेज की कोर से लगभग 3 सेंटीमीटर हटा रहे। अब एक सिक्का पट्टी के बाहर निकले हुए भाग पर रतिए और दूसरे सिक्के को मेज पर (पट्टी के दूसरे सिरे और मेज की कोर के बीच)।

अब और एक पट्टी लेकर उससे पहले पट्टी को जोर से समतल दिशा में मारिए। बड़े पट्टी के बाहर निकले भाग पर सिक्के (सिक्के को न लगे—इससे पट्टी क्षीर समतल में धूम जाएगी)। एक सिक्का क्षीर भूमि पर गिर पड़ेगा और दूसरा सिक्का (पुन्नी पट्टी से समतल दिशा में चोट साकर) क्षीर लम्बा मार्ग तय करेगा। सावधानी से देखिए कि प्रत्येक सिक्का कब भूमि पर गिरता है। आपसे इस प्रयोग को कई बार दोहराना पड़ेगा। ध्यान किस परिणाम पर पहुंचते हैं ?

3. एक सरल लोलक

एक डोर लीजिए, जो कम-से-कम 2 मीटर लम्बी हो। उसे पत्थर अथवा घातु की छोटी गेंद में बांध दीजिए। अब गेंद को दरवाजे में ऊपर की चौखट या छत के हुक से लटका दीजिए और उसे हिला दीजिए, ताकि वह इधर-उधर कुछ दूर तक जाए। यह गिनिए कि 10 सैकंड में वह कितनी बार दोलन करता है और तब 6 से गुणा करें पता लगाइए कि एक मिनट में वह कितनी बार दोलन करता है।

फिर लोलक को दम प्रकार धक्का दीजिए कि वह इधर-उधर बहुत थोड़ा ही दूर तक जाए और जात करिए कि अब लोलक एक मिनट में कितनी बार दोलन करता है। ऊपर की क्रियाओं को कई बार दोहराइए और प्रत्येक दशा में दोलन लीजिए। क्या दोलन-विस्तार से लोलक के दोलन-काल पर कोई प्रभाव पड़ता है ?

लोलक की लम्बाई उतनी ही रतिए पन्नु भारत के लिए प्रयुक्त पदार्थ को बदन दीजिए। ऊपर बताई गई क्रियाओं को दोहराइए।

क्या गोमन (बाच) का पदार्थ लोलक के दोलन-काल पर कोई प्रभाव डालता है ?

ऊपर को प्रत्येक क्रिया को दोहराइए। परन्तु ऐसे लोलक का उपयोग करिए जिसकी लम्बाई पहले की अपेक्षा आधी हो। क्या लोलक की लम्बाई दोलन-काल पर कोई प्रभाव डालती है? यदि हां, तो क्या?

4. लोलक का खेल

किसी कड़ी गैद को, जिसका व्यास लगभग 8 सेंटीमीटर हो, डोर से मेज के ऊपर लटका दीजिए। डोर कम-से-कम 1.5 मीटर लम्बी हो और गैद मेज से ठीक इतनी ऊंचाई पर हो कि गिराने पर वह गैद उस पेंसिल के सिरे पर आघात कर दे जिसे मेज पर रील के भीतर डाल कर रखा गया है। गैद को धींचिए और इस प्रकार छोड़िए कि जाते समय तो वह पेंसिल को न छुए, परन्तु लौटती वार पेंसिल को मार कर गिरा दे। आपको यह भी मालूम हो जाएगा कि इसमें इस काम को सही-सही ढंग से पूरा करने के लिए काफी अभ्यास की जरूरत होती है।

5. स्थिति बदलने वाले लोलक

लेमन की (या कोई भी) दो बोतलें लें, जो ठीक एक ही तरह की हों। उनमें पानी भरिए और काग

ग. अपकेन्द्री बल

1. अपकेन्द्री बल का अनुभव

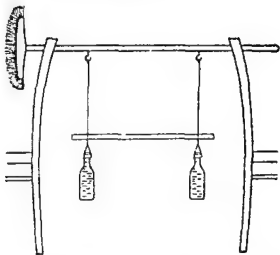
लगभग एक मीटर लम्बी डोर में कोई भार बांध दीजिए और तब हाथ को फैला कर भार को चारों ओर नचाइए। डोर पर बाहर की ओर जो खिंचाव पड़ रहा है, उस पर ध्यान दीजिए। यही अपकेन्द्री (सेंट्रीफ्यूगल) बल है।

डोर के बदले खड्क की मजबूत पट्टी इस्तेमाल करिए। सावधानी से पट्टी के सिरे पर बंधे भार को नचाइए। देखिए खड्क तन कर बढ़ जाता है। यह अपकेन्द्री बल का प्रभाव है।

2. एक सरल घूर्णन-यन्त्र

चित्र में दिखाई गई रीति की हाथ-बर्मी अथवा वल्ल-बर्मी (ब्रेस्ट ड्रिल) लीजिए। बर्मी के मुंह (चक) में एक छोटा, खुले या बन्द मुह का हुक

से अच्छी तरह बन्द कर दीजिए। दो कुर्सियों की पीठ पर एक डण्डा रखिए। इस डण्डे से बोतलों को इस तरह लटका दीजिए कि वे लोलक की तरह चल सकें। इस बात का ध्यान रखिए कि दोनों लोलक एक ही लम्बाई के हों।



एक लोलक को पकड़ कर स्थिर रखिए और दूसरे को चला दीजिए। तब पहले वाले को धीरे-से छोड़ दीजिए, जिससे वह अपनी विराम-स्थिति में स्थिर हो जाए। दोलन करता हुआ लोलक शीघ्र ही मन्द पड़ जाएगा और जो स्थिर था, वह दोलन करने लगेगा।

कस दीजिए। किसी लम्बी कील की नोक पर 30 सेंटीमीटर लम्बी हल्की डोर बांधिए। धागे के दूसरे सिरे पर फन्दा बना कर उसे बर्मी में किसी हुक में फंसा दीजिए।



अब हत्या घुमा कर बर्मी को समान चाल से चलाइए। देखिए कि अपकेन्द्री बल लटकी हुई कील पर क्या प्रभाव डालता है।

3. दो कीलों का प्रयोग

ऊपर के प्रयोग में बताई गई रीति से बर्मी को घूर्णन-यन्त्र की तरह काम में लाइए। 15 सेंटीमीटर लम्बी डोर के सिरों को दो लम्बी कीलों की नोकों पर बांध कर दोनों कीलों को आपस में जोड़ दीजिए। इन कीलों को जोड़ने वाली डोर को उसके मध्य-बिन्दु पर पकड़िए और ठीक वहीँ बर्मी से घाई हुई डोर को बांध दीजिए (या बर्मी में लगा हूक बांध दीजिए)। हांडी में लगभग 3 सेंटीमीटर ऊपरंगीन पानी डाल दीजिए। बर्मी का हाक घुमा कर हांडी और पानी को नचाइए। पानी पर अपकेन्द्री बल का प्रभाव देखिए।



4. छल्ले पर अपकेन्द्री बल

लोहे का एक छल्ला लीजिए, जिसका व्यास लगभग 6 सेंटीमीटर हो और उसे घूमती हुई बर्मी की डोर में बांध दीजिए। देखिए क्या होता है ?

5. डिब्बे के ढक्कन पर अपकेन्द्री बल

डिब्बे के ढक्कन में किनारे के पास एक छेद ठोकिए। बर्मी की डोर को छेद में बाधिए और उसे घुमा कर देखिए।

6. गुरिया वाली जंजीर पर अपकेन्द्री बल

गुरिया वाली जंजीर (बीस्टेड चैन) का एक टुकड़ा लीजिए, जैसा बिजली के कुछ स्विचों को रीचने के लिए कभी-कभी लगा रहता है या चाबियों के छल्लों में लगा रहता है। मिरों को एक में घटना पर छल्ला बना लीजिए। इसे बर्मी वाली डोर में लगा दीजिए और अपकेन्द्री बल का प्रभाव देखिए।

7. द्रव पर अपकेन्द्री बल

कांच की छोटी हांडी या उसी प्रकार का कोई अन्य बरतन लीजिए। उसकी गरदन में एक छेद इस प्रकार बांध दीजिए कि उसके खुलने का रास्ता न रहे। इस तार में एक और डोर बांध दीजिए, जिससे हांडी सीधी उठाई जा सके। इस डोर या तार के ठीक केन्द्र में बर्मी से घाई हुई डोर को बांध दीजिए (या बर्मी में लगा हूक बांध दीजिए)। हांडी में लगभग 3 सेंटीमीटर ऊपरंगीन पानी डाल दीजिए। बर्मी का हाक घुमा कर हांडी और पानी को नचाइए। पानी पर अपकेन्द्री बल का प्रभाव देखिए।



8. पानी का एक दूसरा प्रयोग

चित्र में दिखाई गई रीति से टीन के एक डिब्बे को लटकाइए। डिब्बा लगभग 8 सेंटीमीटर गहरा हो और उसका व्यास 12 सेंटीमीटर हो। डिब्बे में लगभग 3 सेंटीमीटर पानी छोड़िए और बर्मी को नचाइए। देखिए कि पानी पर क्या प्रभाव पड़ता है।



9. अपकेन्द्री बल-शोषित्र की कार्यविधि

पिछले प्रयोग में इस्तेमान किए गए डिब्बे की तरह बिली डिब्बे का उपयोग करिए। कील के पाद्यों में बहुत-से छेद बांध दीजिए। डिब्बे के ऊपरी

किनारे पर बराबर दूरी पर तीन छेद कर दीजिए । उनमें तीन डोरों को बांध कर डिव्चे को लटकाइए और इन डोरों को बर्मी में लगे हुक में बांध दीजिए । अब गत्ते का एक बेलन बनाइए या कोई बाल्टी लीजिए, जो डिव्चे से कुछ अधिक गहरी हो और काफी चौड़ी हो । बर्मी से लटके डिव्चे में कुछ गीले कपड़े रख दीजिए । अब डिव्चे को बेलन या बाल्टी में उतारिए और उसे बर्मी चला कर वेग से नचाइए । अपकेन्द्री बल के कारण कपड़ों और डिव्चे का पानी बाहर निकल पड़ता है ।



10. पानी नहीं गिरेगा

एक छोटी बाल्टी लीजिए और उसे लगभग पूर्णतया पानी से भर दीजिए । हाथ को फैला कर इसे चारों ओर तेजी से चक्कर खिलाइए (बाल्टी नीचे से एक बगल होते हुए ऊपर जाए और दूसरी

घ. जड़ता सम्बन्धी प्रयोग

1. बोटल और गोली

चोड़े मुंह की शीशी में थोड़ी-सी बालू डाल दीजिए । शीशी के मुंह पर चिकना गत्ता या कार्ड (या तास का एक पत्ता) रखिए, जो लगभग 5 सेंटीमीटर वर्ग का हो । गोली को इस गत्ते पर रखिए और तब गत्ते के किनारी पर जोर से (संतिज) आघात करिए । तर्जनी को भोड़ कर अंगूठे पर टिकाइए और तर्जनी को झटके से सीधा करके तास को मारिए । यदि प्रयोग सफल हुआ होगा तो गत्ता छटक कर दूसरी ओर निकल जाएगा, परन्तु गोली अपनी जड़ता (इर्नाधिया) के कारण शीशी में गिर पड़ेगी । इसमें कुछ अभ्यास की भी जरूरत हो सकती है ।

2. जड़ता की सहायता से कील ठोकना

मेज पर एक पतला तख्ता रखिए । इसका एक

बगल से नीचे आए) । यद्यपि सिर के ऊपर बाल्टी झोंधी हो जाती है तो भी अपकेन्द्री बल के कारण पानी नहीं गिरेगा ।

11. अपकेन्द्री बल की सहायता से खेल करना

तार का कोट-हैंगर लीजिए (या मोटे तार से समत्रिबाहु-त्रिभुजा को बना लीजिए, जिसके एक शीर्ष पर अध्याय-10, प्रयोग क-10, की तरह का हुक रहे और भुजा 35 या 40 सेंटीमीटर की हो) । हुक में तर्जनी अंगुली डाल कर कोट-हैंगर को खड़ा कर दीजिए परन्तु कोट-हैंगर का निचला तार (आधार) मेज पर टिका रहे । अब सावधानी से एक छोटे सिक्के को नीचे वाले सीधे तार पर समतल रख कर सन्तुलित करिए । सिक्का हुक के ठीक नीचे रहे । इसमें कुछ प्रयास की आवश्यकता पड़ती है । यदि आवश्यकता प्रतीत हो तो आप तार के थोड़े-से भाग को पीट कर या रेत कर चपटा भी कर सकते हैं ।

तार और सिक्के को अपनी अंगुली पर धीरे-धीरे दोलन करने दीजिए । जब इसमें कुछ गति आ जाए तो थोड़े-से अभ्यास के बाद आप हैंगर को पूरी गोलाई में नचा सकते हैं और सिक्का अपकेन्द्री बल के कारण तार से चिपका रहेगा ।

भाग मेज के बाहर निकला रहे । शीप भाग पर, जो मेज को स्पर्श कर रहा है, किसी को खड़ा कर दीजिए ताकि तख्ते के बड़े भाग पर कील ठोकने से तख्ता उल्टे नहीं । बड़े हुए भाग के किनारे के निकट एक कील ठोकने की चेष्टा करिए । फिर किसी से कहिए कि वह एक भारी हथौड़े या पत्थर को पट्टे के नीचे सटा कर पकड़े रहे । आप देखेंगे कि भार-जड़ता के कारण कील ठोकना अब सुगम हो गया है ।

3. जड़ता की सहायता से सेब (या आलू) के दो टुकड़े करना

एक लम्बा और तेज चाकू, जैसे माम (या पाव रोटी) काटने का चाकू, लीजिए । सेब में चाकू को केवल इतना धंसा दीजिए कि सेब चाकू में फंसा

रहे। चाकू का सिरा सेब के आगे इतना बढ़ा रहे कि बिना सेब को छुए ही चाकू पर आघात किया जा सके। अब एक हाथ में चाकू की मूठ को अच्छी तरह पकड़े रहिए और चाकू के अगले सिरे पर छड़ी से जोर से आघात करिए। चाकू सेब की जड़ता के कारण उसको चीरता हुआ सेब की दूसरी ओर निकल जाएगा।

4. रुमाल और गिलास की सहायता से जड़ता का अध्ययन करना

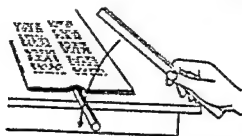
रूमाल को एक चिकनी मेज पर फैला दीजिए। एक कोने पर गिलास (चिकनी पेंदी वाला) को पानी से भरकर रख दीजिए (या रुमाल की किनारी अगर दोहरी-तेहरी न की गई हो तो अच्छा रहेगा)। मानने के कोने को पकड़ कर रुमाल को खोर से झटका देकर निकाल लीजिए। रुमाल बाहर निकल आएगा और गिलास अपने स्थान पर स्थिर रहेगा तथा पानी भी नहीं गिरेगा।

5. पुस्तकों की गड़्ढों की सहायता से जड़ता का अध्ययन करना

पुस्तकों को एक के ऊपर एक रख कर एक गड़्ढी बना लीजिए। नीचे वाली एक पुस्तक को पकड़िए और उसे तेज झटके से बाहर खींच लीजिए। गड़्ढी को बिना गिराए ही क्या आप इस पुस्तक को बाहर निकाल सकते हैं ?

6. जड़ता की सहायता से छड़ी को तोड़ना

एक छोटी छड़ी लीजिए, जो 18 या 20 सेंटीमीटर लम्बी हो। यदि कोई छड़ी न मिले तो गाधारण पेंसिल ही ले लीजिए। अब एक ममाचारपत्र को मोड़ कर मेड के किनारे के पास रतिए। छड़ी को ममाचारपत्र के नीचे मेज पर



इस प्रकार रखिए कि आधी छड़ी बाहर की ओर निकली रहे। इस बड़े हुए भाग को चिकनी दूधने छड़ी से जोर से मारिए। जड़ता के कारण मेज पर रखी हुई छड़ी के दो टुकड़े हो जाएंगे।

7. फावड़े की सहायता से जड़ता का प्रदर्शन

फावड़े को सूखी मिट्टी से पूरा भर कर उल्टा लीजिए। फावड़ा चला कर मिट्टी को दूर धँसिए। आप देखेंगे कि जब फावड़ा रुकता है तो जड़ता के कारण मिट्टी दूर चली जाती है।

8. साइकिल और जड़ता

साइकिल को तेजी से चलाइए और तब एकाएक ब्रेक लगा दीजिए। देखिए कि मानने शरीर में आगे चलते रहने की प्रवृत्ति है और यह प्रवृत्ति आपको हैडल की ओर डकेल देना चाहती है। यह आपके शरीर की जड़ता का परिणाम है।

9. मोटरकार और जड़ता

ऊपर के प्रयोग-8 में बतलाए गए प्रभाव को आप मोटरकार का प्रयोग करके उस समय भी देख सकते हैं जब कार को एकाएक रोका जाए। आपको सामने की वस्तु का सहारा लेना पड़ता है, नहीं तो आप गद्दी पर से फिसल कर भागे गिर सकते हैं। आपका शरीर गाड़ी के साथ आगे चलता रहता है और गाड़ी रोकने पर भी उसमें आगे ही चलते रहने की प्रवृत्ति रहती है।

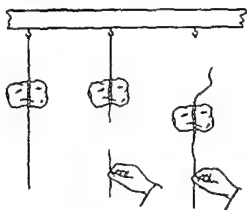
जब आप किसी रकी गाड़ी में बैठे रहते हैं और उसे झटके से चला दिया जाता है तो आप देखेंगे कि जड़ता के कारण आप पीछे धुनने लगते हैं। आपका शरीर गतिरहित है और जब गाड़ी चल पड़ती है तब भी उसमें गतिरहित रह जाने की प्रवृत्ति रहती है।

10. पत्थर और जड़ता

इस प्रयोग के लिए लगभग 1 किलोग्राम के एक पत्थर की आवश्यकता पड़ेगी। इस पत्थर में एक मजबूत रस्ती को लपेट कर बाँधिए। अब इस रस्ती में पत्थर के दूसरी ओर किसी

हल्की डोरी के टुकड़े को बांधिए। प्रत्येक टुकड़े की लम्बाई लगभग आधा मीटर हो। यह हल्की डोर केवल इतनी ही मजबूत हो कि पत्थर को लटकाने पर उसके भार को सम्भाल ले, यर्थात् भार को थोड़ा बढ़ाने पर डोर टूट जाए। अब पत्थर को मेज से थोड़ी ऊंचाई पर सावधानी से लटका दीजिए। मेज पर कोई पट्टा रख दें, ताकि पत्थर के गिरने से मेज में गड़ढा न पड़ जाए। नीचे वाली रस्ती के सिरों को कस कर पकड़िए और जोर से एक झटका दीजिए। यदि आप सफल होंगे तो नीचे वाली डोर टूट जाएगी और पत्थर लटका रह जाएगा। यह पत्थर की जड़ता का परिणाम है। अब नीचे वाली रस्ती के बचे हुए भाग को पकड़िए और उसे धीरे-धीरे अधिकधिक बल से खींचिए। इस बार ऊपर की डोर टूटती है और पत्थर मेज पर गिर जाता है, क्योंकि झटका देने की बजाय निरन्तर बल लगाने से पत्थर चलने लगता है (पतले धागे और भारी आलू या छोटे पत्थर से भी यह प्रयोग किया

जा सकता है)।



11. कड़े उबले अण्डे की पहचान

एक ताजा अण्डा और एक दूसरा ऐसा अण्डा लीजिए जिसे उवाल कर कड़ा कर दिया गया हो। प्रत्येक को बड़ी तश्तरी (या थाली) में नचाइए। देखिए कि उबला अण्डा देर तक नाचता रहता है। ताजे अण्डे के भीतरी द्रव पदार्थ की जड़ता उसे जल्दी ही स्थिर कर देती है।

ड. बल और गति

1. हल्की वस्तु अधिक तेज चलती है

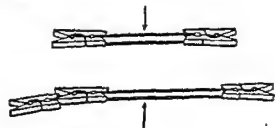
खडिया से मेज पर आधे मीटर का चिह्न लगाइए। इसे बराबर-बराबर सेंटीमीटरों में विभाजित करिए। अब रबड़ का एक बड़ा-सा छल्ला और लकड़ी की दो कमानीदार चुटकियाँ (जिन्हें गीले कपड़ों को लटकाने के लिए काम में लाया जाता है) लीजिए। (रबड़ का छल्ला न मिले तो साइकिल की 50 सेंटीमीटर लम्बी वाल्व-नली से काम चल जाएगा। क्लिप न मिले तो लकड़ी के टुकड़ों से काम चल जाएगा परन्तु उनको रबड़ में बाँधना पड़ेगा)। रबड़ के छल्ले को प्रत्येक सिरों पर एक क्लिप लगाइए। अब प्रत्येक क्लिप को एक हाथ में पकड़िए परन्तु वे मेज पर ही रहें। उनको मेज की किसी अंकित रेखा पर रखिए। रबड़ के छल्ले को खींच कर क्लिपों के बीच की दूरी लगभग 15 सेंटीमीटर कर दीजिए और इस दूरी का मध्य-बिन्दु वह अंकित रेखा हो। एक ही क्षण में दोनों क्लिपों को छोड़ दीजिए। देखिए कि वे मध्य-बिन्दु

पर मिलते हैं।

इसके बाद रबड़ के छल्ले को एक और दो चुटकियाँ लगाइए और दूसरी और केवल एक। छल्ले को लगभग 24 सेंटीमीटर तक खींच कर तान दीजिए और तब चुटकियों (क्लिपों) को छोड़िए। इस बार वे कहाँ मिलती हैं ?

इस प्रयोग को दोहराइए, परन्तु प्रत्येक ओर दो चुटकियाँ लगाइए। वे कहाँ मिलती हैं ?

प्रयोग को फिर करिए, परन्तु एक ओर तीन चुटकियाँ रहें और दूसरी ओर दो। अब वे कहाँ मिलती हैं ?



2. बल और गति सम्बन्धी प्रयोग

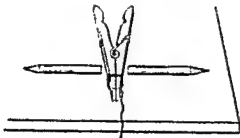
एक कमानीदार चूटकी लीजिए और उसकी लम्बी भुजाओं को दबा कर और उन पर दो-एक फेरे घागा बांध कर चूटकी के मुँह को खोल दीजिए। इस चूटकी को किसी लम्बी मेज़ के बीच में रखिए। दो पेंसिलें लीजिए, जो लगभग एक ही लम्बाई और एक ही भार की हों। एक को चूटकी की बंधी भुजाओं से सटा कर रखिए और दूसरी को दूसरी भुजा से। घागे को सावधानी से जला दीजिए और पेंसिलों को देखिए। घागे के जलते ही भुजाएं मुक्त होती हैं और पेंसिलों को विपरीत दिशा में फेंक देती हैं।

प्रयोग को दोहराइए परन्तु अब नीचे बार दो बड़ी पेंसिलें लीजिए, जो एक ही नाप और एक ही भार की हों। आप क्या देखते हैं? पहले वाले परिणाम से तुलना करिए।

प्रयोग को दोहराइए, परन्तु एक और बड़ी तथा भारी पेंसिल रखे और दूसरी और छोटी, हल्की पेंसिल रखे। आप क्या देखते हैं?

यदि आप घातु तथा कांच की गोलियां ना सकें तो प्रयोग को दोहराइए और घातु तथा कांच की गोलियों को विभिन्न संख्याओं में दोनों ओर रख कर जांच करिए।

क्या आप इस प्रयोग से कोई परिणाम निकाल सकते हैं?



3. इंचेत्तने वाले बलों में क्रिया और प्रतिक्रिया

बल हमें दबा देता होता है। यदि आप दीवार को इंचेत्तने के लिए बल लगाएंगे तो दीवार भी उतने ही बल में धातको पीछे हटाएगी।

दो ऐसी कमानी तुला लीजिए जिनके बीच-बीच सपाट हों। इन तुलाओं को ऐसी स्थिति में रखिए कि उनके तौल-मात्र एक दूसरे से बराबर हों और उनके शकानौक (झायल) ऊपर की तरफ रहें। एक और स्वयं दगा और दूसरी और स देवान क लिए किन्ती धार में कहिए। आप देखेंगे कि जब दोनों एक दूरे दबाते हैं तो प्रत्येक तुला वही तौल बनाती है।

4. धौंचने वाले बलों में क्रिया और प्रतिक्रिया

दो कमानी तुलाएं लीजिए। अब किन्ती धौंचे-सी धोर के प्रत्येक सिरे पर एक फन्दा बनाए और दोनों फन्दों में एक-एक कमानी तुला को फंसा दीजिए। विचारधियों से कहिए कि ये इन तुलाओं को विपरीत दिशाओं में खींचें। प्रत्येक तुला को पढ़िए और पाठ्यांकों की तुलना करिए।

5. रोलर-स्क्रेट के साथ क्रिया और प्रतिक्रिया

चिकने फर्श पर एक रोलर-स्क्रेट रखिए। रोलर-स्क्रेट पर एक पैर से खड़े हो जाए और दूसरे पैर को एक कदम भागे बड़ाए। देखिए कि रोलर-स्क्रेट पीछे की ओर विपरीत दिशा में चला जाता है (इस प्रयोग में गिरने का खतरा रहता है, सम्भालने के लिए कोई मित्र बगल में सड़ा रहे तो अच्छा है)।

6. नाव में क्रिया और प्रतिक्रिया

किसी बिना बंधी नाव पर से पून पर उतरिए और देखिए कि नाव उल्टी दिशा में जाती है।

7. क्रिया और प्रतिक्रिया से ही जेट-विमान (जेट प्रोपल्शन) सम्भव होता है

एक गुब्बारे को फूंक कर फूलाइए और उगकी गरदन को चूटकी में दबा कर रूमा। गुब्बारे को छोड़ दीजिए और उगकी गति देखिए। गुब्बारे से निकली हवा की धार (जेट) बहती हवा को दबाती है और उर्ती में गुब्बारा चलता है। जेट विमान या यही सिद्धान्त है।

ध्वनि के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

इस अध्याय में ध्वनि से सम्बन्धित मौलिक सिद्धान्त और सरल प्रयोग दिए गए हैं। बालकों के दैनिक जीवन के अनुभवों से इनका अन्यतम सम्बन्ध है और वे इन्हें रोचक भी पाएंगे।

क. ध्वनि का उत्पन्न होना और उसका पारेपण

1. विविध ध्वनियां

यदि सम्भव हो तो प्रयोग करते समय जो-जो ध्वनियां उत्पन्न हों, उनका नामकरण करते रहने का भी अभ्यास करिए, उदाहरणार्थ थाली की झनझनाहट; प्याले के टूटने की तड़क; भार गिरने का धमाका; घंटे का घनघना; बरतनों का खड़खड़ाना और ठनठनाना; आग में लकड़ी का चिटकना; आग की धांघाया; घड़ी का टिकटिक करना; ढोल की ढमक (या ढमाढम); पैर तले पत्थरों का चुरचुराना; जूते का चरचराना; पानी की छपछपक; बन्दूक का पड़का; नगाड़े की धमक; दरवाजे का भड़क से बन्द होना; बूंदों का पड़पड़ाना; पैरों की आहट; मनुष्य का खलारना; पत्तियों का मरमराना; बादल का गरजना, गड़गड़ाना और छहरना; सांप का फुफकारना; बिजली का कड़कना; मक्खी का भनभनाना; पटी का टुनटुनाना; घोड़े का हिनहिनाना; सिंह का दहाड़ना; गधे का रँकना; भेड़ का मिमियाना; मुर्गे की बाग; गाय का रंभाना; चिड़ियों का चहचहाना; हवाई जहाज का सरसराना या सनसनाना; रोगी का कराहना; सीटी का सिंसियाना इत्यादि।

इन बोलियों की नकल करने में बच्चों को मज्रा आएगा। उन्हें कोष में इन शब्दों का सही-सही अर्थ खोजने में सहायता दीजिए।

2. कम्पनशील पिण्ड ध्वनि उत्पन्न करते हैं

एक पटरी (रूलर) लीजिए और उसके एक सिरे के पास एक छेद करिए। छेद में एक मजबूत डोर बांध कर और डोर के दूसरे सिरे को पकड़ कर पटरी को गोलाई में नचाइए। नचाने का वेग बढ़ाइए। कौन-सी ध्वनि उत्पन्न होती है? इस प्रयोग को दोहराइए परन्तु विभिन्न नाप की पटरियों और डोरों का उपयोग करिए। सुगमता के लिए डोर के दूसरे सिरे पर भी फन्दा बना लीजिए और उसमें एक गोल छड़ी डाल कर पटरियों को नचाइए।

3. 'आह' की ध्वनि करिए। 'आ' का उच्चारण देर तक करते रहिए और अपनी श्वास-नलिका (गले) पर अंगुली रखिए। कम्पन किस कारण उत्पन्न होता है? इसी प्रकार बोलते, गाते और सीटी बजाते समय भी गले में कम्पन का अनुभव करिए।

4. पटरी को मेज पर इस प्रकार रखिए कि इसका लगभग तीन-चौथाई भाग मेज के किनारे से बाहर निकला रहे। पटरी के दूसरे सिरे को एक हाथ से दबाए रहिए। पहले गिने को जरा-सा दबा कर अचानक छोड़ दीजिए। तब पटरी ऊपर-नीचे कम्पन करने लगेगी। ध्यान दीजिए कि कैसे ध्वनि सुनाई पड़ती है। फिर पटरी को इस प्रकार रखिए कि केवल प्रायः भाग मेज के किनारे से बाहर निकला रहे। प्रयोग को दोहराइए। ध्यान दीजिए कि धन कैसे

ध्वनि निकलती है। क्या यह ध्वनि पिछली ध्वनि से भिन्न है? प्रयोग को दोहराइए, परन्तु मेज के बाहर पटरी की लम्बाई में परिवर्तन करते रहिए।

इन प्रयोगों से यह परिणाम निकाला जा सकता है कि ध्वनि कम्पनों से उत्पन्न होती है। कम्पनशील पिण्ड वायु में कम्पन उत्पन्न करते हैं और ये कान में प्रवेश करते हैं। तब हमें ध्वनि सुनाई पड़ती है।

5. 'कम्पनशील वस्तु' का श्रृंखला

कोई छोटी भारी वस्तु लीजिए, जैसे सीसे या लोहे का टुकड़ा या स्पाही की शीशी। लगभग एक मीटर लम्बी डोर के एक सिर पर इन वस्तु को बांध दीजिए। डोर का दूसरा सिर दरवाजे की चौखट में बांध कर वस्तु को लटका दीजिए। इस प्रकार एक लोलक (पेंडुलम) बन जाएगा। वस्तु को दोलन करने दीजिए। एक मिनट में यह कितनी बार दोलन करती है; डोर को छोटा करते जाइए और प्रत्येक बार देखिए कि दोलन-संख्या क्या है? आप देखेंगे कि डोर जितनी ही छोटी होगी, वस्तु उतनी ही अधिक गीघ्रता से दोलन करेगी।

बच्चों के शूल के दोलन को भी देखिए।

नगर घानो एक पड़ी और एक मेट्रोनीम या संगीतधर्मों का समय-मूचक यन्त्र लाइए। इन यन्त्रों में कम्पन-वेग का अध्ययन करिए। कल्पना करिए कि कोई वस्तु अधिकाधिक वेग से दोलन कर रही है। जब कम्पन प्रति सेकंड 16 बार से अधिक होने लगेगा तो चारों ओर की वायु में भी दोलन या कम्पन उत्पन्न होगा और एक बहुत मन्द स्वर सुनाई देने लगेगा। अधिक तीव्र कम्पनों के कारण स्वर तीव्रतर होकर सुनाई पड़ेंगे। 20,000 कम्पन प्रति सेकंड तक ऐसा ही होता है। हमने अधिक कम्पन वाले स्वर को मनुष्य नहीं सुन पाता।

अध्याय-11, प्रयोग 3—5 भी देखिए।

6. बच्चों के गेघने को एक गाड़ी मीजिए, जिसमें गहरा ध्वनि निकलती हो (बहु ध्वनि जो

छिद्रयुक्त चक्र द्वारा वायु निकलने में उत्पन्न होती है)। इसे दौड़ने दीजिए। गाड़ी जितनी ही तेज दौड़ती है, स्वर उतना ही तीव्र हो जाता है।

7. खाली शीशी के मुँह में हवा की थाल फूँकिए (जिससे सीटी के समान ध्वनि निकले)। विविध नाप की शीशियों और बोतलों पर इस प्रयोग करिए।

8. अब ऊपर के प्रयोग में मानने की गति के बदले (जो कि इस काम में कम्पन करते हैं) ऐसे ज्वालक (बनर) के सिर का उपयोग करिए जिसमें ली तितली के पल के समान होती है। ऐसिटिलीन बत्तियों में गैस के निकलने के लिए ऐसा सिर लगा रहता है। ज्वालक के सिर को मुँह में लगा कर उसमें हवा फूँकिए। वायु बहने से निकलेगी और चौड़ी ज्वाला की तरह बन जाएगी। इस वायु-धारा में शीशी, बोतल, गारि का मुँह रखने पर जो अनुनादी (रेजोनेंस) ध्वनि उत्पन्न होंगी, उनका कारण है बोतलों, शीशियों या नलिकाओं में वायु-स्तम्भों का कम्पन होना। ज्वालक के सिर को ऐसी स्थिति में लाइए कि वायु-धारा से सबसे अधिक ध्वनि उत्पन्न हो। अधिक बड़ी बोतल से भ्रमवा गति की बड़ी नलिका से मन्दतर स्वर सुनाई पड़ेगा। छोटी शीशियों से तीव्रतर स्वर सुनाई पड़ेंगे। बहुत छोटी चाबो के सिरों में बने ध्वनि से जो स्वर सुनाई देगा, वह सुन मरने जोग स्वरों में सबसे अधिक तीव्र होगा।

9. अनुनादी बोतलें

एक छात्र से कहिए कि वह एक बोगस के मुँह को अपने कान के पास इन प्रकार रखे कि उसका मुँह बन्द न होने पाए। अब ठीक उरी नाप और आकार की दूसरी बोतल के मुँह में इस प्रकार फूँकिए कि उसमें एक जोरदार मन्द स्वर निकले। प्रत्येक बार जब आप ऐसा करेंगे, दूसरी बोतल में अनुनादी कम्पन धारण हो जाएगा। उसमें उरी प्रकार का परन्तु मीन स्वर उत्पन्न होगा, और उसे आप स्पष्टतः सुन सकेंगे।

10. एक स्वरित्र (ट्यूनिंग फोर्क) लीजिए और कमस्तार, बेला (वायलिन) (या सितार या सारंगी) या लकड़ी की किसी भी पेटो को ध्वनि-पेटिका (साउण्ड बॉक्स) की तरह प्रयुक्त करिए। स्वरित्र को लकड़ी की इष्टिका पर ठोक कर उसमें कम्पन उत्पन्न करिए। तब उसकी जड़ (हैंडल) को ध्वनि-पेटिका पर दबाइए। पेटिका से गूँजती हुई उच्च ध्वनि सुनाई पड़ेगी। खाने का कांटा लेकर प्रयोग को दोहराइए।

11. वायु ध्वनि का वहन करती है

एक व्यक्ति को सीटी बजाने को कहिए। कमरे में उपस्थित सभी व्यक्ति ध्वनि को स्पष्ट-तया सुन सकेंगे। अब पहले व्यक्ति को दूसरे कमरे में भेज दीजिए। वह फिर सीटी बजाएगा तो ध्वनि स्पष्ट नहीं सुनाई पड़ेगी (कमरे के दरवाजे और खिड़कियाँ बन्द कर ली जाएँ)।

12. ध्वनि निर्वात में होकर नहीं भ्रा-जा सकती

एक बैसा ही साधारण निर्वात पम्प लाइए जैसा अध्याय-7 के प्रयोग 3-2 और 3-3 में बताया गया है (साइकिल या कार के हाय-पम्प को खोलिए; पिस्टन निकालिए, उस पेंच को खोल डालिए जिससे चमड़े के वाशर कसे रहते हैं, वाशरों को उल्टी दिशा में लगा दीजिए, पिस्टन पर वाशर इसी उल्टी दिशा में चढ़ा दीजिए, पेंच कस दीजिए और पिस्टन को पम्प सिलिण्डर में डाल दीजिए)। संग्राही (रिसीवर) बनाने के लिए फल-भात्र (फ्रूट-जार) की तरह का कांच का एक बड़ा बरतन लीजिए, जिस पर पेंचदार ढक्कन लगा हुआ हो। ढक्कन में बर्मी से छेद करिए और इस छेद में टांके से धातु की छोटी नलिका झलवा लीजिए। सन्धि वायु-अभेद्य रहे। नलिका के निचले सिरे में एक टायर वाल्व को उल्टा डाल कर झलवा लीजिए।

निर्वात सम्बन्धी प्रयोगों के लिए जब पूर्वोक्त सरल यन्त्र मिल जाएँ तो संग्राही के भीतर दो छोटी घंटियाँ बांध दीजिए। प्रयोग के आरम्भ में, संग्राही से हवा निकालने के पहले उसे

हिलाइए, आपको घंटियाँ बजती हुई सुनाई पड़ेंगी। अब ढक्कन को कस कर बैठ दीजिए और पम्प से हवा बाहर निकाल दीजिए। संग्राही को फिर हिलाइए। आपको घंटियों की ध्वनि अब पहले-जैसी स्पष्ट सुनाई नहीं पड़ेगी। ऐसा क्यों होता है ?

इस प्रयोग को दोहराइए, परन्तु संग्राही में कछ कागज जला कर निर्वात की स्थिति उत्पन्न करिए।

13. उद्यान मीचने का किरमिच का बना हुआ लम्बा नल (हीज) लीजिए, जो दोनों ओर से खुला रहे। किसी व्यक्ति से बात करने और उसकी बात सुनने के लिए इसे टेलीफोन-तार की तरह इस्तेमाल करिए। नल के भीतर की हवा ध्वनि-वाहक होती है। जहाजों पर एक स्थान से दूसरे स्थान तक बात करने के लिए इस सिद्धान्त का उपयोग अब भी किया जाता है।

14. ठोस पदार्थ भी ध्वनि का वहन करते हैं

टीन के दो पुराने डिब्बे लीजिए, जिनके ढक्कन सफाई से काट कर निकाल दिए गए हों। प्रत्येक डिब्बे की पेंदी के बीचोबीच एक छोटा छेद करिए। अब कई मीटर लम्बा, पतला सूती धागा लीजिए और उसके सिरों को इन छेदों में डालिए। धागे के सिरों पर एक-एक दिया-सलाई बाधिए ताकि धागा खिंच कर बाहर न निकल जाए। अब इन डिब्बों को टेलीफोन की तरह इस्तेमाल करिए। धागा तना रहे। किसी छात्र से बात करिए और उसकी बात सुनिए। ध्वनि धागे और डिब्बों के भीतर की हवा द्वारा चलती है। डिब्बे की पेंदी तनुपट (पद) का काम करती है।

यह प्रयोग दियासलाई की दो खाली डिब्बियों से भी किया जा सकता है। इसके लिए प्रत्येक के एक सिरे को उस पतले पारदर्शी कागज से तान कर मढ़ देना चाहिए, जिनमें सिलिण्डर के पेंकेट लपेटे जाते हैं। इन्हीं कागजों में छेद करके धागा लगाना चाहिए।

15. चम्मच से मन्दिर की घंटी की आवाज पैदा करना

एक मीटर लम्बी सूती डोर लीजिए। दोनों सिरों को एकत्र करके बीच में एक चम्मच को सन्तुलित करिए। अब प्रत्येक सिरों को अपनी अंगुलियों से पकड़िए (एक सिरों को एक हाथ की अंगुलियों में और दूसरे को दूसरे हाथ की अंगुलियों से)। इन सिरों को अपने कानों से लगाइए और कुछ झुक कर खड़े हो जाइए ताकि डोर और चम्मच स्वतन्त्रता से लटक रहे। अब किसी से कहिए कि वह आपके चम्मच पर धीरे से कील अथवा दूसरा चम्मच मारे। आपको एक ध्वनि सुनाई पड़ेगी मानो मन्दिर की घंटी बज रही हो। यहां भी ध्वनि डोर से होती हुई आपके कानों तक पहुंच जाती है।



16. पानी के नलों द्वारा तार-संकेत भेजना

अपने छात्रों की सहायता से एक संकेत-मूची बनाइए। तारधरो में जिस प्रकार चाबी को लटकटा कर तार भेजे जाते हैं, उसी प्रकार आप भी नल (पाइप) को लटकटा कर संदेश भेज सकते हैं। नल एक कमरे में दूसरे कमरे तक गया हो, चाहे यह एक ही तले पर हो या विभिन्न तलों तक। एक कमरे में नल को नल के टुकड़े में टाँकने पर ध्वनि दूसरे कमरे में पहुंच जाती है। तब संदेशों की धरना-बढ़नी करिए। इस बार पानी के नल से होकर ध्वनि जाती-प्राती है।

17. अपने रांत द्वारा सुनिए

स्वरित्र (ट्यूनिंग फोर्क) पकवा सने के कांटे को ठोक कर उसमें कम्पन उत्पन्न करिए। जब तक ध्वनि सुनाई पड़ती रहे तब तक रुके रहिए। ज्यों ही ध्वनि का सुनाई पड़ना रुक हो, त्यों ही उसकी मूठ (हैंडल) को अपने दांतों के बीच दबाइए। आपको अब भी ध्वनि सुनाई पड़ेगी। प्रयोग को दोहराइए परन्तु ध्वनि की धार मूठ को अपने कान के पीछे कानी होने पर रखिए।

18. दूध भी ध्वनि का वहन करते हैं

अपने सिर को पानी में इतना डुबाइए कि आपके कान पानी में डूब जाएं (यह काम तैरने के कुण्ड में, समुद्र, नदी या नहाने के तट में हो सकता है)। अब कोई व्यक्ति आपके कुछ दूर पानी में एक घंटी डाल कर उसे बजाए और आपके कान अब भी पानी में ही रहें। आप पानी द्वारा आई ध्वनि को स्पष्ट सुन सकेंगे। यह सच है कि वायु की अतिशय जल में ध्वनि चीगुने वेग से चलती है।

19. गंस-भरा गुब्बारा ध्वनि-संज्ञा को तय काम करता है

रबड़ के एक गुब्बारे में हवा पूर कर उसे साधारण आकार तक फुला लीजिए। गुब्बारे को हाथ में पकड़े रहिए। फुलाने में गुब्बारे में अंगतः काबन डाइ-ऑक्साइड भर गई है। गुब्बारे को अपने कान और किसी घड़ी के बीच रखिए। आपको घड़ी के टिकटिकाने की ध्वनि उम समय की अपेक्षा अधिक स्पष्ट सुनाई देगी। कारण यह है कि भारी काबन डाइ-ऑक्साइड में, जो कि वायु की अपेक्षा अधिक भारी होती है, ध्वनि-तरंगों अधिक स्पष्ट से चलती हैं। ध्वनि-तरंगों के लिए गुब्बारे में अतिभारी (कमपजिग) ध्वनि की तरंग उत्पन्न करना है। हाइड्रोजन गैस के भरे हुए गुब्बारे को लेकर प्रयोग को दोहराइए।

ख . ध्वनि और संगीत

1. कम्पनशील पेटो

टीन के पुराने डिब्बे की पेंदी में एक छेद कर दीजिए। किसी मजबूत डोर भयवा मछली मारने वाली डोर का एक सिरा भीतर डाल कर डोर को (डिब्बे के भीतर) पेंसिल से बस कर बांध दीजिए। डोर पर रेजिन रगड़िए। डिब्बे को एक हाथ से पकड़िए और दो अंगुलियों से पकड़ कर डोर को तानिए। अब अपनी अंगुलियों को डोर पर चलाइए। डिब्बे से ध्वनि निकलेगी। अपनी अंगुलियों को विविध वेगों से तागे पर चला कर प्रयोग को दोहराइए। ध्वनि के विविध तारत्वों (पिचेंज) पर ध्यान दीजिए। क्या आप डिब्बे से संगीत-ध्वनियां निकाल सकते हैं? विविध नाप के टीन के डिब्बों और लेमन-बूस की पेटिकाएं लेकर प्रयोग को दोहराइए। क्या लकड़ी की पेटिकाओं में भी वैसी ही ध्वनियां निकलती हैं?

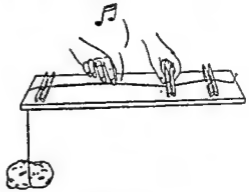
2. रबड़ के छल्लों का सितार

केक बनाने के सांचे, सिगार का डिब्बा, फोटोग्राफ डेवलप करने की तश्तरी या हाथ धोने के बरतन या किसी भी चौकोर तश्तरी पर कई रबड़ के छल्ले तान कर लगा दीजिए। तनाव को घटा-बढ़ा कर उनको इस प्रकार व्यवस्थित करिए कि उसमें विभिन्न स्वर निकले। अब उन पर इच्छानुसार तान बजाइए। यह उपकरण हार्मोकार्ड नामक वाजे की तरह काम देगा। कम्पनशील तार और एक ध्वनि-पेटिका इस ग्रन्थ का सिद्धान्त है। उसी डिब्बे या तश्तरी पर रबड़ के विविध नापों के छल्ले लगा कर प्रयोग को दोहराइए।

3. एकतार

1 मीटर लम्बा इस्पात का तार (जैसा सितार में लगता है), एक कील, कपड़ा लटकाने वाली तीन चूटकिया, पतली पर्ती लकड़ी अथवा किसी अन्य पदार्थ की बनी ध्वनि-पेटिका (नाप लगभग $60 \times 15 \times 3$ सेंटीमीटर) और तार को तानने के लिए एक भारी वस्तु एकत्रित करिए। चित्र में दिखाई गई रीति से इन सबको

संयोजित करिए। क्या आप अपने बनाए इस एकतारे से संगीत उत्पन्न कर सकते हैं? अधिक तार लेकर इस प्रयोग को दोहराइए।



4. पिनों की संगीत-पेटिका

ऊपर के प्रयोग की ध्वनि-पेटिका पर एक पंक्ति में कई छोटी-बड़ी पिनें साँसिए। पिनों को लेंटर-ग्रोपनर (या चानू) से टुनटुना कर इस संगीत-पेटिका से कोई धुन निकालिए। बड़ी पिनों से मन्द स्वर निकलेंगे और छोटी पिनों से तीव्र स्वर।

इस प्रयोग को एक ऐसी कंधी की सहायता से भी करिए जिसमें विभिन्न लम्बाइयों के दांत बने हों।

5. शरबत पीने की नलिकाओं का वाद्यवृन्द

पांच वादकों के लिए शरबत पीने वाली दम नलिकाएं लाइए। एक कैंची की भी आवश्यकता होगी। एक नलिका के एक सिरे को दबा कर चपटा कर दीजिए और चपटे किए गए भाग के दोनों कोनों को काट दीजिए। अब यह चपटा सिरा शहनाई की जीभ की तरह काम करेगा। इसे मुँह में डाल कर फूँकिए। और उसमें इस प्रकार जीभ लगाइए कि ध्वनि खूब स्पष्ट निकले।

अब एक वाद्यवृन्द बनाइए। इसके लिए शेष नलिकाओं को भी बजाने की व्यवस्था करिए। नलिकाओं के दूसरे सिरों को थोड़ा-थोड़ा करके इतना काट डालिए कि उनमें संगीत के अन्य स्वर निकलने लें और इस प्रकार पूरा सरगम तैयार कर दीजिए। प्रत्येक त्रिनाड़ी

दो स्वरों के लिए उत्तरदायी रहता है और वह प्रत्येक हाथ में एक नलिका लेता है। आरम्भ करने के लिए अपने राष्ट्रीय गान को बजाने की चेष्टा करिए।

इसका सिद्धान्त यह है कि नलिका के भीतर की हवा कम्पनशील जीम के कारण कम्पन करने लगती है।

नलिकाओं से बाजा बजाने के बदले ताड़ के पत्ते से छोटी-बड़ी पिपहरियाँ बना कर भी यह प्रयोग बहुत अच्छी तरह किया जा सकता है।

6. बोटल और कांच-नलिका का ट्राम्बोन बाजा

कांच अथवा धातु की नलिका लीजिए, जिसका व्यास लगभग 1 सेंटीमीटर और लम्बाई 20 मीटीमीटर हो। एक बोटल भी लीजिए और उसे पानी से लगभग पूर्णतया भर दीजिए। बोटल को एक हाथ में पकड़िए और नलिका को दूसरे हाथ में। नलिका का एक सिरा पानी में डूबा रहे। बाज नलिका के दूसरे सिरे में फूंक मार कर उसे बजाइए। फिर नलिका को फूंक कर बजाते हुए ही बोटल को ऊपर-नीचे चलाइए। नलिका में वायु-स्तम्भ की लम्बाई को जब धीरे-धीरे बदलेंगे तो आपको विविध स्वर सुनाई देंगे।

7. जल-तरंग

बोतलों और शीशियों का एक जल-तरंग इस प्रकार तैयार करिए, जिसमें प्रत्येक में इतना ऊंचा वायु-स्तम्भ रहे कि उससे सरगम का एक स्वर निकल जाए। घाट बोतलें एक ही तरह की लीजिए। पहली क्षाली रहे। शेष बोतलों में उचित ऊंचाई तक पानी ढालिए, जिसमें पटरी या छोटी छड़ी से ठोंके जाने पर उससे सरगम के सभी स्वर निकल सकें। यह प्रयोग मन्चे गिलासों द्वारा भी किया जा सकता है। बोटल या गिलास के भीतर का वायु-स्तम्भ बोटलों के कम्पन होने के कारण स्वयं कम्पन करने लगता है।

यदि आपके पास चीनी मिट्टी के कई बरतन हैं या कई नाचों की पेटियाँ हैं तो उनसे

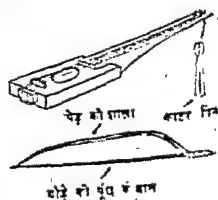
भी यह खेल किया जा सकता है। इनमें उनको चुन लीजिए जिनसे सरगम के स्वर निकलें हैं। इन्हें एक पंक्ति में रखिए। प्रत्येक हाथ में एक छोटी या खाने का कांटा सीदिए और सावधानी से ठोंक कर धुन निकालिए। (कांट के जल-तरंग में चीनी मिट्टी के बरतनों में प्यालों में न्यूनाधिक जल भर कर स्वर निकाला जाता है)।

8. भोजन का समय बताने के लिए घुंत्ने पेटियाँ

इस्पात का नल (पाइप) प्राप्त करिए, जिसका व्यास लगभग 3 सेंटीमीटर हो और लम्बाई लगभग 3.5 मीटर। इसको काट कर सात टुकड़े करिए, जिनकी लम्बाइया क्रमानुसार 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 सेंटीमीटर और 95 सेंटीमीटर हों। प्रत्येक नल के सिरे के दोनों छोर बर्मी से छेद करिए और उन्हें सटका दीजिए। ये स्वतन्त्रता से लटकें। कड़े रबड़ के हथोड़े से प्रत्येक को पारी-पारी से ठोंकिए और अपनी कक्षा के लिए एक प्रकार का नाम संगीत या संकेत-संकेत तैयार करिए (अर्थात् प्रत्येक छात्र एक भजन क्रम में नलों को बजाए)।

9. सिगार बक्स की वायलिन या सारंगी

एक सिगार बक्स या उसी प्रकार की इतनी पेटिका, संगीत का सामान बँचने वाली है। वायलिन के तार, एक छोटी के कुछ टुकड़े, एक टुकड़ा रेजिन और कुछ काटर-निगार। इन सब अवयवों को इस प्रकार संयोजित करिए कि चित्र में दिखाया गया सिगार बक्स



वायलिन बन जाए। कमानी (गज़, बो) किसी पड़े की शाखा और लगभग 70 सेंटीमीटर लम्बे घोड़े की पूंछ के बास से बनाई जा सकती है।

10. बांसुरी

बांसुरी के लिए बास का एक पूरा टुकड़ा लीजिए। बांस सीधा (पतले दल का) हो, उसका व्यास लगभग 1.5 सेंटीमीटर और लम्बाई लगभग 30 सेंटीमीटर हो। बांस के दोनों मुंह खुले हों और सारी लम्बाई खोखली हो। इसे हल्की भांच पर इतना सुखाइए कि इसका छिलका पीला या हल्का भूरा हो जाए। जब यह ठण्डा हो जाए तो चित्र में दिखाए गए स्थानों में इस पर मुंह और छेदों की पंक्ति बनाइए, जैसा बांस की बांसुरी, टीन की बांसुरी में होता है, परन्तु उसकी ध्वनि अधिक मधुर होती है। कम्पायमान वायु-स्तम्भ की लम्बाई मुख के पास बने छिद्र से लेकर प्रथम खुले हुए छेद तक नापी जाती है।



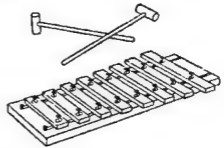
11. काठतरंग और मरिम्बा

इन्हें बनाने के लिए कड़ी लकड़ी, बास या लोहे की पत्तियों और एक पट्टे की आवश्यकता पड़ेगी। इस प्रकार की 8, 12, या 16 पत्तियां चाहिए। उनकी लम्बाइयां इतनी हों कि ठोंकने पर सरगम के सब स्वर निकलें। काठतरंग के समतल पट्टे पर जड़ने के लिए प्रत्येक पत्ती में प्रत्येक सिरों के किनारे पर लगभग 2 मिली-मीटर व्यास का छेद करिए। पट्टे पर नमदे

या ऊनी कपड़े की धज्जियां रखिए और प्रत्येक छेद में छोटी कील डाल कर पट्टे पर ठोंक दीजिए, जिससे पत्ती अपने स्थान पर पड़ी रहे परन्तु कसी न रहे। (कड़े) रबड़ के हथौड़े से ठोंकने पर पत्तियों में कम्पन होगा।

मरिम्बा के लिए चित्र में दिखाई गई रीति से लकड़ी के टुकड़े गाढ़े जाते हैं। इनसे आधा बनता है, जो ध्वनि-पेटिका की तरह काम देता है। प्रत्येक पत्ती के प्रत्येक सिरों पर दो-दो छेद करिए। इन सब छेदों में से एक मजबूत डोर पहना दीजिए, जैसा चित्र में दिखाया गया है और इसे पेटिका के ऊपर तान दीजिए।

अब (कड़े) रबड़ के दो ऐसे हथौड़े लीजिए जिनके हत्ये (हैंडल) कुछ लम्बे हों। बजाने के लिए पत्तियों को हल्के-से ठोंकिए।



कुछ और सरल वाद्य-यन्त्र भी बनाए जा सकते हैं, उदाहरणार्थ विविध नगाड़े, डोलक, मृदंग, तबले, तार के संगीत यन्त्र, आदि। स्वयं उन्हें बनाने की युक्ति करिए।

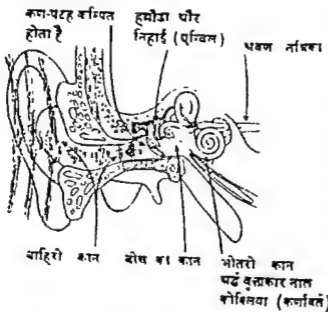
ग. ध्वनि को रेकार्डों में भरना और उसका पुनरुत्पादन

1. कान कैसे काम करता है

वायु में होने वाले कम्पन श्रवण-मार्ग (आडि-टरी पैसेज) द्वारा कान के भीतर प्रवेश करते हैं। श्रवण-मार्ग का अर्थ है कान के मूल के पास की कर्ण-पट्ट (इयर-ड्रम मेम्ब्रेन)।

वे कर्ण-पट्ट को चलायमान करते हैं, जिनसे कर्ण-पट्ट की तीन छोटी हड्डियों का गमूह चलायमान होता है। इस तरह वे कान की उस गुहा में पहुंचते हैं, जिसे भीतरी कान कहा जाता है।

कान का एक भाग घोंघे के कवच (शैल) के रूप का होता है। महा वह अंग रहता है जो ध्वनि-तरंगों को ग्रहण करता है और श्रवण-तन्त्रिका द्वारा मस्तिष्क से सम्बद्ध रहता है। नीतरी कान का एक अन्य अवयव, जिसमें तीन छोटे अर्धवृत्ताकार नाल होते हैं और जो सन्तुलन बनाए रखता है, सुनने में कोई भाग नहीं लेता।



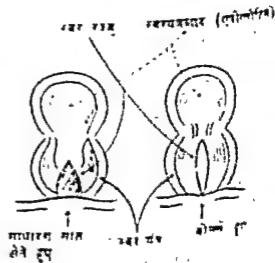
ध्वनि के कम्पन घोंघे के कवच के रूप की काविलया तक साधारणतः कर्ण-पट्टह और पूर्वोक्त छोटी हड्डियों द्वारा पहुँचते हैं (इससे एक तन्त्रिका-मन्देन उत्पन्न होता है जो मस्तिष्क तक पहुँचता है), परन्तु कम्पन छोपड़ी की हड्डियों द्वारा भी पहुँच सकता है। काविलया तक कम्पन चाहे किसी भी मार्ग से पहुँचे, हमें ध्वनि सुनाई पड़ेगी ही।

जब कोई ध्वनि हमारे दोनों कानों तक पहुँचती है तो हम जान लेते हैं कि ध्वनि किस दिशा से आती है। यदि यह ठीक सामने से आती है तो यह दोनों कानों में ठीक एक समान पहुँचती है और उलका वम भी बराबर रहता है। परन्तु यदि ध्वनि का उद्गम एक ही ओर हो तो क्योंकि हमारा एक कान दूसरे कान से कुछ अधिक दूरी पर पड़ता है,

इसलिए ध्वनि वहाँ कम दब-सहित तथा लम्बे देर में पहुँचती है।

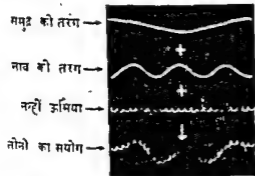
2. बोल कैसे उत्पन्न होता है

बोलने में मुँह, दाँत, जीभ, गला और फेफड़े—सभी काम करते हैं। ध्वनि शिल्ली (मेम्ब्रेन) दो पतली चादरों द्वारा उत्पन्न होती है जिसे स्वर-रज्जु (वोकल कॉर्ड्स) कहते हैं। स्वर-रज्जु ध्वनि-कक्ष के अनुप्रस्थ (एंगल) में रहते हैं। ध्वनि-कक्ष को कण्ड या स्वर-कण्ड (लैरिक्स) कहते हैं। स्वर-यन्त्र श्वासन-नलिका (विण्ड-पाइप) का ऊपरी भाग है और यह गला पीछे जीभ की जड़ पर स्थित है। जब प्रायः कोई वस्तु निगलते हैं तब यहाँ काटिलेब का एक कूटद्वार, जिसे स्वर-कण्डच्छद कहते हैं अपने प्रायः उतर कर स्वर-यन्त्र को बन्द कर देता है। इसलिए कोई भी आहार श्वासन नली में नहीं जाने पाता। जब स्वर-रज्जु बन्द की कुछ मांस-पेशियों के संकुचन के कारण तने रहते हैं तो उनके बीच एक छक्का दीर्घ छिद्र (स्लिट) बन जाता है। जब इस छिद्र में हवा बलपूर्वक बाहर निकाली जाती है तब उन्हें कम्पायमान होना पड़ता है। इनके श्वासन नली, फेफड़े, मुँह और नाभिना-गुहाओं की वायु में भी कम्पन उत्पन्न हो जाता है।

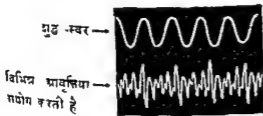


3. ध्वनि-तरंगों के चलने की रीतियां

एक सैकंड में जितने भी पूर्ण कम्पन हों, वही उस कम्पन की आवृत्ति (फ्रीक्वेंसी) है। जिस रीति से विविध ध्वनि-आवृत्तियां संयुक्त होती हैं, वह जल की तरंगों के संयुक्त होने की रीति के समान है। समुद्र की तरंगें सबसे अधिक लम्बी होती हैं अर्थात् उनकी आवृत्ति कम होती है। मान लीजिए इन तरंगों पर कोई छोटी मोटर बोट चलती है। यह बोट अपनी निजी तरंगें भेजती है, जिनकी आवृत्ति सागर की तरंगों से अधिक होती है। फिर, यदि हवा वह रही है तो वह मोटर बोट वाली तरंगों के तल पर नहीं ऊर्मियां (रिपल्स) भेजती है। साधारणतः ऊर्मियों की आवृत्ति अन्य दोनों से भी अधिक होती है। अब इन तीनों के संयोग से चित्र में दिखाई गई रीति की आकृति बनती है।



इसी प्रकार, विविध वाद्य-यंत्रों से विविध आकृतियां निकलती हैं और उनकी ध्वनि-तरंगें संयुक्त होकर ध्वनि-तरंगों की विविध आकृतियों का निर्माण करती हैं।

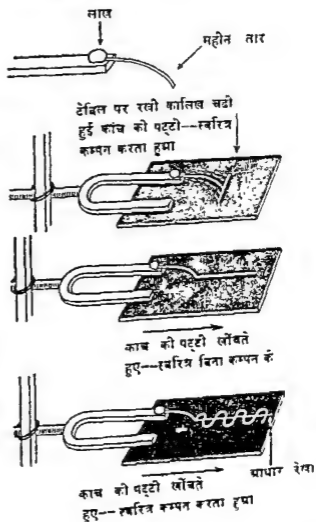


4. स्वरित्र की तरंग-आकृति

साक्ष को पिचला कर उसकी दो बूंदें टपका कर किसी स्वरित्र (ट्यूनिंग फोर्क) की एक

भुजा में महीन तार का एक टुकड़ा चिपका दीजिए। स्वरित्र की मूठ को किसी स्टेड में मजबूती से कस दिया जाता है और उसे मेज से जरा-सा ऊपर रखा जाता है। कांच की छोटी पट्टी पर तेल के दिए या मोमबत्ती से कालिल चढ़ाइए। अब इस पट्टी को स्वरित्र की उस भुजा के नीचे रखिए जिसमें तार चिपकाया गया है। तार को इतना मोड़ देना चाहिए कि वह कांच की पट्टी को छू दे। अंगुली से स्वरित्र में कम्पन आरम्भ करिए और मेज पर कांच की पट्टी को इतने वेग से खींचिए कि उस पर तरंग रेखांकित हो जाए।

इस प्रयोग को दोहराइए, परन्तु कांच की पट्टी को हर बार विविध वेगों से खींचिए और विभिन्न स्वरित्रों का उपयोग करिए।



तरंग की रेखा आधार-रेखा से जितनी ही ऊंची होगी ध्वनि उतनी ही ख़ौरदार होगी।

5. ग्रामोफोन-रेकार्ड ध्वनि को पुनरुत्पादित करता है

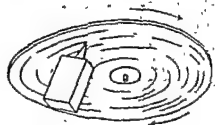
एक ग्रामोफोन रेकार्ड तथा एक प्रवर्धक लैन्स लाइए। प्रवर्धक लैन्स द्वारा देखने पर रेकार्ड में बहुत-सी तरंगित रेखाएँ दिखाई देंगी। यदि हो सके तो अलग-अलग गति से चलने वाले रेकार्डों की तरंगित रेखाओं की तुलना करिए।

अब रेकार्ड को मशीन पर रख दीजिए और उसे साधारण वेग से घूमने दीजिए। अपने नख की फोर को रेकार्ड की किसी रेखा में डालिए और सावधानी से सुनिए। क्या आप अपने नख से निकले संगीत को सुन सकते हैं? क्या आपको अपने नख में कम्पन का अनुभव हो रहा है? स्पष्ट है कि जब आपका नख रेकार्ड की गहरी रेखाओं में फंसा है तो उसे विवश होकर कम्पायमान होना पड़ता है और इस प्रकार वह अभिलिखित ध्वनियों का उत्पादन करता है (नख यदि बढ़ा रहे और काट कर मुकीता कर दिया जाए तो अच्छा रहेगा)।



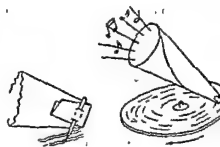
6. सरल पुनरुत्पादक

दियाननाई की खाली डिबिया या काढ़े (कड़े कागज) के कोनों में ग्रामोफोन की सूई धुसा दीजिए। अब पिछले प्रयोग को दोहराइए, परन्तु नख के बदले सूई का उपयोग करिए। क्या ध्वनि-धोप बढ़ जाता है?



7. एक दूसरा सरल पुनरुत्पादक

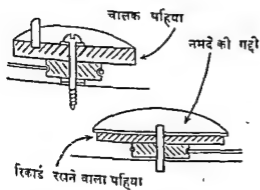
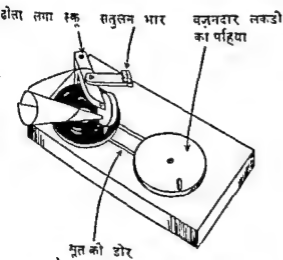
अधिक धलशाली परेसू पुनरुत्पादक के लिए शंक्वाकार चोंगे का उपयोग करिए। आप पुराने फोनोग्राफों का-सा नमूना बना सकते हैं। पिछले प्रयोग के काढ़े या डिबिया के बदले लगभग 40×40 सेंटीमीटर के बने भारी कड़े कागज से बने चोंगे का उपयोग करिए। कागज को शंकु के आकार में फेर दीजिए और उसके संकरे सिरे को सूई दीजिए। फिर कागज की सब परतों में चोंगे दिखाई गई रीति से एक सूई धुसा दीजिए। चोंगे को इस प्रकार पकड़िए कि जब रेकार्ड घूमे तो सूई रेकार्ड के खांचे में हलके-से सँभरे। अब कमरे में वर्तमान हर एक को आपके सरल पुनरुत्पादक का संगीत सुन पड़ेगा।



8. सब के लिए ग्रामोफोन

आपको इन वस्तुओं की आवश्यकता पड़ेगी—गोल लकड़ियाँ, लगभग 2.5 सेंटीमीटर मोटी और 30 सेंटीमीटर व्यास की; पेंसिल का एक तगभग $80 \times 40 \times 2.5$ सेंटीमीटर लकड़ी; फन्सलिन का एक टुकड़ा, जिनका व्यास 30 सेंटीमीटर हो—इसी पर रेकार्ड रखा जाए। पतले प्रभक का एक टुकड़ा लगभग 10 सेंटीमीटर का (कभी-कभी गैर)

को चिमनियां भी अन्नक से बनी होती हैं, उनका (अन्नक काम दे सकता है); ड्यूको सीमेंट में एक नलिका; ग्रामोफोन की सूइयां, पिन, बर्नि-उत्पादक को चौखट बनाने के लिए धातु का एक वाजू (पलेंज) और सूई पकड़ने वाला पुर्जा। यह बन जाने के बाद आपका फोनोग्राफ पहले चित्र के समान लगेगा। पहले दो गोल लकड़ियों को पेटे पर आरोपित करिए (जैसा कि दिखाया गया है) और चालक पहिए का रिकार्ड रखने वाले पहिए को सूत की उचित लम्बाई वाली डोर से सम्बद्ध कर दीजिए। रिकार्ड रखने वाले पहिए पर फलार्लिन या नमदे की गद्दी सरसस चिपका दीजिए। इसी पर रिकार्ड रखा जाएगा।

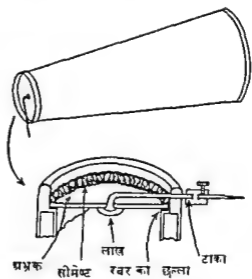


ध्वनि का प्रमुख भाग, अर्थात् ध्वनि-उत्पादक तथा चोंगा, दो रीतियों में से किसी से भी बनाया जा सकता है। इनमें कागज के दूध के डिब्बे वाली रीति अधिक सरल है

(परन्तु भारत में ऐसे डिब्बे प्रायः नहीं मिलते)। चित्र के आभार पर काम करिए।

(क) धातु के पलेंज (पट भाग) पर, जिस पर साधारणतः टोपी (डबकन) टिकाई जाती है, खड़ का एक छल्ला सफाई से सीमेंट लगा कर चिपका दीजिए।

(ख) अन्नक की चादर का एक गोल टुकड़ा इतना बड़ा काटिए कि वह दूध के डिब्बे के मुह में ठीक बैठे।



(ग) अन्नक के केन्द्र पर धर्मि से एक छोटा-सा छेद करिए। एक बहुत बड़ी पिन (आलपिन) लेकर उसे सिर के पास मोड़ दीजिए। मोड़ा हुआ भाग दोप लम्बाई से लगभग एक समकोण बनाए। इस पिन को अन्नक के छेद में डाल दीजिए और तब धातु वाले पलेंज में किए गए एक छेद में पिन को नोक डाल कर नोक को बाहर निकलने दीजिए।

(घ) तनुपट (अन्नक) को ड्यूको अथवा शीघ्र सूखने वाले किसी सीमेंट से अपने स्थान पर चिपका दीजिए।

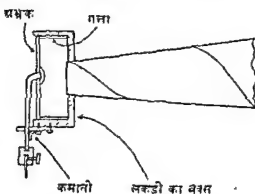
(ङ) सूई पकड़ने वाला पुर्जा बनाने के लिए किसी कम व्यास वाली पीतल की छड़ में से 6 मिलीमीटर का एक टुकड़ा काट लीजिए। इसको पूरी लम्बाई में एक छेद कर दीजिए और पिन के सिरे से फालतू लम्बाई को काट कर उम पर इसे चढ़ा दीजिए और टांके में जोड़ दीजिए। ध्व

(कोहे का) एक छोटा पेच (सेट स्कू) लीजिए (जैसा ज्यामितीय ड्राइंग पेन में लगा रहता है) और पूर्वोक्त पीतल के पुर्जे की एक बगल में छेद कर लीजिए, जो व्यास में इस पेच से जरा छोटा रहे। तब पेच को छेद में बलपूर्वक घुमा दीजिए, जिससे पीतल में भी चूड़ी बन जाए।

(च) ऊपर (ङ) में बताया गए पुर्जे के बदले आप विजली की बत्ती के किसी पुराने होल्डर में से पीतल का वह पुर्जा ले सकते हैं जिसमें विजली का तार डाल कर कसा जाता है।

(छ) चाँगा बनाने के लिए मोमी कागज वाली आइसक्रीम खाने की प्याली लीजिए और उसकी पेंदी निकाल कर फेंक दीजिए अथवा कागज का बना हुआ दूध का डिब्बा लें और उसे ऊपर बताया गए धातु के फ्लेंज के छेद (मुंह) में कस दीजिए।

(ज) इस पूरे एकक को बाहक वाहू (कैरियर आर्म) पर चिपकाऊ पट्टी से बांध दीजिए। शेष काम आपके चातुर्य पर निर्भर है।



ध्वनि-उत्पादक बनाने की दूसरी रीति ऊपर के चित्र में दिखाई गई है। इससे ऐसा यन्त्र बनेगा जो साधारण फोनोग्राफों से अधिक मिलता-जुलता रहेगा (भारत में यह अधिक मुगमता से बन सकता है)।

9. फोनोग्राफ से ध्वनि-अभिलेखन

ध्वनि अभिलेखन (रेकार्डिंग) ध्वनि-पुनरुत्पादन की ठीक उल्टी क्रिया है। हम सोच चुके हैं कि हमारी आवाज अथवा किसी भी

अन्य ध्वनि के द्वारा किसी भी वस्तु को कम्पनमान किया जा सकता है और उनसे कालिका लगी हुई चलती कांच-पट्टी पर तरंगित रेखाएँ भी बनाई जा सकती हैं।

अपने मुह के सामने एक कड़ा कागज (काई) लाइए और उस पर आवाज डालिए। अपनी अंगुलियों के छोर से कागज के कम्पन का अनुभव करिए।

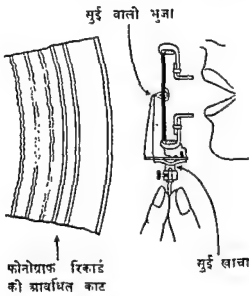
आइसक्रीम वाली (मोमी कागज की) प्याली अथवा कागज के बने हुए दूध के डिब्बे की पेंदी निकाल डालिए और उसके मुंह के संकरे सिरे पर पतले कागज या पतले रबड़ का पर्दा तान कर बांध दीजिए। इसमें कोई गाना गायें और कम्पनों का अनुभव करिए।

पिछले प्रयोग में बनाए गए ध्वनि-पुनरुत्पादक को निकाल लीजिए और उसके छेद (मुंह) में कुछ बोलिए। उसे छूकर देखने से आपको पता लगेगा कि बोलने पर सूई की नोक कम्पन करती है।



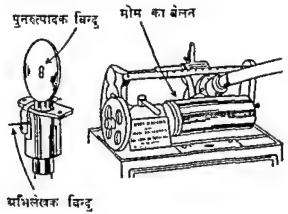
अब ध्वनि-पुनरुत्पादक को अपनी पुर्तनी जगह पर लगा दीजिए, और घूम-घूम कर रेकार्ड की जगह उसी नाप के कालिका लगे कांच-पट्टी को लगा दीजिए। चाँगे में कुछ बोलिए और अपने बोलते समय ही किसी में घूमवकर कांच-पट्टी को चलवा दीजिए। सूई में कम्पन होगा और आपकी आवाज को अंकित करने के लिए ये तरंगित

रेखाएं खींचेगी। काच के पट्टे की जगह कड़े मोम की गोल चादर भी लगाई जा सकती है।



बोलता यन्त्र सबसे पहले टामस ए० एडिसन ने बनाया था। यह यन्त्र अभिलेखक (रेकार्डर)

भी था और पुनरुत्पादक भी। वह पहले आवाज को अभिलिखित करता था और फिर उसे बजा देता था। यदि आप कोई वैज्ञानिक वस्तु-संग्रहालय (सायंस म्यूजियम) देखने जा सकें तो वहाँ पुराने ढंग के डिक्टाफोन को देखिए। नए यन्त्रों की अपेक्षा पुराने यन्त्रों में उनके पुर्जे अधिक स्पष्ट दिखाई पड़ते हैं।

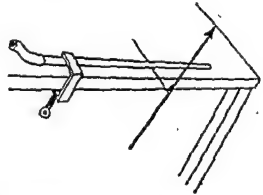


उष्मा के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. उष्मा का प्रसार प्रभाव

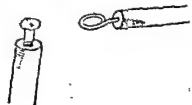
1. यह दिखाना कि गरम करने पर ठोस वस्तुएं फैलती हैं

लगभग 2 मीटर लम्बी तांबे की एक मजबूत नलिका लीजिए (लोहे की नलिका से भी काम चल सकता है)। उसे मेज पर रखिए और उसके एक सिरे को सन्धर (क्लैम्प) लगा कर स्थिर कर दीजिए (भारी बोझ से भी काम चल जाएगा)। दूसरे सिरे के नीचे युनाई वाली (लोहे की) सलाई को मोड़ कर अथवा साइकिल की तीली का एक टुकड़ा रख दीजिए ताकि वह रोलर का काम करे। रोलर के मुड़े हुए सिरे में बालसा नामक लकड़ी की एक पतली खपची (अथवा पुआल की एक साँक) को लाख से जोड़ दीजिए, जो लगभग 1 मीटर लम्बी हो। रोलर पर पड़ी नलिका में जब भी कोई गति होगी, तो इस खपची के द्वारा उसका पता चल जाएगा। नलिका के स्थिर सिरे की ओर से नलिका में एक ही गति से हवा फूंकते रहिए, गरम सास के कारण तांबे की नलिका जितनी बढ़ेगी उसका भी पता इस व्यवस्था से चल जाएगा (भारत में यह जाड़े के दिनों में ही सम्भव है और इसके लिए तांबे की नलिका आवश्यक है क्योंकि लोहे की अपेक्षा तांबा अधिक फैलता है)। अब नलिका के भीतर वाष्प प्रवाहित करेंगे तो सूचक पूरा या अधिक चक्कर लगा डालेगा, जिसकी मात्रा इस पर निर्भर है कि रोलर का व्यास कितना है। प्रयोग को फिर से दोहराइए, परन्तु रोलर और सूचक को नलिका के गुले निरे के अधिक नमीय रखिए। पहले के परिणाम से तुलना करिए।



2. चलम और डाढ़ वाला प्रयोग

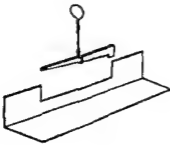
लकड़ी में कसने वाला एक कड़ा पेंच और एक पेंचयुक्त बड़ी झाँख (छुल्ला) लीजिए। पेंच का सिरा इतना बड़ा हो कि वह झाँख में ठीक घुस कर पार हो जाए परन्तु जरा भी ढीला न रहे। प्रत्येक को एक छड़ी के सिरे में कस दीजिए, परन्तु धातु का कम-से-कम 2.5 सेंटीमीटर भाग छड़ी के बाहर निकला रहे। थोड़ी देर तक पेंच के सिरे को किसी ज्वाला में गरम करिए और तब उसे पूर्वोक्त झाँख के भीतर डालने की चेष्टा करिए। फिर पेंच को गरम किए रहिए और साथ ही झाँख को भी ज्वाला में गरम करिए। अब फिर झाँख के भीतर पेंच का सिरा डालने की चेष्टा करिए। पेंच के सिरे को ज्वाला में रखिए और पेंचयुक्त भाग को ठण्डे पानी में ठण्डा कर लीजिए। फिर एक को दूसरे में डालने की चेष्टा करिए। इनके बाद



पेच के सिरे को भी ठण्डा कर लीजिए और फिर चेष्टा करिए ।

3. दण्ड और मापी

इस परम्परागत उपकरण का दण्ड बनाने के लिए गढ़ी कील (कट नेल—ऐसी कील न मिले तो किसी भी लम्बी कील का उपयोग करिए, परन्तु नोक घिस कर निकाल दी जाए, दोनों और के तल समतल हों और कील की लम्बाई पर लम्ब हों) और मापी बनाने के लिए टीन के एक टुकड़े का उपयोग करिए । नापने वाला खुला मुंह बनाने के लिए टीन को कैंची से काटा जा सकता है । टीन को लम्बाई की दिशा में बीच से मोड़ दीजिए । इससे टीन अधिक मजबूत हो जाएगा और उसे मेज पर इस प्रकार खड़ा किया जा सकेगा कि मापी का मुंह ऊपर रहे । हत्या बनाने के लिए दण्ड (कील) पर तार का एक टुकड़ा लपेट लीजिए, जो हैडल का काम करे ।



4. उष्मीय संपर्क (औपर)

यह प्रतिकृति यह दिखाती है कि उष्मा के कारण सीसे आदि की बनी हुई छत्रे किस प्रकार सरकने लगती हैं (विदेश में लोग लकड़ी की छत्र पर सीसे की चादर बिछा देते हैं ताकि लकड़ी न सड़े और पानी भीतर न टपके) । बुनने की एक सलाई के दोनों सिरों पर काग (कार्क) चढ़ा दीजिए । प्रत्येक काग में दो पिनें खोस दीजिए, जिसेसे उपकरण की चार टांगे हो जाएं । ये पिनें तिरछी लगाई जाएं ताकि सलाई के बढ़ने पर सामने वाली जोड़ी सुगमता से आगे खिसक सके और सलाई के छोटे होने

उष्मा के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

पर स्वयं भूमि में धस कर निश्चल हो जाए और पीछे वाले पैरों को आगे धसीट ले ।

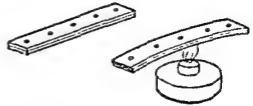
लोहा आदि के दो फलों पर पीतल का पुल रखने पर भी वह ठीक इसी प्रकार काम करेगा और ब्लेडों को तिरछा रखने पर वह ऊपर भी चढ़ता जाएगा ।



5. द्विधात्विक पट्टी

लोहे और पीतल की बराबर नाप की दो पट्टियों को एक के ऊपर एक रख कर लवंगित कर दीजिए । इस पट्टी को गरम करने पर वह एक ओर कम और दूसरी ओर अधिक फैलने के कारण मुड़ जाएगी । छेद कील से करिए और छोटी कीलों को लवंग (रिवेट) की तरह इस्तेमाल करिए ।

पट्टियों को परस्पर बांधने की दूसरी रीति यह है कि प्रत्येक पट्टी की बगल में बराबर दूरियों पर बड़े हुए भाग छोड़ दिए जाएं और उनको दूसरी पट्टी के ऊपर मोड़ दिया जाए ताकि वे एक-दूसरे में फंस जाएं ।



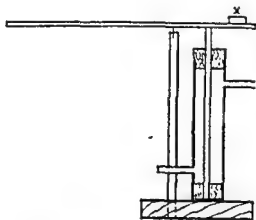
6. प्रसरण-दर को नापने के लिए एक युक्ति

इस प्रयोग के लिए पृष्ठ 44 पर बताया गए सीविंग सधनक को भाप-जैकेट की तरह काम में लाइए । लकड़ी की एक पट्टी में उत्तोलक का काम करके परीक्षण-दण्ड के प्रसरण को बढ़ा कर देखा जा सकता है । बांग या गोस (या चौकोर) लकड़ी का एक टुकड़ा लीजिए । इसके सिरे पर एक रेजर ब्लेड खोज कर एक सन्तोपजनक बॉलक (पिचट) बनाया जा

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

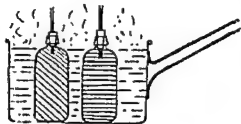
सकता है। चित्र में (X) पर प्रतिभार (काउण्टर वेट) रखा गया है, जो उत्तोलक को परीक्षण-दण्ड पर दबाए रहता है।

बाहरी नलिका में पहले ठण्डा पानी और नव वाष्प प्रवाहित करनी चाहिए। फिर दण्ड के प्रसरण की नाप उत्तोलक की नापों तथा मुक्त सिरे की गति को देख कर की जाती है।



7. द्रवों का प्रसरण

दो-तीन शीशियों में काग और नलिकाएं लगाइए। उनमें विभिन्न द्रव भरिए और उन्हें गरम पानी के बरतन में लगभग डुबा दीजिए। नलिकाओं में पानी जितना अधिक चढ़ जाता है, उतना ही उसका प्रसरण हुआ है। यदि नलिकाओं का व्यास ज्ञात हो और बोटलों की घारिता भी, तो आभासी प्रसरण-गुणांक भी निकाले जा सकते हैं।



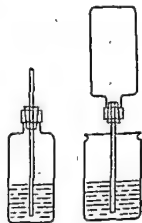
8. गैसों का प्रसरण

शीशियों की सहायता से वायु तथा अन्य गैसों का भी प्रसरण दिखाया जा सकता है। शीशी में वायु कुछ रहने दीजिए। नलिका को उसके

भीतर इतनी दूर तक डालिए कि उसका मुँह पानी के नीचे हो जाए (यदि जाड़े का दिन हो तो)। शीशी पर हाथ रखने से हाथ की गरमी के कारण वायु फैलती है और द्रव को नलिका में ऊपर ले जाती है।

एक सरल प्रकार का वायु-तापमापी नलिका को नीचे (दाहिनी ओर) दिखाई गई रीति से व्यवस्थित करने पर बनाया जा सकता है। इस अध्याय के प्रयोग ख-2 को भी देखिए।

इस बोटल को गरम करने से वायु बाहर निकलती है। ठण्डा होने पर भीतर की दाब कम हो जाती है और इसलिए द्रव ऊपर चढ़ता है।



9. गैसों का प्रसरण—साबुन का बुलबुला

शीशी के मुँह पर साबुन का एक बुलबुला बनाइए (शीशी के मुँह को साबुन के घोल में डुबा कर निकाल लीजिए)। यदि शीशी पर (जाड़े के दिन में) गरम हाथ रखा जाए तो साबुन का बुलबुला बड़ा हो जाएगा।

10. गैसों का प्रसरण बिलाने की एक श्रेय रीति

विजली के पुराने बल्ब से बने प्लास्म के मुँह पर रबड़ का गुब्बारा गीय कर लगा दीजिए। बल्ब को धीरे-से मोमबत्ती या स्पिरिट लैम्प की ज्वाला पर गरम करिए।

पृष्ठ 126 के प्रयोग ख-2 को भी देखिए।

11. गुब्बारे की सहायता से प्रसरण सम्बन्धी एक प्रयोग करना

गुब्बारे अथवा फुटपास में अंशतः हवा भरिए।

फिर उसे धीमी आंच पर गरम करिए अथवा कुछ समय तक घूप में रख छोड़िए, और परिणाम देखिए ।

12. आग वाला गुब्बारा

पतले कागज का एक बड़ा थैला लेकर, जिसके भीतर कपड़ा बेचने वाली बहुधा कपड़ा रख कर देते हैं, आग वाला सरल गुब्बारा बनाइए ।

लोहे या इस्पात के बहुत महीन तार का एक वृत्त बनाइए और उसमें व्यास के आर-पार एक रोक-दण्ड भी लगाइए । थैले का मुंह खोल कर उसके मुंह में पूर्वोक्त वृत्त को गोद लगे कागज की पट्टी से (तीन-चार जगह) जोड़ दीजिए । रोक-दण्ड के बीचोंबीच थोड़ी रूई या स्पज बाध दीजिए और उसे मेथिलेटेड स्पिरिट से तर कर दीजिए । स्पिरिट में आग लगा दीजिए और थैली की पेंदी को उठाए रख कर तार को पकड़े रहिए । कागज के थैले में आग लगने का डर रहता है, इसलिए इस प्रयोग को कमरे के बाहर करना ही अच्छा है ।

कागज के थैले का यह गुब्बारा ज्यादा देर तक नहीं उड़ता । इसमें अच्छा गुब्बारा निम्न-लिखित रीति में बनाया जा सकता है —

एक मेज पर चीनी कागज (अर्थात् पतल वनाने का पतला कागज) के 6 ताव एक के ऊपर एक करके रखिए । उन्हें काट कर चित्र में



ख. ताप

1. क्या आपकी ताप-बोधक शक्ति विश्वसनीय है

तीन बरतनों में पानी भरिए । एक में इतना गरम पानी हो कि आप उसमें हाथ डाल सकें । दूसरे में बर्फ के समान ठण्डा पानी हो । तीसरे में गुनगुना पानी हो । दोनों हाथों को गुनगुने पानी में डाल दीजिए और आधे मिनट तक उसी में पड़ा रहने दीजिए । क्या दोनों हाथों को पानी का ताप एक ही जैसा जान पड़ता है ? क्या वह गरम मालूम होता है या ठण्डा अथवा अन्याय ही (न गरम न ठण्डा) जान पड़ता है ?

दिखाई गई आकृति का कर लीजिए और किनारों को जोड़ कर गुब्बारा बना लीजिए । मुंह को बन्द करने के लिए वृत्ताकार कागज की आवश्यकता पड़ेगी । मुंह पर पहले की तरह तार का छल्ला लगाइए । ऐसा गुब्बारा बहुत ऊंचाई तक उठेगा और इसे पतंग की तरह धागा बाध कर उड़ाया जा सकता है । यदि मिल सकें तो ठोस मेथिलेटेड स्पिरिट लीजिए, जैसा कि कुछ स्पिरिट लैम्पों में जलाया जाता है । यह अधिक सुविधाजनक रहेगा । इसे टीन के छोटे ढक्कन में रखिए । ढक्कन को गुब्बारे के मुंह के बीच में तार की कटोरी में रखा या बाधा जा सकता है ।

अब एक मिनट तक बाएँ हाथ को गरम पानी में रखिए और दाहिने हाथ को बर्फ के समान ठण्डे पानी में । फिर शीघ्रता से दोनों हाथों को पोंछ कर तुरन्त गुनगुने पानी में डाल दीजिए । दाहिने हाथ को क्या अनुभव होता है ? बाएँ हाथ को क्या अनुभव होता है ? क्या उनको वैसा ही अनुभव हो रहा है जैसा उन्हें पहली बार गुनगुने पानी में डालने पर हुआ था ? आपकी ताप-बोधक शक्ति कैसी है ?

2. वायु तापमापी बनाना

बिजनी के पुराने बत्ब ने बने पन्नाम (या

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ,

पतनी शीघ्र वानी बॉतल या परीक्षण-नलिका) में एक छेद की ग्वड की डाट लगा दीजिए और उसके छेद में 60 सेंटीमीटर लम्बी कांच-नलिका लगाइए। डाट बल्ब में पूर्णतया वायु-अभेद्य होकर बैठे। जोड़ को पक्का करने के लिए उस पर जलती मोमबत्ती से मोम टपकाया जा सकता है। चित्र में दिखाई गई रीति से तापमापी के लिए लकड़ी का आधार तैयार करिए। नलिका के पीछे कागज की पट्टी चिपका दीजिए। इसी पर पैमाना बनाया जाएगा। अब किसी छोटी बॉतल या शीशी में ठण्डा पानी भरिए और नलिका के नीचे वाले सिरे को उसमें डाल दीजिए। पानी को स्थायी से रंगीन कर दीजिए। तापमापी के बल्ब को धीरे-से गरम करिए ताकि कुछ हवा निकल जाए। केवल इतनी ही हवा निकालिए कि जब बल्ब ठण्डा होकर कमरे के ताप पर आ जाए तो रंगीन पानी नलिका में आधे दूर तक चढ़ जाए।

पैमाना बनाने के लिए तापमापी को कमरे में कई घंटे तक पड़ा रहने दीजिए। बल्ब के पास एक दूसरा साधारण तापमापी भी रखा रहे। पानी के स्तर पर कागज पर एक रेखा खींचिए और इस बिन्दु पर बगल वाले तापमापी के पाठ्यांक को लिख दीजिए। फिर अपने तापमापी को किसी गरम स्थान में ले जाइए और वहां उसे एक घंटे तक पड़ा



रहने दीजिए। बल्ब के पास ही दूसरा तापमापी रहे। पानी के स्तर और ताप को लिख लीजिए। फिर ठण्डी जगह ले जाइए और एक बार फिर पानी के स्तर और ताप को लिख लीजिए। इन चिह्नों के बीच के स्थान को बराबर-बराबर भागों में बाँटिए और उन पर उचित ताप के अंक लिखिए।

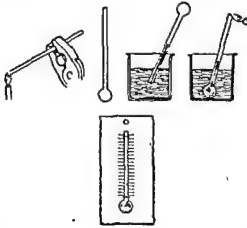
3. तापमापी कैसे काम करता है

विज्ञानी के पुराने बल्ब से बने फ्लास्क को स्थायी पड़े रंगीन पानी से भरिए। फ्लास्क में एक छेद वाली डाट लगाइए और उसमें 30 सेंटीमीटर लम्बी एक कांच-नलिका लगाइए। नलिका को फ्लास्क के भीतर, इतनी दूर तक डालिए कि पानी नलिका में 5 या 6 सेंटीमीटर तक चढ़ जाए। फ्लास्क को त्रिपाद पर रखिए और उसके नीचे स्पिरिट लैम्प को जला कर रख दीजिए। पानी के स्तर को देखते रहिए। पानी काच की अपेक्षा अधिक शीघ्रता से बढ़ता है और नलिका में चढ़ जाता है। कक्षा के सूक्ष्म निरीक्षण करने वाले कुछ छात्र शायद इस बात पर गौर करेंगे कि गरम करने पर आरम्भ में पानी का स्तर पहले नीचे गिरता है और फिर ऊपर उठने लगता है। इसका कारण यह है कि पानी के गरम होने के पहले काच का बल्ब गरम होकर फैल जाता है।

4. स्पिरिट तापमापी बनाना

एक ऐसा सरल अल्कोहल तापमापी बनाने के लिए, जो ताप के घटने-बढ़ने को सही-सही बताए, 20-30 सेंटीमीटर लम्बी नलिका लीजिए, जिसका बाहरी व्यास 5 मिलीमीटर हो और भीतरी छेद का व्यास 1 मिलीमीटर हो। पहले नलिका के एक सिरे पर लगभग 1.5 सेंटीमीटर बाहरी व्यास के एक बल्ब को साफ दिया जाता है। तब इसमें रबड़-नलिका और थिसन कोप को सहायता में रंगीन किया गया शीशो-नलिका अल्कोहल (या मेथिलेटेड स्पिरिट) भरा जाता है या चित्र में दिखाई गई रीति से, अपना बल्ब को गरम करके नलिका का मुँह अल्कोहल में डुबा दिया जाता है; बल्ब के ठण्डा होने पर

अल्कोहल भीतर चला जाता है (क्रिया को कुछ बार दोहराना पड़ता है)। बल्ब को पूर्णतया भर जाना चाहिए और उसमें हवा के बुलबुले नहीं रहने देने चाहिए। तब तापमापी को 60° सेंटीग्रेड गरम पानी में रख दिया जाता है। यह ताप अल्कोहल के खीलने के ताप से थोड़ा कम होता है। इतना गरम करने पर जितना भी अल्कोहल बाहर निकले, उसे निकल जाने दीजिए। तब खुले सिरे को (पिघला कर) बन्द कर दिया जाता है। फिर पानी को विविध तापों तक गरम करके तापमापी को जांच की जाती है और मापनी को अंकित कर दिया जाता है।



5. तापमापी की जांच करना

तापमापियों की मापनियों को दो निश्चित बिन्दुओं पर अंकित किया जाता है—भाप के ताप पर और पिघलती बर्फ के ताप पर। एक तापमापी लीजिए और उसे फ्लास्क में उबलते हुए पानी से जरा ऊपर भाप में रखिए। कई मिनट तक उसे वहाँ पड़ा रहने दें और देखें कि ताप 100° सेंटीग्रेड या 212° फा० के कितना निकट है।

टिप्पणी : यदि आप बहुत ऊंचाई पर रहते हैं तो भाप का ताप 100° सेंटीग्रेड अथवा 212° फा० से काफी कम होगा, जिसका कारण

ग. उष्मा का स्थानान्तरण

1. धातु के दण्ड में स्थानान्तरण

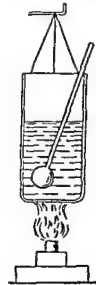
कम-से-कम 30 सेंटीमीटर लम्बी तावे, पीतल या अलमीनियम की छड़ लीजिए। इस दण्ड में

है दाब में कमी होना। तापमापी केवल समुद्र-तल पर ही या उस स्थान पर ठीक उतरता है जहाँ वायुदाब-मापी का पाठ्यांक पारे का 760 मिलीमीटर हो।

तापमापी को भाप से हटा लीजिए, कुछ क्षण उसे ठण्डा होने दीजिए और तब उसे पिघलती बर्फ से भरे बरतन में रख दीजिए। देखिए कि ताप 0° सेंटीग्रेड अथवा 32° फा० के कितना निकट है।

6. उष्मा और ताप—कैलारी की कल्पना

टीन के डिब्बे में नाप कर कुछ पानी रखिए। उसमें एक तापमापी रख दीजिए। डिब्बे को बुन्सन ज्वालक अथवा मोमबत्ती की ज्वाला पर रखिए। पानी को बराबर चलाते रहिए और देखिए कि कितने समय में ताप बढ़ कर 10° सेंटीग्रेड हो जाता है। अब कभी कम और कभी अधिक, परन्तु नयी हुई मात्रा में पानी लेकर प्रयोग को दोहराइए। बेलनाकार डिब्बे की सहायता से पानी का नाप (आयतन) नात करिए और 1 घन सेंटीमीटर पानी को 1 ग्राम के बराबर मानिए। शोपित कैलारियों की संख्या अवश्य ही द्रव्यमान \times ताप में परिवर्तन के बराबर होगी।



तीन-तीन सेंटीमीटर की दूरी पर मोम में छोटी या साधारण कीले चिपका दीजिए। इस दण्ड को मेज के ऊपर क्षैतिज स्थिति में स्थिर कर दीजिए

श्रीर एक सिरे को स्पिरिट लैम्प, अथवा अन्य ज्वाला से गरम करिए। इस बात का प्रमाण देखिए कि मंचहन (कण्डकनन) से उष्मा दण्ड के अनुदिश चलती है।

2. धातुएं उष्मा का संवहन विभिन्न दरों से करती हैं

कई धातुओं की 15 मंटीमीटर लम्बी छडे लीजिए। इन छड़ों का व्यास लगभग बराबर होना चाहिए। टिन के डिब्बे से एक त्रिपाद बनाइए और इसकी बगलों में छेद करिए। इन छेदों में पूर्ववत् धातु की छड़ों को कम कर लगा दीजिए। ये छड़े एक-दूसरे को त्रिपाद के केन्द्र में छूएँ। प्रत्येक छड़ के बाहरी सिरे पर मोम से कोई छोटी या बड़ी कील चिपका दीजिए। त्रिपाद के नीचे बीचोबीच एक स्पिरिट लैम्प इस प्रकार ठीक केन्द्र में रखिए कि उसकी ज्वाला प्रत्येक छड़ तक समान रूप में जाए। अब देखिए कि छड़ों के दूसरे किनारों से कीलें किस क्रम से गिरती हैं।



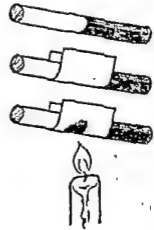
3. धातुएं उष्मा को संवाहक होती हैं

इस विषय पर अधिकांश प्रयोग भ्रामक होते हैं क्योंकि उनमें विशिष्ट उष्मा (स्पेसिफिक हीट) तथा मंचहन दोनों का प्रभाव पड़ता है। मोमबत्ती की ज्वाला पर कागज का एक टुकड़ा रखिए। यदि कागज ज्वाला के निकट लाया जाएगा तो वह झुलम जाएगा। अब कागज पर एक सिक्का रख कर इस प्रयोग को दोहराइए। धातु उष्मा को दूर ले जाएगी और इसके कारण कागज के झुलसने पर उस पर सिक्के की प्राकृति धन जाएगी।

4. धातु और लकड़ी की संवाहकता

अगर किसी धातु की नलिका के भीतर

लकड़ी को छड़ विल्कुल ठीक बँटा दी गई हो तो उसका भी वही प्रभाव होता है, अर्थात् अगर छड़ को किसी ज्वाला पर रखा जाए तो वह शीघ्र जलेगी नहीं। इस प्रयोग को करने के लिए एक ऐसी निच वाली कनम में भी काम लिया जा सकता है जिसके एक सिरे पर धातु की छोटी-सी नलिका लगी हो। एक सिगरेट, धातु के सिक्के और रुमाल से भी यह प्रयोग किया जा सकता है। रुमाल को सिक्के पर (एक बार) लपेट दीजिए और रुमाल की अंगुलियों और अंगुठे के बीच इस प्रकार पकड़िए कि सिक्के पर लिपटा कपड़ा बिच जाए। सिगरेट के ताल मुलगते हुए सिरे को सिक्के के ऊपर तने रुमाल पर दबाइए, रुमाल नहीं जलेगा।



5. धातु की जाली द्वारा संवहन

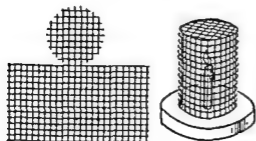
धातु की जाली के एक टुकड़े को स्पिरिट लैम्प या गैस की ज्वाला पर रखिए। आप देखेंगे कि ज्वाला जाली को पार करके ऊपर नहीं आती क्योंकि जाली के तार ज्वाला की उष्मा को संवाहित करके उगे दूर पहुँचा देते हैं। यदि आपकी कक्षा में गैस है तो त्रिपाद के नीचे एक ज्वालक रखिए, टॉटो खोल कर गैस घाले दीजिए और गैस को जाली के ऊपर जला दीजिए। आप देखेंगे कि गैस जाली के ऊपर ही जलती है क्योंकि जाली उष्मा को दूर तक संवाहित कर देती है और नीचे गैस का ताप इतना नहीं

बढ़ने पाता कि उसमें आग लग सके। इस प्रकार के प्रेक्षणों से ही सर हम्फ्रे डेवी को खनिकों का निरापद दीप बनाने की प्रेरणा मिली थी, जिससे कोयले की खानों में गैस विस्फोट नहीं होने पाता।

6. डेवी द्वीप की प्रतिकृति

तार की जाली की सहायता में संवहन सम्बन्धी प्रचलित प्रयोगों को करने के बाद एक कामचलाऊ डेवी द्वीप बनाया जा सकता है। एक छोटी मोमबत्ती को तार की जाली के पिंजरे में बन्द करिए। उस पर खड़ की नलिका में गैस की धारा छोड़िए। गैस में आग नहीं लगेगी।

पेंदी लकड़ी की डिट्टिका या प्लास्टिसीन (या सनी हुई मिट्टी) से बनाइए।



7. पानी उष्मा का अनुत्तम संवाहक है

परीक्षण-नलिका की पेंदी में कुछ बर्फ रविए और फिर उसके ऊपर तार का एक टुकड़ा इस प्रकार डाल दीजिए कि बर्फ ऊपर न उठ सके। परीक्षण-नलिका में पानी डालिए और तब नलिका के माथे के पास के पानी को इतना गरम करिए कि पानी खौलने लगे। आप देखेंगे कि बर्फ बहुत कम गली है, जिससे पता चलता है कि पानी ने अधिक उष्मा को संवाहित नहीं किया है।

8. द्रवों में उष्मा संनयन (कन्वेक्शन) द्वारा स्थानान्तरित होती है

काच का एक बड़ा-सा ऐमा बरतन लीजिए जिसे गरम किया जा सके। काफी बनाने के कांच वाले यन्त्र का निचला भाग इस काम के लिए उपयुक्त रहेगा (या किसी फ्लास्क या पुराने

उष्मा के अध्ययन के लिए प्रयोग और मामूरी

बड़े आधार के बिजली के बल्ब से बनी फ्लास्क का उपयोग करिए)। बरतन को पानी से भर दीजिए। उसमें थोड़ा-सा धारीक कुतरा हुआ सोल्ना या लकड़ी का बुरादा डाल दीजिए और उमें पेंदी पर बैठने दीजिए। अब बरतन के नीचे स्पिरिट लैम्प रख कर गरम करना आरम्भ करिए। कागज के टुकड़ों के विचरण भागों को देखिए। कागज के टुकड़े उन धाराओं का अनुसरण करते हैं जो संनयन के कारण पानी में उत्पन्न होती हैं।

9. पानी में संनयन-धाराएं क्यों उत्पन्न होती हैं ?

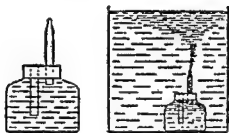
किसी बड़े बरतन में ठण्डा पानी भर कर उसे एक ही तुला पर ठीक-ठीक तोलिए। फिर उस बरतन में ठीक उतना ही, परन्तु खूब गरम पानी भर कर बरतन को तोलिए। आप देखेंगे कि गरम पानी की तौल कम होती है। बराबर आयतन रहने पर ठण्डा पानी गरम पानी की अपेक्षा भारी होता है। इसलिए जब पानी को गरम किया जाता है तो संनयन-धाराएं उत्पन्न होती हैं। क्योंकि आसपास का ठण्डा पानी गरम पानी के हल्केपन के कारण उसको ऊपर उठा देता है।

10. पानी में संनयन-धाराएं दिखाने की एक दूसरी रीति

स्याही या लेई की शीशी में काग लगाइए और उसमें चित्र में दिखाई गई रीति में दो नलिकाएं लगाइए। एक नलिका के मिरे पर चचु (जेट) बनी रहे, जैसा कि दवा टपकाने वाली नलिका में होती है। इस नलिका का दूसरा सिरा काग के नीचे जरा-सा ही निकला रहे और ऊपर वाला भाग काग के ऊपर लगभग दो इंच निकला रहे। दूसरी नलिका का ऊपरी सिंग काग के ही स्तर में रहे और दूसरा सिंग लगभग शीशी की पेंदी तक पहुंच जाए। इस शीशी को खूब गरम पानी में भरिए जिसे, स्याही में गहरा रंगीन कर दिया गया हो।

अब काच के एक बड़े बरतन में, जैसा बंटेने वाले बरतन, या बड़े अमृतबान को खूब ठण्डे

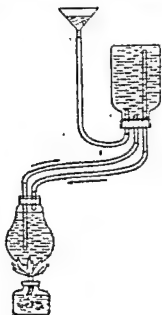
पानी में भर दीजिए। स्याही की शीशी को धो-पोछ कर शीघ्रता में बड़े बरतन की पेदी पर रख दीजिए। देखिए क्या होता है? ऐसा क्यों होता है?



11. गरम पानी के तापन-तन्त्र (हीटिंग सिस्टम) की प्रतिकृति बनाना

विजली के बड़े बल्ब से एक फ्लास्क बनाइए। चाँडे मुह की एक बोतल और एक कीप लीजिए। बोतल में एक काग कस कर लगाइए और उसमें तीन कांच-नलिकाएं लगा कर उन्हें चित्र में दिखाई गई रीति से व्यवस्थित करिए (यह बोतल विकिरक, रेडिएटर, को निरूपित करती है)।

फ्लास्क में दो छेद वाले एक काग को कस कर लगाइए और उसमें दो कांच-नलिकाएं लगा दीजिए। इनमें से एक नलिका फ्लास्क की पेदी तक पहुंचे और दूसरी काग से बाहर निकल-भर



आए। कीप को दिखाए गए स्थान में लगाइए। यह प्रसरण-टंकी का काम देती है। उपकरण को पानी से भर दीजिए और गरम करिए। देखिए कि विकिरक (रेडिएटर) का कौन-सा भाग पहले गरम होता है। क्या आप समझा सकते हैं कि संनयन-धाराओं के द्वारा पानी किस प्रकार घूमता रहता है?

12. वायु में संनयन-धाराएं

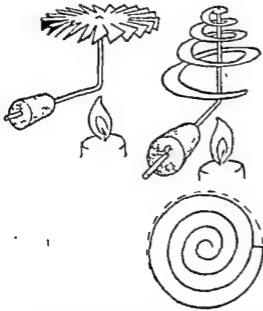
टीन का एक बैसा ही वृत्ताकार (गोल) टुकड़ा लीजिए, जैसा कि सिगरेट के डिब्बों के भीतर डिब्बे को मुहरबन्द करने के लिए रागा रहता है। त्रिज्याओं के अनुदिश काट कर टीन की गोलाई-भर में दांत बना दीजिए और बुनने की मलाई को मोड़ कर टीन को उस पर सन्तुलित करिए (टीन के सण्ड सब समान रूप में ंठ दिए जाएं)। इसे मोमबत्ती की ज्वाला के ऊपर (कुछ दूरी पर) रखिए तो टीन बेग से घूमेगा। अगर कागड का सपिल बना कर उसे भी बुनने की मलाई पर टिकाया जाए तो वह भी इसी प्रकार घूमेगा।

मोहे के एक टुकड़े को आग में तपा कर लाल करिए और ठोस मेथिलेटेड स्पिरिट (मैदा ईंधन) के सम्पर्क में लाइए। वाष्प उठ कर तुरन्त ही फिर मणिम (क्रिस्टल) हो जाता है (जम जाता है) और सारे कमरे में हिमपात का-मा गुन्दर दृश्य उपस्थित हो जाता है। ये मणिम कमरे के भीतर पहले मे ही उपस्थित झकोरों और संनयन-धाराओं के कारण गतिमान हो जाते हैं, जिन्हें उपस्थित वायु-धाराओं का पता मणिमों के द्वारा चलता है।

उन वायु-धाराओं को दिगाने की एक दूमरी रीति यह है कि गरम और ठण्डी हवा के बर्तारों की विभिन्नताओं का उपयोग किया जाए। किसी विद्युत् उष्मक (हीटर) या विजली के माधारण बल्ब से उत्पन्न होने वाली संनयन-धाराओं को हम कार में इस्तेमाल होने वाले 12 वॉल्ट के परावर्तक-रहित बल्ब में प्रदर्शित कर सकते

है। इस बल्ब की सहायता से संनयन-धाराओं की छाया को प्रदर्शित किया जा सकता है।

पृष्ठ 127 के प्रयोग ख-6 को भी देखिए।



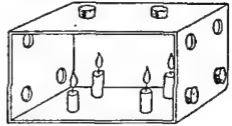
13. संनयन-धाराओं के कारण वात कैसे उत्पन्न होता है

देखिए पृष्ठ 127 का प्रयोग ख-6।

14. संनयन-धाराएं और संवातन (डिफ्लेक्शन)

उस पेट्री का उपयोग करिए जिसे आपने प्रयोग ख-6 में पृष्ठ 127 पर वातन के अध्ययन के लिए प्रयुक्त किया था। पेट्री की दोनों बगलों में बमों से चार छेद करिए—दो ऊपर और दो नीचे। अब छेदों में ठोस काग लगा दीजिए, साथे वाले उन छेदों में भी जहाँ पहले वाले प्रयोग में लैम्प की चिमनियाँ रखी गई थी। सामने वाले दीवार के छेद खिड़कियों का काम देते हैं। इन्हें ऊपर या नीचे खोला जा सकता है। पेट्री में चार मोमबतियाँ रखिए और उन्हें जला दीजिए। अब आप यह अध्ययन कर सकते हैं कि संवातन की सबसे अच्छी रीति या अनुकूल परिस्थितियाँ कौन-सी होती हैं। सब खिड़कियों को बन्द कर दीजिए और कुछ समय तक मोमबतियों को देखते रहिए। अब विविध प्रकार से खिड़कियों को खोल कर देखिए—एक खिड़की ऊपर और

नीचे खुली हुई, एक खिड़की ऊपर खुली हुई, दूसरी नीचे खुली हुई, दोनों ऊपर खुली हुई, केवल एक खिड़की नीचे खुली हुई, दोनों खिड़कियाँ नीचे खुली हुई, केवल एक खिड़की ऊपर खुली हुई। खिड़कियों को किस प्रकार खोलने में संवातन सबसे अच्छा किया जा सकता है ?



15. विकिरण द्वारा उष्मा स्थानान्तरित होती है

पिछले प्रयोगों में आपने देखा है कि उष्मा ठोसों, पदार्थों, द्रवों और गैसों से, स्थानान्तरित हो सकती है। इसके अतिरिक्त, उष्मा तरंग-गति के द्वारा और निर्वात के पार भी स्थानान्तरित हो सकती है। इसे विकिरण (रेडिएशन) कहते हैं। उष्मा विकिरण द्वारा लगभग तत्काल ही स्थानान्तरित हो जाती है। इस प्रयोग में विकिरण के बारे में कुछ रोचक बातों का पता चलेगा। अपने हाथ को विजली की (बुझी हुई) बत्ती के नीचे रखिए। हथेली ऊपर रहे। विजली चालू कर दीजिए। क्या आप विजली को लगभग चालू करते ही उष्मा का अनुभव करते हैं ? उष्मा आपके हाथ तक संवहन द्वारा तो पहुँची नहीं, क्योंकि हवा बहुत ही निरुपल चालक होती है। फिर, संनयन में भी उष्मा आपके हाथ तक नहीं पहुँचती क्योंकि यह आपके हाथ से उष्मा को ऊपर ले जाएगा। वस्तुतः उष्मा बहुत छोटी तरंगों द्वारा आपके हाथों तक लाई गई है। विकिरण उष्मा को उत्पत्ति-स्थल में बहन करके प्रत्येक दिशा में ले जाता है।

16. विकीर्ण उष्मा-तरंगों को एक संगम (फोकस) पर लाया जा सकता है

किन्नी प्रवर्धक लैन्स को धूप में रखिए और

चीनी (पतले) कागज की एक गोली बना कर उसके एक बिन्दु पर धूप का फोकस डालिए (कागज का रंग काला हो तो अच्छा होगा)। आप देखेंगे कि सगमिन उष्मा-किरणों के कारण कागज जल उठता है।

17. विकीर्ण उष्मा-तरंगों को परावर्तित (रिफ्लेक्ट) किया जा सकता है

ऊपर के प्रयोग में प्रवर्धक लैन्स और चीनी कागज के बीच की दूरी नाप लीजिए। लैन्स से लगभग इसकी आधी दूरी पर एक तिरछा दर्पण रखिए। अपने हाथ से दर्पण के ऊपर डधर-उधर अनुभव करके देखिए कि उष्मा-तरंगों कहां एकत्रित हुई है। उस बिन्दु पर एक चीनी (पतला) कागज मरोड़ कर रखिए और देखिए कि उममे आग लगती है या नहीं।

18. विभिन्न प्रकार के तलों का विकिरण पर प्रभाव पड़ता है

एक ही नाप के तीन डिब्बे लीजिए। एक को बाहर और भीतर सफेद रंग दीजिए और दूसरे को काला। तीसरे को चमकदार ही रहने दीजिए। तीनों में साधारण गरम पानी भर दीजिए। तीनों का ताप एक ही रहे। ताप को लिख लीजिए। प्रत्येक के मुह के ऊपर गत्ते का ढक्कन रख दीजिए, डिब्बों को बड़ी ट्रे पर रखिए और तब उन्हें किसी ठण्डी जगह में रख छोड़िए। पाच-पाच मिनट पर प्रत्येक डिब्बे के पानी का ताप लिखिए। ठण्डा होने की दर में क्या कोई अन्तर है? कौन-सा तन उष्मा का सबसे अच्छा विकिरक है? सबसे निकृष्ट कौन-सा है?

फिर तीनों डिब्बों में बहुत ठण्डा पानी भरिए, ताप लिखिए, प्रत्येक को ढक दीजिए और मधको किसी गरम स्थान या धूप में रख दीजिए। पानी के नाप को पाच-पाच मिनट पर नाप कर लिखिए। कौन-सा तन उष्मा का सबसे अच्छा शोषण करता है? कौन-सा तन सबसे कम शोषण करता है?

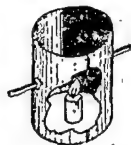
19. यह दिखाने की दूसरी रीति कि विभिन्न तल विकिरण पर प्रभाव डालते हैं

टोन के एक बेलनाकार डिब्बे की दोवार में एक-दूसरे के सम्मुख दो ऊर्ध्वाधर छिद्रों काटिए ताकि डिब्बे का तल दो भागों में बंट जाए। एक भाग के भीतरी तल को काला कर दीजिए और दूसरे को चमकीला ही रहने दीजिए। डिब्बे के भीतर एक जलती मोमबत्ती रख दीजिए। यह डिब्बे के ठीक बीच में रहे।

डिब्बे के दोनों भागों के बाहरी तलों के ताप का अन्तर अगुलिपों की महायन्त्रा में जाना जा सकता है।

यदि बाहर से दियासलाई की मोकों को मोम में चिपका दिया जाए तो वे सूचक का काम कर देंगी, काल तल की पीठ पर चिपकाई गई मलाई सबसे पहले गिरेगी।

इसके लिए एक दूसरा प्रयोग भी किया जा सकता है। (गरम की गई) तार की जाली की कुण्डली से उष्मा-विकिरक और चमकीला तथा काला किए गए तापमापों में विकिरण परिवर्तक बनाया जाए।



20. उष्मा की क्षति को कैसे कम किया जाए (विदेश में, जहां जाड़ा अधिक पड़ता है, मकानों को गरम रखने के लिए फोयला जताया जाता है। संयहन प्रादि द्वारा जितनी भी उष्मा बाहर निकल जाती है उसे उष्मा की क्षति कहते हैं।) टोन के एक ही नाप के चार बड़े डिब्बे लीजिए और एक ही नाप के चार छोटे डिब्बे भी। तीन छोटे डिब्बों में से प्रत्येक को एक बड़े डिब्बे में रखिए और छोटे डिब्बे

के नीचे और चारों ओर विसंवाही सामग्री ठूस दीजिए—एक में समाचारपत्र के कतरे, दूसरे में लकड़ी का बुरादा (सा डस्ट) और तीसरे में काग का चूरा (या कोई भी विसंवाही पदार्थ जो सुगमता से उपलब्ध हो सके, जैसे ऊन)। चौथे बड़े डिब्बे के भीतर छोटे डिब्बे को दो (या तीन) कागों पर रखिए। प्रत्येक डिब्बे का मुह बन्द करने के लिए गत्ते का ढक्कन बना लीजिए। प्रत्येक ढक्कन में तापमापी

के लिए एक छेद रहे। फिर प्रत्येक छोटे डिब्बे में लगभग खोलता हुआ पानी डालिए। प्रत्येक में पानी की गहराई एक ही रहे। प्रत्येक डिब्बे के पानी के ताप को लिखिए। प्रत्येक डिब्बे के पानी के ताप को पाच-पाच मिनट पर लिखिए और देखिए कि सबसे अच्छा विसंवाही पदार्थ कौन-सा है। जिस डिब्बे का पानी सबसे धीरे-धीरे ठण्डा होगा उम्मी का विसंवाही पदार्थ सर्वोत्तम है।

घ. पिघलना और उबलना

1. यह देखना कि द्रव कैसे खोलता है

पाइरेक्स कार्च का बना हुआ एक काफी बड़ा बीकर अथवा धातु का कनस्तर (या बाल्टी या बटलोर्ड) लीजिए। इसको ठण्डे पानी से लगभग पूरा भर दीजिए और आंच पर चढ़ा दीजिए। जब तक वह खोलने न लगे उसे आंच पर रहने दीजिए। आप देखेंगे कि पहले पानी में धुली हुई हवा के बुलबुले ऊपर उठ कर ऊपरी तल तक आते हैं। जब पानी लगभग बवथनाक पर आ जाता है तब भाप के बुलबुले बनते हैं और तुरन्त ही नष्ट हो जाते हैं (इसी समय पानी सनसनाने लगता है)। पानी जब उबलने लगता है तब पेदी पर भाप के बुलबुले बनते हैं और फूटने के पहले ऊपरी तल तक आ जाते हैं।

2. कागज में पानी उबालना

थोड़ा चिकना कागज लीजिए (जो पानी में गल न जाए) : चीजों को लपेटने का कागज हो या लिबने का—किसी से भी काम चल जाएगा। इससे 25 सेंटीमीटर वर्ग की एक कड़ाही बनाइए। इसके लिए कोनों को मोड़कर उनमें पिन लगा दीजिए। इस कड़ाही को पानी से आधा भर दीजिए और ज्वालक (किसी भी ज्वाला) पर रख दीजिए। बिना कागज को जलाए भी आप पानी को उबाल सकते हैं। कागज ज्वाला की गरमी को संवहन द्वारा पानी तक पहुंचा देता है। स्वयं नहीं जलता क्योंकि इसके जलने का ताप पानी के बवथनांक (100° सेंटीग्रेड अथवा 212° फा०) से ऊंचा है।

3. ठण्डक से पानी खोलना

पलास्क में ठोस रवड़ की डाट कस कर लगाइए। डाट को हटा कर पलास्क को आधी से कुछ अधिक दूर तक साधारण गरम पानी में भर दीजिए ज्वाला पर रख कर पानी को उबालिए। जब पानी उबलने लगे तो (पलास्क को ज्वाना से उठा कर तुरन्त) उसमें डाट कस दीजिए और उसे बाल्टी या मिंक के ऊपर आँधा रख दीजिए। पलास्क पर ठण्डा पानी उंडेलिए। पलास्क के भीतर का पानी फिर से उबलने लगता है। पलास्क पर बर्फ का एक टुकड़ा रख दीजिए। ठण्डा करने में पानी के ऊपर की भाप संघनित हो जाती है और पानी के ऊपर दाब कम हो जाती है। जब दाब कम हो जाती है तो पानी कुछ कम ताप पर उबलता है। यही कारण है कि ऊंचे पहाड़ों पर ग्मोई पकने में इतना अधिक समय लगता है।

4. वाष्पन करते समय द्रव उष्मा को सोखते हैं

पृष्ठ 185-86 के प्रयोग ख-2 में बताए गए वायु-तापमापी की तरह एक तापमापी को यथास्थान लगाइए। तापमापी के बल्ब पर थोड़ा-सा मेथिलेन्टेड स्पिरिट डाल दीजिए। आप क्या देखते हैं? स्पिरिट का वाष्पन करने के लिए उष्मा कहाँ में आई। इसी प्रकार कार्बन टेट्राक्लोराइड की परीक्षा करिए तथा ईंधर की परीक्षा करिए।

5. त्वरित वाष्पन द्वारा पानी जमाना

चाकू से काट कर किसी नरम लकड़ी में एक कम

गहरा गड्ढा बनाइए। साइकिल पम्प के रबड़ में कांच-नलिका की टाँटी लगा दीजिए। लकड़ी में बनाए गए गड्ढे में जरा-सा पानी डाल दीजिए और उम पानी में टीन का डिब्बा रख दीजिए। इस डिब्बे में थोड़ा ईयर डाल दीजिए और पम्प में इसमें वायु भरिए। वाष्पित होते समय ईयर पानी में उष्मा का शोषण करता है और पानी के बर्फ हो जाने के कारण डिब्बा गीघ्र ही लकड़ी में चिपक जाता है।

6. उष्मा ठोस पदार्थों को द्रवों में किस प्रकार परिणत करती है

गोसा, टाका (सीसे और रांगे का मिश्रण), हिम (बर्फ), मुहर करने की लाख, मोमबत्ती का मोम, इत्यादि पदार्थों के नमूनों को अलग-अलग ऐसे बरतनों में रखिए जो गरम किए जा सकें। टीन के छोटे डिब्बे या उनके ढक्कनों में काम लिया जा सकता है। इन सबसे प्रयोग करिए और देखिए कि इन सबको पिघलाने के लिए उष्मा की जितनी सापेक्षिक मात्रा आवश्यक है, उसके बारे में आपको कितनी जानकारी प्राप्त है।

7. बर्फ और नमक की सहायता से पानी जमाना

कुछ बर्फ को तोड़ कर उसके छोटे-छोटे टुकड़े करिए और बड़े डिब्बे की पेंदी में उसकी एक तह बिछा दीजिए। इसको पिसे नमक से ढक दीजिए और तब फिर बर्फ और नमक की एक तह बनाइए। एक छोटे डिब्बे में पानी डाल कर और उसका मुह अच्छी तरह बन्द करके उसे बड़े डिब्बे में रख दीजिए। तब बड़े डिब्बे में बर्फ और नमक की तहें जमाइए, यहा तक कि वह पूरा भर जाए (बड़े डिब्बे पर कम्बल लपेट देना अच्छा रहेगा)। छोटे डिब्बे के पानी के जमने में जितना समय लगता है उसे लिय लीजिए। इसकी तुलना उस समय से करिए जो बड़े बरतन में केवल बर्फ डाल कर उतने ही पानी को जमाने में लगता है।

8. जमते समय पानी फैलता है

पानु का एक छोटा डिब्बा लीजिए, जिसका

ढक्कन पेंचदार हो। डिब्बे को पानी से खाना भरिए और तब ढक्कन को इस प्रकार बस दीजिए कि भीतर हवा न रहे। इस डिब्बे को बर्फ और नमक के मिश्रण में दबा दीजिए और जब तक पानी जमे नहीं, उसे वैसे ही रहने दीजिए। आपको कुछ रोचक परिणाम प्राप्त होंगे।

9. जब ठोस पदार्थ पिघलते हैं तो उष्मा का शोषण होता है

एक छोटे बरतन में बर्फ के छोटे टुकड़े रखिए और तापमापी से उसका ताप देखिए। इस बरतन को ज्वाला के ऊपर रखिए और जब तक सब बर्फ न गल जाए ताप को नापते रहिए। ताप कब बढ़ना आरम्भ करता है? कुछ समय तक ताप बढ़ा क्यों नहीं? उस समय की उष्मा की ऊर्जा का क्या हुआ?

10. दाब से बर्फ का पिघलना और फिर से जमना

दाब से बर्फ का हिमांक (फ्रीजिंग प्वाइंट) नीचा या कम हो जाता है। यही कारण है कि बर्फ पर स्केट इतनी सुगमता से चलता है। बर्फ का एक घनाकार टुकड़ा या टूटी बर्फ प्रत्येक हाथ में लीजिए। नीचे कागज बिछा कर दोनों टुकड़ों को परस्पर दबाइए। क्या दाब की सहायता से आप बर्फ से पानी तिराङ्ग सकते हैं? बर्फ के दो घनाकार टुकड़ों को एक-दूसरे पर बलपूर्वक दबाइए और तब दबाना छोड़ दीजिए (या बर्फ के चूरे से लहू, बांफने की चेप्टा करिए)। बर्फ के घनों को घलन करने की चेप्टा करिए। जब आप दबाना छोड़ने हैं तो पानी फिर से जम जाता है और इसलिए बर्फ के घन जम जाते हैं। प्रतीतक (रेफ्रिजरेटर) में जब पानी जमाया जाता है तब बर्फ पनावार टुकड़ों में निकलती है।

11. डिब्बे की सहायता से आप की गुप्त उष्मा को नापना

डिब्बे में रखे 100 ग्राम पानी को नीचे ज्वाना किम दर से उष्मा पहुँचानी है, इत्यादि

पता निश्चित समयों पर पानी के ताप को नाप कर और उसका समय-ताप रेखाचित्र (ग्राफ) खींच कर लगाया जा सकता है ।

जब पानी खोलने लगता है तो ताप आगे नहीं बढ़ता, परन्तु उष्मा पहुंचने की दर पहले जैसी ही रहती है । यदि जितना पानी उबलने के पहले वाष्प बन कर उड़ जाता है, उसकी गणना न की जाए तो 100 ग्राम पानी को पूर्णतया उबाल डालने के लिए (अर्थात् यहां तक कि डिब्बे का पेंदा खाली हो जाए) जितनी उष्मा आवश्यक है, उसका नाप उस समय द्वारा किया जा सकता है जो पानी को खोला कर उड़ा देने में लगता है ।

12. खोलने ठोस की सहायता से गुप्त उष्मा की प्राप्ति

वाष्प की गुप्त उष्मा ज्ञात करने की एक दूसरी रीति यह है कि धातु के बने किसी भारी खोलले बरतन से काम लिया जाए । साधारण अनुमान के लिए चाय-पात्र (टी-पाट) का इस्तेमाल किया जा सकता है ।

जब चाय-पात्र में केतली से भाप प्रवाहित की जाती है तब उस बरतन में संघनित जल की मात्रा चाय के बरतन की उष्मा-समाई पर निर्भर होती है (जिस बरतन में चाय तैयार की जाती है उसे टी-पाट कहते हैं, यह साधारण चीनी मिट्टी का होता है । जिस बरतन में चाय बनाने के लिए पानी उबालते हैं उसे केतली—ग्रंजैजी में केतल—कहते हैं । भारत में लोग बहुधा टी-पाट को ही केतली कहते हैं परन्तु यह प्रयोग ठीक नहीं) ।

यदि मोटे दल के पीतल के बेलन, जंसा गाड़ियों की धुरी पर लगता है, से काम लेना हो तो उसमें एक डाट लगानी चाहिए और डाट में भाप के आने-जाने के लिए नलिकाएं । जब इस उपकरण में भाप प्रवाहित की जाती है तो कुछ समय के बाद ही भाप बाहर निकल पाती है । इसका कारण यह है कि उतने समय तक भाप भीतर की ठण्डी धातु में संघनित होती रहती है । जब कुछ मिनटों तक

भाप निकल चुके तो यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि धातु का ताप 100° सेंटीग्रेड हो गया है । तब भाप का आना बन्द कर देना चाहिए । भीतर जितना पानी संघनित हुआ है, उसको मापी से नाप लेना चाहिए और इस प्रकार उसका द्रव्यमान ज्ञात कर लेना चाहिए । धातु की विशिष्ट उष्मा, द्रव्यमान और प्रारम्भिक ताप जान कर गणना की जा सकती है कि भाप को संघनित करने में धातु ने कितनी उष्मा का शोषण किया ।

13. हिम की गुप्त उष्मा

हिम की गुप्त उष्मा का एक स्थूल मान यह नाप कर ज्ञात किया जा सकता है कि जब बर्फ के कतरों में (या चूरे में) कोई तप्त ठोस पदार्थ गाड़ दिया जाता है तब कितनी बर्फ पिघलती है ।

ठोस पदार्थ की विशिष्ट उष्मा ज्ञात कर लीजिए । उसे तोलिए और खोलते पानी में तागे से लटका कर उसका ताप 100° सेंटीग्रेड कर दीजिए । तब इस कीप में रखे बर्फ का चूरा चटपट डाल दीजिए और पिघल कर निकले हुए पानी को परीक्षण-नलिका प्रयत्नमापनी में एकत्रित करिए ।

गणना करिए कि 0° सेंटीग्रेड तक ठण्डा होने में धातु ने कितनी उष्मा निकली होगी ।

इस उपकरण से विविध पदार्थों की विशिष्ट उष्माओं की विभिन्नताएं दिखाई जा सकती हैं । प्रत्येक मामले में प्राप्त जल के आयतनों की सहायता से विशिष्ट उष्माओं की तुलना की जा सकती है ।

14. चाय-पात्र द्वारा विशिष्ट उष्मा देखना

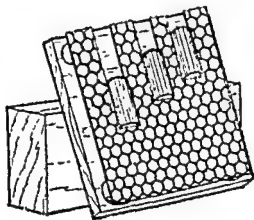
चाय-पात्र को तोन लीजिए । जब उसका ताप कमरे के ताप पर आ जाए तब उसमें खोलता हुआ पानी डालिए । पानी का ताप घट कर लगभग 96° सेंटीग्रेड पर स्थिर हो जाएगा । जब पानी कुछ ठण्डा हो जाए तो नाप लीजिए कि कितना गरम पानी डाला गया था । इसके लिए मापक बेलन (मैपरिंग मिनिण्डर) वा

उपयोग करिए । इसमें पानी का द्रव्यमान ज्ञात हो जाएगा । यह मान कर कि उसका आसपास की वस्तुओं में व्यय नहीं होता है, चाय-पात्र में रखी गई वस्तु की विशिष्ट उष्मा को नापा जा सकता है ।

विशिष्ट उष्मा के अध्ययन के लिए यह प्रयोग प्रारम्भिक पाठ-मात्र है । चाय-पात्र बनाने में जिन-जिन विविध पदार्थों का उपयोग होता है, उनके गुणों की जांच भी इस प्रयोग द्वारा की जा सकती है ।

15. विशिष्ट उष्माओं की तुलना

विविध धातुओं की विशिष्ट उष्माओं की तुलना के लिए हर एक धातु का एक बेलन बना लीजिए । सबके द्रव्यमान समान रहें । उनको खोलते पानी में डाल कर गरम करिए, तब उन्हें एक नत समतल पर रखिए जो लगभग ऊर्ध्वाधर रहे । यह समतल लकड़ी का बना रहना चाहिए और उसके ऊपर मधुमक्खी वाले भोम की जाली (सेलफार्मर) बंधी होनी चाहिए, परन्तु जाली लकड़ी से काग द्वारा सटी रहनी चाहिए । (जाली, सेलफार्मर, मधुमक्खी-पालन के लिए विदेशों में विक्रयी है परन्तु भारत में इसका मिलना कठिन है) । इसके बदले भोम की पतली चादर का उपयोग किया जा सकता है, जिसे गरम पानी पर पिघला भोम डाल कर और दोनों को ठण्डा करके बनाया जा सकता है । बेलन समतल पर फिमल कर भोम को पिघलाते



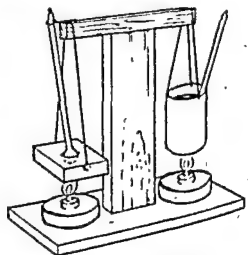
हुए नीचे आएंगे । धातु की विशिष्ट उष्मा जितनी अधिक होगी उनके मार्ग भी उन्हे ही अधिक लम्बे होंगे ।

16. विशिष्ट उष्मा में अन्तर

धातु का एक टुकड़ा (जैसे 100 ग्राम तांबा) और एक डिब्बा लीजिए, जिसमें 100 ग्राम पानी हो । नीचे के चित्र के अनुसार दोनों को एक ही प्रकार के स्पिरिट लैम्पों के ऊपर लटका दीजिए (छोटे ज्वालक से भी काम चल सकता है) ।

लोहे में एक छेद कर दें ताकि उसमें एव तापमापी का बल्ब डोला रह कर जा सके । पानी के डिब्बे में भी एक तापमापी रचना होगा । इससे पानी चलाया भी जासकेगा ।

मान लीजिए कि स्पिरिट लैम्पों से एक ही दर से उष्मा पहुंच रही है । पूर्वोक्त वस्तुओं को गरम करने के लिए उन दोनों को बराबर समय तक ही इस्तेमाल किया जाता है । जब लोहे में रखा तापमापी 80° ताप बताए तभी दोनों लैम्पों को हटा देना चाहिए, क्योंकि उसके बाद भी ताप बढ़ता जाएगा और सम्भवतः 100° तक चला जाएगा । दोनों के तापों में अंतर जो आश्चर्यजनक अन्तर पाते हैं, उससे विशिष्ट तापों का अन्तर स्पष्ट हो जाता है ।



17. विशिष्ट उष्मा—खोलते दोस पदार्थों गोमने ठोम पदार्थ, जैसे पीतल की बनी हुई पुरी की खोलानी टोपी (ग्लिमन कैन) या पात्रों

को जोड़ने के खोल (साकेट) अथवा लोटा या लुटिया, से भी चाय-पात्र वाले प्रयोग के सद्गुण उष्मा सम्बन्धी प्रयोग किए जा सकते हैं। इन वस्तुओं पर ऊनी कपड़ा लपेट देने से उष्मा की क्षति को कम किया जा सकता है। कार्यविधि पहले के ही समान है। इनमें उबलता पानी छोड़ा जाता है। अन्तिम स्थिर ताप चाय-पात्र वाले ताप से बहुत कम होगा।

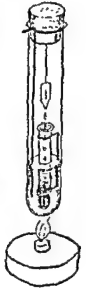
यदि पीतल की वस्तु तौल में 100 ग्राम हो तो अन्तिम ताप 60° सेंटीग्रेड के आसपास हो सकता है।

18. सरल गुप्त उष्मा कंसारीमापी

इस उपकरण में टेट्राक्लोरेथिलीन की वाष्प को, जिसकी गुप्त उष्मा बहुत कम होती है, एक ठोस पदार्थ पर, जैसे तांबे या अल्मीनियम पर, संघनित (कण्डेंस) होने दिया जाता है। यह ठोस पदार्थ उपकरण के भीतर सटका रहता

है। जितना द्रव बनता है, उसे छोटी-सी अशांकित (ग्रेजुएटेड) परीक्षण-नलिका में एकत्र किया जाता है। जब सघनन बन्द हो जाता है, अर्थात् जब धातु का ताप वाष्प के ताप के बराबर हो जाता है, तब एकत्र द्रव को नाप लिया जाता है।

बड़ी परीक्षण-नलिका लगभग 20 सेंटीमीटर लम्बी और 4 सेंटीमीटर व्यास की हो। अशांकित नलिका ऐस्पिरिन या अन्य टिकियां रखने वाली नलिका होती है और उभे तार के पिंजड़े में रखा जाता है (ताकि उसे सुगमता से निकाला जा सके)। ठोस पदार्थ को पेदी की ओर नुकीला बनाया जाता है ताकि द्रव सुगमता से टपक सके।



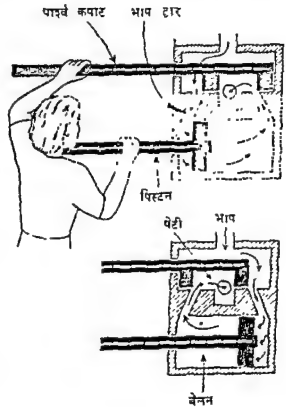
ड. उष्माचालित इंजिन

1. भाप की दाब

धातु का एक छोटा डिब्बा लीजिए, जिसका ढक्कन घर्षण से ही बँटे। पंचयुक्त ढक्कन वाला डिब्बा न लीजिए। डिब्बे की पेंदी में थोड़ा पानी रख दीजिए। ढक्कन को कसा हुआ बँटा कर डिब्बे को ज्वाला पर रख दीजिए और दूर हट जाइए। थोड़ी देर में ही आप भाप का प्रसारण-बल देखेंगे।

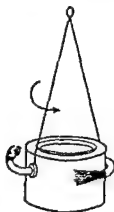
2. वाष्प इंजिन का कार्य-सिद्धान्त

सामने दिखाए गए चित्र की तरह एक चित्र श्यामपट्ट पर बनाइए। यह चित्र लगभग 60 सेंटीमीटर के वर्ग में हो। कड़े गत्ते से दिखाई गई आकृति का पिस्टन और पार्व-कपाट (साइड वाल्व) काट लीजिए। छात्रों से कहिए कि वे इन पुर्जों को चित्र पर यथास्थान रखें ताकि उन्हें ज्ञात हो जाए कि इंजिन चलते समय पिस्टन और पार्व-कपाट की क्या स्थिति रहती है।



3. ऐतिहासिक वाष्प-खिलौना बनाना

मिस्र देश के प्राचीन नगर अलेक्जेंड्रिया के एक वैज्ञानिक, हीरो, ने एक वाष्पचालित खिलौना बनाया था, जिसका नाम वात-गोलक रखा था। नीचे यह बताया गया है कि इस खिलौने की प्रतिकृति कैसे बनाई जाए। टीन का एक ऐसा डिब्बा लीजिए जिसका ढक्कन घर्षण में कसा जाता हो और जिसमें एक बोतल या आधा लिटर पानी आ सके। डिब्बे की दीवार में आमने-सामने दो छेद कर दीजिए, जो इतने बड़े हों कि उनमें एक छेद वाली छोटी डाटें लगाई जा सकें। चित्र में दिखाई गई रीति में दो कांच-नलिकाओं को मोड़िए। इन नलिकाओं को तप्त करके खींच कर सिरों पर चंचु (जेट) बना दीजिए। इनको पूर्वोक्त डाटों में इस प्रकार डाल दीजिए कि चंचु बाहर रहे और उनकी दिशाएं एक-दूसरे से विपरीत हों। कागों में एक मजबूत डोर बांध दीजिए और डिब्बे को चैन अथवा धूम सकने वाली फिरकी पर लटका दीजिए। डिब्बे में लगभग 3 सेंटीमीटर की गहराई तक पानी डाल दीजिए, ढक्कन कस कर लगा दीजिए और नीचे आंच लगा दीजिए।



4. वाष्प टरबाइन (चक्की) की प्रतिकृति बनाना

टरबाइन की प्रतिकृति टीन के डिब्बे के ऊपर पखदार चक्की लगा कर बनाई जा सकती है। इस चक्की को बनाने के लिए टीन का एक

गोल टुकड़ा लीजिए और उसकी त्रिज्याओं में सिरियां काटिए और तब जो फल बनें उनको एक और मोड़ दीजिए।

बुनने की एक छोटी सलाई (या मोटी मूई) से धुरी बनाई जा सकती है और धुरी का आधार टीन की पट्टी से बनाया जा सकता है। पट्टी को U अक्षर के आकार में मोड़ दिया जाता है और उसे डिब्बे के माथे पर टाके में डाल दिया जाता है।

भाप की धारा के बाहर निकलने के लिए पंखों के नीचे एक छेद कर दिया जाता है।

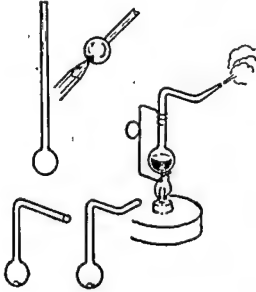


5. कांच से टरबाइन की प्रतिकृति बनाना

इस प्रतिकृति को बनाने के लिए कांच फूंकने का बहुत अधिक अनुभव होना आवश्यक नहीं है। साधारण कांच-नलिका के एक सिरे को ज्वाला में तप्त करके बन्द कर दीजिए और वहां फूंक कर लगभग 1.5 सेंटीमीटर व्यास की गेंद बनाइए।

गेंद की पेंदी को नरम करके उसमें एक पेंसिल दबा दीजिए। इससे वहां एक गड्ढा बन जाएगा जो टरबाइन के निचले धारक (बेसिंग) का काम करेगा। नलिका के ऊपरी भाग को 90 डिग्री पर मोड़ दीजिए, तब इनके सिरे को खींच कर चंचु (जेट) बना दीजिए और नलिका

को पानी से अच्छी तरह भर दीजिए। इसके लिए गेद को गरम करिए और खुले सिरे को किसी बरतन में रखे पानी के तल के नीचे डुबा दीजिए। चित्र में दिखाई गई रीति से तार की एक आकृति बनाइए, जो आधार का काम कर सके।

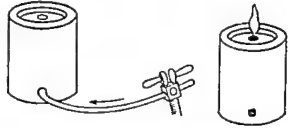


6. विस्फोट करती हुई गैस का बल दिखाना

धातु का एक डिब्बा लीजिए, जिसका ढक्कन घर्षण से बन्द होता हो। डिब्बे में एक या दो लिटर पानी आ जाना चाहिए। ढक्कन के बीचोंबीच लगभग आधे सेंटीमीटर व्यास का एक छेद करिए। डिब्बे की दीवार में, पेंदी के पास, एक दूसरा छेद करिए, जिसका व्यास लगभग 2 सेंटीमीटर हो। ढक्कन को अच्छी तरह बँटा दीजिए। जलने वाली गैस की टॉटी खोल दीजिए। जब डिब्बा गैस से भर उठे और उसके ऊपर वाले छेद से गैस निकलने लगे तो गैस का आना बन्द कर दीजिए। गैस के निकलने का पता आप को गैस की गन्ध से चल जाएगा। नलिका हटा दीजिए और ऊपरी छेद के पास गैस को जला दीजिए। फिर स्वयं दूर हट जाइए और परिणाम को प्रतीक्षा करिए। ज्वाला यदि मिट गई-सी भी जान पड़े तब भी डिब्बे के पास मत जाइए। जब गैस ऊपर जलती है तो नीचे के छेद से क्या चीज धुमती है? मिश्रण कब विस्फोटक हो गया?

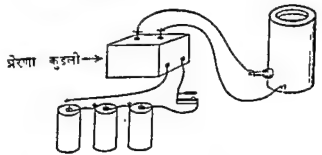
उष्मा के अध्ययन के लिए प्रयोग और साधनों

(मिश्रण में कितनी गैस और कितनी हवा रही होगी?)



7. इंजिन में पेट्रोल-वाष्प का विस्फोट कैसे कराया जाता है

इस प्रयोग के लिए आपको धातु के एक लिटर के डिब्बे की आवश्यकता होगी, जिसमें ढक्कन घर्षण से बँटना हो। पेंदी के पास एक छेद करिए, जिसमें मोटरकार का साधारण स्फुलिंग प्लग कस कर लगाया जा सके। दूसरी तरफ बगल में पेंदी के पास कील से एक छोटा छेद करिए। एक प्रेरण-कुण्डली (इण्डक्शन कॉयल) की भी आवश्यकता पड़ेगी, जिससे उच्च वोल्टता मिल सके। प्रेरण-कुण्डली के पूर्ववर्तियों (प्राइमरी) के सिरों को तीन या चार सेलों की सूखी बँटरी से सम्बद्ध करिए। परवर्ती के एक सिरों को स्फुलिंग प्लग के ऊपर लगाइए और दूसरे को डिब्बे के छोटे छेद में। डिब्बे में पेट्रोल की लगभग दस बूँदें डालिए। ढक्कन को कस कर बन्द करिए और प्रेरण-कुण्डली के पूर्ववर्ती वाले स्विच को बन्द करिए (अर्थात् विजली चालू करिए)।



8. अग्नि-उत्पादक पिचकारी कैसे बनाई जाए

अग्नि-उत्पादक पिचकारी में जलाने के लिए लोग साधारणतः ऐमैडू का नाम लेते हैं,

विज्ञान-मिशन के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

जो एक प्रकार की फफूंदी को मुखा कर बनाया जाता है, परन्तु जब तक वह बहुत सूखा नहीं रहता वह जलना नहीं। यदि रुई को कार्बन डाइ-सल्फाइड में तर कर लिया जाए और उसमें नाम-मात्र को फास्फोरस भी डाल दिया जाए तो मंपीडन करके तापों को बनाने पर वह मुगमता से जल उठेगी।

यदि कांच की पिचकारी ली जाए तो अधिक श्रद्धा होगा। कड़े कांच की दाहक नलिका का एक टुकड़ा लीजिए और उसमें एक श्रद्धा-सा पिस्टन लगाइए (साइकिल के पिस्टन से भी काम चलाया जा सकता है)। खुले सिरे में रुई भरिए और उसे काग से बन्द कर दीजिए। उपकरण का बेंच या मज पर रख कर पिस्टन को एकाएक नीचे लाइए और तब रुई के जल जाने के कारण नीली चमक दिखाई पड़ेगी।

लोहे की पाइप में एक झिरी काट कर उसे सुरक्षा आवरण के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है परन्तु यह प्रयोग सामान्यतः खतरे वाला नहीं है।



चुंबकत्व के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

1. प्राकृतिक चुंबक

चुंबकीय लौह धातु संसार के कई भागों में पाई जाती है। यदि आप पास-पड़ोस से कोई धातु न ले सकें तो आप इसे किसी वैज्ञानिक सामग्री के विक्रेता से थोड़े दामों में ही खरीद सकत हैं। इस प्रकार की लौह धातु का एक टुकड़ा लाइए। यह प्राकृतिक चुंबक होता है। सफेद कागज पर थोड़ी-सी लौह रेतन (फाईलिंग) या इस्पात के धूल (बूल) की महीन कतरन बिछा दीजिए और देखिए कि धातु उसको किस प्रकार अपनी ओर खींचती है। लोहे की कुछ भारी वस्तुओं को भी उठाने की चेष्टा करिए, जैसे कागज पर लगाने वाले क्लिप या छोटी कीले। धातु को दिक्चूचक यन्त्र के पास लाइए और परिणाम देखिए। क्या धातु का हर एक भाग दिक्चूचक पर एक ही तरह का प्रभाव डालता है ?

2. कृत्रिम चुंबक बनाना

पुराने रेडियो के लाउडस्पीकरों, पुराने टेलीफोन के चोंगों और पुरानी मोटरकार के वेगमापियों की सहायता से चुंबकत्व के अध्ययन के लिए बलशाली और उपयोगी कृत्रिम चुंबक बनाए जा सकते हैं। चुंबक बहुधा बाजार या किसी भी वैज्ञानिक सामग्री बेचने वाले से खरीदे जा सकते हैं। कृत्रिम चुंबक कई आकृतियों के बनते हैं, जैसे धोड़े की नाल के रूप में, U अक्षर की आकृति में या दण्ड-चुंबक के रूप में।

3. इस्पात की छड़ को चुंबक बनाना

इस्पात की बनी हुई वृन्ने की सलाई, मोटी सूई, लोहे की कील, दीवार वाली घड़ी की कमानी या छोटी घड़ी की कमानी के एक

टुकड़े को चुंबक बनाने के लिए चुंबकीय लौह धातु के टुकड़े या अन्य चुंबक का उपयोग करिए। सलाई इत्यादि को कई बार चुंबकीय पदार्थ से सहला देने से ही यह काम बन जाता है। यदि आप ऐसा दण्ड-चुंबक बनाना चाहे जिसके सिरों पर विपरीत ध्रुव रहें तो किसी कृत्रिम चुंबक का उपयोग करिए। बिना चुंबकत्व वाले दण्ड के बीच में आरम्भ करिए और चुंबक के एक सिरों को दण्ड से छुआने हुए दण्ड के दूसरे सिरों तक ले जाइए। इस प्रकार कई बार सहलाने के बाद दण्ड को घुमा दीजिए और बीच से आरम्भ करके दूसरे सिरों तक सहलाइए परन्तु इस बार चुंबक के दूसरे ध्रुव का उपयोग करिए। अपने काम की जांच करने के लिए दण्ड से लोहे की रेतन उठाइए या उसे दिक्चूचक के पास ले जाइए।

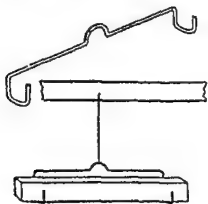
4. दण्ड-चुंबक बनाना

कड़े इस्पात के कुछ चपटे टुकड़े लीजिए। पुरानी नोहा-आरी के फल या दीवार की घड़ी की कमानी का लम्बा टुकड़ा भी ले सकते हैं। 15 सेंटीमीटर का टुकड़ा काटिए। फिर प्रयोग-3 में बताई गई रीति से प्रत्येक टुकड़े के विपरीत सिरों को किमी बलशाली चुंबक के विपरीत सिरों से सहलाइए। प्रत्येक दण्ड-चुंबक की जांच दिक्चूचक से करिए। दण्ड-चुंबक के दोनों निरों का प्रभाव दिक्चूचक पर उल्टा पड़ना चाहिए। कड़े इस्पात का चुंबक बनाना बहुत कठिन होता है। इस्पात के टुकड़े को मेज पर रगना चाहिए और चुंबक सहलाते समय इस्पात पर चुंबक के निरों से आघात करना चाहिए।

5. चुंबकत्व के अध्ययन के लिए घूर्णन बनाना

एक मोटा तार लीजिए। कोट-हैंगर का तार भी अच्छा सिद्ध होगा। इसे मोड़ कर चित्र में दिखाई गई आकृति का कर लीजिए। सिरों पर बने हुए हुकों के बीच की दूरी इतनी हो कि उस हुकदार कांटे में छोटा-से-छोटा दण्ड-चुंबक भी ठहर सके।

पालने को किसी सुविधाजनक हुक अथवा अन्य आधार से डोर द्वारा लटका दीजिए। पालने में एक दण्ड-चुंबक रख दीजिए और अन्य चुंबकों को इसके पास लाइए।

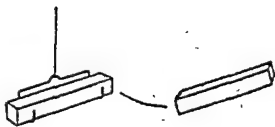


6. चुंबक में चुंबकत्व का संकेन्द्रण

एक कागज पर खूब सारी लोह रेतन उड़ेल दीजिए। इस रेतन में एक दण्ड-चुंबक को उलटिए-पलटिए। देखिए कि अधिकतर रेतन दण्ड के सिरों के पास के बिन्दुओं में चिपकती है। चुंबक के ये (दो) स्थान, जहाँ चुंबकत्व संकेन्द्रित जान पड़ता है, चुंबकीय ध्रुव कहलाते हैं। अन्य आकृतियों के चुंबक लेकर, जैसे धोड़े की नाव का अथवा U की आकृति का चुंबक, इस प्रयोग को दोहराइए।

7. क्या चुंबक दूर से भी वस्तुओं को आकर्षित करते हैं

एक दण्ड-चुंबक को प्रयोग-6 में बताया गए हुकदार कांटे की तरह किसी कांटे में लटका दीजिए। लटके हुए चुंबक के पास एक दूसरा चुंबक लाइए और इस प्रयोग के आरम्भ में धीरे-धीरे प्रश्न का उत्तर ढूँढिए।



8. क्या चुंबक के दोनों ध्रुव एक ही प्रकार के होते हैं

प्रयोग-7 की सामग्री का उपयोग करिए। लटकाए गए चुंबक के एक सिरे पर खड़िया से या कागज को चिपका कर चिह्न लगा दीजिए। अब किसी अन्य चुंबक के एक सिरे को लटके हुए चुंबक के चिह्न वाले सिरे के पास लाइए। फिर अपने हाथ के चुंबक को उलट कर उसके दूसरे सिरे को लटके हुए चुंबक के चिह्न वाले सिरे के पास लाइए। क्या दोनों का प्रभाव एक समान पड़ता है? प्रथम दशा में आप क्या का वर्णन कैसे करेंगे? दूसरी दशा में कैसे?

9. चुंबकत्व-नियम

प्रयोग-7 की सामग्री का फिर उपयोग करिए। चुंबकों की जांच दिक्सूचक की मूर्ई से करिए। प्रत्येक चुंबक के उस सिरे पर चिह्न लगा दीजिए जो दिक्सूचक के उत्तरी सिरे को प्रतिकर्षित (रिपेल) करता है और दिक्सूचक के दक्षिणी सिरे को आकर्षित करता है। जहाँ आपने चिह्न लगाया है उन सिरों को चुंबक का उत्तरी ध्रुव कहते हैं। बिना चिह्न वाले सिरे दक्षिणी ध्रुव हैं। चुंबकों के दक्षिणी ध्रुव दिक्सूचक के दक्षिण दिशा बताने वाले सिरे को प्रतिकर्षित और उत्तर दिशा बताने वाले सिरे को आकर्षित करते हैं।

अब चिह्न लगाए हुए चुंबकों में से एक को घूर्णन में लटका दीजिए। एक दूसरे चुंबक का उत्तरी सिरा लटकाए हुए चुंबक के उत्तरी सिरे के पास लाइए। आप आकर्षण देखते हैं या प्रतिकर्षण? इसके बाद दोनों चुंबकों के दक्षिणी सिरों को पास लाइए। आप क्या देखते हैं? अपने हाथ के चुंबक के उत्तरी सिरे को लटकाए हुए चुंबक के दक्षिणी सिरे के पास लाइए। आप क्या

देखते हैं ? फिर दक्षिणी सिरे को लटकाए हुए चुंबक के उत्तरी सिरे के पास लाइए। आप क्या देखते हैं ? सजातीय (लाइक) और विजातीय (अनलाइक) चुंबकीय ध्रुवों के बारे में आप क्या बता सकते हैं ? यही चुंबकत्व का नियम है।

10. सरल दिक्सूचक बनाना

इस्पात की पट्टी या घड़ी की कमानी के टुकड़े को चुंबक पत्थर अथवा किसी दूसरे चुंबक से सहला कर चुंबक बनाइए। इससे दिक्सूचक की सूई बनाने के लिए इसे एक यथा-सम्भव पर्यण-रहित आधार चाहिए। ऐसा आधार कई युक्तियों से बनाया जा सकता है। कांच-नलिका के एक छोटे टुकड़े के, जिसकी लम्बाई 2 सेंटीमीटर हो, एक सिरे को ज्वाला में तप्त करके बन्द करिए। इस प्रकार बनी परीक्षण-नलिका को एक पिन पर आरोपित करिए। पिन को पहले ही किसी काग या लकड़ी के टुकड़े के भार-पार डाल दीजिए। इस्पात की पट्टी को मुहर करने की लाख से-नलिका पर चिपका दीजिए और उसको इस प्रकार बिछाइए कि वह स्वतन्त्रता से और बिना झटका खाए घूम सके।

दिक्सूचक सूई को आरोपित करने की एक दूसरी रीति यह है कि कपड़ा-मढे पुराने बटन के भीतरी धातु वाले भाग का उपयोग किया जाए। इस भाग में दो उभरी पत्तियाँ निकली रहती हैं। बनाए हुए चुंबक को इन दोनों के बीच में डाल दीजिए और बगल वाली पत्तियों को मोड़ कर चुंबक को फंसा दीजिए। फिर बटन के गोलाकार भाग को कांच के टुकड़े पर अथवा किसी अन्य चिकने तल पर रख दीजिए।



11. चुंबकीय उत्तर निर्धारित करना

एक चपटा चौकोर काग लीजिए, जिसकी नाप

10 सेंटीमीटर × 3 सेंटीमीटर हो। चीनी मिट्टी की लसतरी में रख कर काग को उस पानी पर तैरा दीजिए। लोहा शरारी के फल अथवा इस्पात के किसी एक छोटे टुकड़े को चुंबकित करिए और उसे काग में इस प्रकार लगा दीजिए कि उसके दांत नीचे रहे और लम्बाई काग के अनुदिश रहे। जब वह ठीक लग जाए तो उसके दोनों ओर दो बड़ी पिन लगा कर पिनों के ऊपरी सिरों के समानान्तर देखिए। (देख कर दिशा अंकित करिए)। पिनों की जड़ों को मिलाने वाली रेखा ही चुंबकीय याम्योत्तर (मेरीडियन) है।

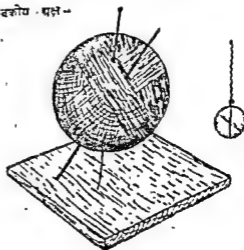


12. पृथ्वी का चुंबकत्व दिखाने के लिए प्रतिकृति बनाना

इस प्रतिकृति में पृथ्वी को निरूपित करने के लिए एक गेंद या किसी गोल फल को आवश्यकता पड़ेगी। इसे लकड़ी के एक ऐसे सीखचे के सहारे टिकाइए जो क्षितिज से तिरछे कोण में हो। यह सीखचा पृथ्वी या घूर्णन निरूपित करता है।

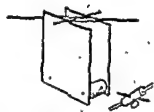
'पृथ्वी' के भीतर एक बुनने की सलाई को चुंबकित करके डाल दीजिए। यह सलाई पृथ्वी के चुंबकीय अक्ष को निरूपित करती है।

चुंबकीय धरा -



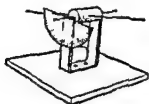
बिज्ञान-गिष्यण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

बाह्य क्षेत्र की जांच के लिए एक छोटे दिवसूचक का उपयोग करिए। इसे कुछ लोग फेरान के रूप में जेबी घड़ी के चैन में लटकाए रहत हैं।



13. नमनमापी (डिप सर्किल) बनाना

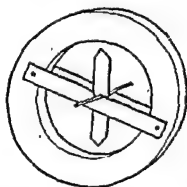
एक काग में घुनने की एक सलाई इस प्रकार डालिए कि वह काग के सिरे के व्यास के समानान्तर हो जाए। इसे U आकृति को पीतल की पट्टी पर क्षैतिज स्थिति में सन्तुलित करिए। इस काम में धुरी के लिए पिनो से काम लीजिए। अब सलाई और काग को छुरी की धारों पर से (अर्थात् U आकृति के पीतल पर से) उठा लीजिए और काग जरा भी हटाए बिना सलाई को चुंबकित करिए। जब सलाई को फिर अपने आधारों पर रखा जाएगा तब एक सिरा पृथ्वी के चुंबकत्व क्षेत्र में नीचे खिंच जाएगा। नमन-कोण को चांदे से नापा जा सकता है।



14. प्रदर्शन के लिए नमनमापी

गते से एक बलय काटिए, जिसका बाहरी व्यास 50 सेंटीमीटर हो। एक व्यास के आर-पार दो पटरियां जोड़िए। ये नमन-सूई के लिए आधार का काम करेंगी। कार्ड (कड़े कागज) ने नमन-सूई की रूपरेखा बना कर उसकी प्रतिवृत्ति काटिए और उसे पटरियों में कटे सांचों पर रख दीजिए।

इस प्रकार की प्रतिवृत्ति की सहायता ने नमन-सूई की विविध त्रुटियों का भी विवेचन किया जा सकता है।



चुंबक के लिए आधार-स्थान बनाने की एक दूसरी रीति यह है कि साइकिल की बाल्व-नर्नी का उपयोग किया जाए। इसमें एक पिन पार कर दी जाए और इसी पिन से आधार धुरी का काम लिया जाए। छुरी के धारों के लिए दो पोस्टकार्डों से काम लिया जा सकता है। इनके बीच में काग रर कर ड्राइंग पिन से उनको अपने-अपने स्थानों में टिका रखना चाहिए। तब नमन-स्थिति को पेंसिल से अंकित कर नापा जा सकता है।

15. दिवसूचक की सहायता से परीक्षण करना

बहुत-सा वस्तुएं, जो लोहे या इस्पात की बनी रहती हैं, पृथ्वी के चुंबकत्व से चुंबकित हो जाती हैं। बाड़ बनाने वाले लोहे के गममों, लोहे के पुलों आदि के दिवसूचक से जांच करना मनुषी रोचक होता है। इन सबके दोनों निरों की जांच करके यह देनािए कि उनमें चुंबकीय ध्रुव हैं या नहीं। लोहे की एक छड़ को भूमि में डोकिए और देनािए कि यह चुंबकित हो गई है या नहीं। इसकी जांच छड़ के ऊपरी निरे पर और भूमि के पान करिए। पाठगाना के धानपान और घर की यन्त्रों की जांच दिवसूचक से करिए।

यदि धातु के विद्युत् संयोजक (कनेक्टर्स) मिल सकें तो उसमें ग्रामोफोन की सूइयों को टाके ने जुड़वा कर अपिक स्थायी चुंबक बनई जा सकती है।

16. कौन-से पदार्थ चुंबकीय होते हैं ?

कागज, मोम, पीतल, जस्ता, लोहा, इस्पात, निकल (धातु), कांच, काग, खड़, अल्मीनियम, तांबा, सोना, चांदी, लकड़ी, रागा, इत्यादि को बनी हुई विविध छोटी वस्तुओं को इकट्ठा करिए। उनको एक बक्स में रखिए और यह देखने के लिए कि चुंबक किन्हे आकर्षित करता है और किन्हे नहीं, प्रत्येक की जांच चुंबक से करिए।

17. छड़ को ठोंक कर चुंबकित करना

लोहे की एक छड़ लीजिए, जो एक मीटर लम्बी हो। पदां टांगने वाली लोहे की छड़ भी ले सकते हैं। दिवसूचक से प्रत्येक सिरे की जांच करके देखिए कि वह चुंबकित तो नहीं है। छड़ को उत्तर-दक्षिण दिशा में और कुछ झुकी हुई स्थिति में पकड़िए। इस स्थिति में छड़ पर कई बार तीव्र चोट लगाइए और फिर दिवसूचक से जांच करिए। छड़ को पूर्व-पश्चिम दिशा में पकड़ कर और उसके ऊपरी सिरे पर कई बार हथौड़े से चोट करके उसे बहुधा चुंबक-रहित किया जा सकता है।

18. बल-रेखाएं

पत्ती लकड़ी (प्लाईवुड) का एक टुकड़ा लीजिए, जिसमें एक परत की गहराई तक दो खांचे कटे रहे। चुंबक और पदार्थों की बल-रेखाओं की आकृति का परीक्षण करते समय इसमें चुंबक आदि को रखा जा सकता है। इन लोहे की रेतन के नक्शों को स्थायी भी किया जा सकता है। इसके लिए चुंबकों पर रखे गए कागज को पहले पिघली मोमवत्ती के पिघले हुए मोम में डुबा कर ठण्डा कर लेना चाहिए। इस कागज को, जिसका परीक्षण किया जाना हो, इस चुंबक या चुंबकों के ऊपर रखिए। 30 सेंटीमीटर



की ऊंचाई से उस पर लोहे की रेतन छिड़किए और कागज पर हल्के-हल्के आघात करिए। जो आकृति बने उसे बून्सन ज्वालक की साधारण ज्वाला में गरम करके स्थायी करिए।

19. चुंबकीय बल-रेखा का चित्रण

रेखाएं आदि खींचने के लिए लोग अक्सर मोमी कागज वाली ही रीति अपनाते हैं, परन्तु इसके स्थान पर काली रेखाओं वाले कागज का भी, जो आजकल आम चलता है, उपयोग किया जा सकता है। आजकल आर्कीटेक्ट पुराने नील-छाप कागज के बदले उमी कागज का इस्तेमाल करते हैं। इस कागज का इस्तेमाल दिन के प्रकाश में भी किया जा सकता है।

चुंबक को कागज पर ठीक स्थिति में रखिए और लोहे की रेतन छिड़क कर अभीष्ट आकृति बनने दीजिए।

कागज को लौहे रेतन सहित ही धूप अथवा दिन के चटक प्रकाश में 8 मिनट तक या छोटे चाप-दीप (आर्क लैम्प) के प्रकाश में 2 मिनट तक रखिए। लौहे रेतन को झाड़ दीजिए और रुई को परिस्फुटक (डेवेलपर) से तर करके उसमें कागज को पोत दीजिए। इस प्रकार की बनी छापें घनात्मक होती हैं (अर्थात् जहां धूप लगी थी वहां कागज सफेद हो जाता है, जहां धूप नहीं लगी थी वहां कागज काला हो जाता है)। इस अभिलेख को चिरस्थायी करने के लिए कागज पर वार्निश भी की जा सकती है।

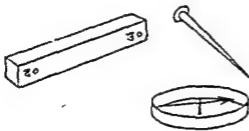
20. चुंबकीय बल-रेखाएं किन-किन पदार्थों से होकर पार जा सकती हैं ?

निम्नलिखित में से अधिक पदार्थों की चादरों के छोटे टुकड़े लाइए। लकड़ी, कांच, तांबा, पीतल, जस्ता, गता, प्लास्टिक, मोहा, अल्मीनियम, इत्यादि। इन चादरों पर एक और धोड़ी लौहे रेतन रखिए और चादर के नीचे की ओर एक बलवाली चुंबक को दृश्य-उत्तर चलाइए। लौहे रेतन को देखने में धारा

बता सकते हैं कि चुंबकीय बल-रेखाएँ किन्-किन पदार्थों को पार कर सकती हैं।

21. चुंबकीय प्रेरणा (इण्डक्शन) की कार्य-विधि

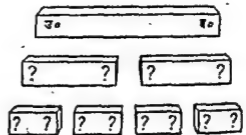
दिवसूचक से किसी बलशाली चुंबक की जांच करिए और उसके उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों को अंकित करिए। मेज पर एक दिवसूचक रखिए और उसके पास लोहे के 15 सेंटीमीटर के कांटे (या नरम लोहे की छड़) के नुकीले सिरे को लाइए। इसके बाद परीक्षित चुंबक के उत्तर ध्रुव को कांटे के ऊपरी सिरे के पास लाइए, परन्तु दोनों को आपस में छूने मत दीजिए। कांटे के उस किनारे पर, जो दिवसूचक के पास है, उत्तरी ध्रुव प्रेरित होता है या दक्षिणी? कांटे के ऊपरी सिरे का ध्रुवत्व आपके अनुमान में किस प्रकार का होगा? जांच करिए। फिर कांटे को पुरानी ही स्थिति में पकड़ कर अबकी बार परीक्षित चुंबक के दक्षिणी ध्रुव को कांटे के ऊपरी सिरे के पास लाइए। दिवसूचक के पास वाले सिरे में उत्तरी ध्रुव प्रेरित होता है या दक्षिणी? कांटे के ऊपरी सिरे में कौन-सा ध्रुव है?



22. चुंबक को तोड़ने पर क्या होता है?

प्रयोग 3 में बताई गई रीति से दीवार घड़ी की कमानी या लोहा-धारी के फल में लगभग 25 सेंटीमीटर लम्बा एक टुकड़ा लीजिए और उसे चुंबकित करिए। दिवसूचक से जांच करके यह निश्चित करिए कि उसके इन सिरे पर उत्तरी ध्रुव है और दूसरे पर दक्षिणी ध्रुव। इन ध्रुवों पर लड़ियाँ से उ० और द० चिह्न दीजिए। दिवसूचक से जांच करके पता लगाइए

कि क्या इस चुंबक के मध्यबिन्दु पर भी कोई ध्रुव है? एक गहूँसा (प्लायम) लेकर इन तन्व चुंबक को बीच से तोड़ कर उसके दो टुकड़े कर दीजिए। प्रत्येक लगभग 12.5 सेंटीमीटर का होगा। इन दोनों चुंबकों के प्रत्येक सिरे के चुंबकत्व की जांच करिए। आप क्या देखते हैं? प्रत्येक टुकड़े के सिरों पर जांच के अनुसार उ० या द० लिखिए। अब इन दोनों चुंबकों को तोड़ कर चार टुकड़े कर दीजिए। प्रत्येक सिरे की जांच करिए और उन पर उ० या द० लिखिए। जहाँ तक सम्भव हो सके चुंबकों को तोड़ते रहिए। जिस प्रश्न का उत्तर पाने के लिए यह प्रयोग किया गया था उसके समाधान को लिख कर दिखाइए।



23. लोहे की रेतन से चुंबक बनाना

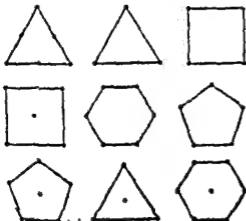
किसी परीक्षण-नलिका को या दाँत के ब्रश को रेतने की कांच-नलिका को लोहे की रेतन से लगभग दो-तिहाई भर दीजिए और नलिका के मुँह को रुई की टाट प्रयत्न काग से बन्द कर दीजिए। ध्यान रहे कि नलिका हिलने न जाए। अब किसी बलशाली चुंबक के ध्रुवों से नलिका को गहनाइए। तौह रेतन की नलिका को दिवसूचक के पास ले जाइए। आप देखेंगे कि नलिका ठोत चुंबक की तरह ही कार्य करती है। नलिका को इसी तरह हिलाइए और तब फिर दिवसूचक के पास लाइए। इस बार यह दिवसूचक पर कोई प्रभाव नहीं डालती। ऐसे प्रयोगों से ही वैज्ञानिकों ने यह पारणा बनाई है कि चुंबक का चुंबकत्व द्रव्य के बहुत छोटे कणों में, सम्भवतः प्रणुओं या परमाणुओं में, सम्भूत है।

24. प्लावी चुंबक घनाना

कुछ पुराने रेजर ब्लेडों को चुंबकित करिए। ब्लेड को सावधानी से पकड़िए और अपने शरीर को बचाए रहिए। ब्लेडों पर तेल, वैसलिन या चर्बी हल्के-से लगाइए। चीनी मिट्टी की बड़ी तश्तरी (सूप प्लेट) में पानी भरिए और उस पर रेजर ब्लेडों को तैराइए। अब इन तैरते हुए चुंबकों के नीचे एक बलशाली चुंबक लाइए।

25. प्लावी चुंबकों से सम्बन्धित कुछ प्रयोग

सात या आठ सूइयों को इस प्रकार चुंबकित करिए कि उनकी नोकों में एक ही प्रकार का ध्रुव बन जाए और आठों (छेद) विपरीत ध्रुव। इन सूइयों को छोटे चपटे कागों में घुसा कर पार कर दीजिए। इन कागों का व्यास लगभग 1.3 मिलीमीटर रहे और सूई का लगभग 1 सेंटीमीटर भाग काग के ऊपर रहे। खाना रखने की एक धावी (सीरियल डिश) या सूप की प्लेट (या पीतल की परात या गहरी थाली) लीजिए, जिसकी दीवारें ठाकू हों। इसे पानी से लगभग पूरा भर दीजिए। चुंबकों को तैरा दीजिए। सबकी नोकें नीचे रहें। अब किसी बलशाली चुंबक के एक ध्रुव को तरती हुई सूइयों के ऊपर लाइए। चुंबक के दूसरे सिरे से यही प्रयोग करिए। इस प्रकार के उतराते हुए चुंबकों को तश्तरी में विविध दंगों से रखा जा सकता है। प्रयोग के लिए नीचे कुछ आकृतियां दी गई हैं।



26. चुंबक का कम्पनकारी

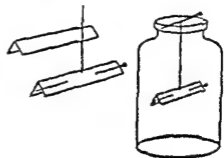
एक आकृति के चुंबक को उसके पाद्वं के बल लेटा दीजिए और चुंबक के निम्न बाहु पर एक सूई या रेजर ब्लेड को इस तरह खड़ा कर दीजिए कि वह चुंबक के दूसरे बाहु तक न पहुँचे। यह खड़ा ही रहेगा। दूसरे सिरे को पेंसिल से ठोकिए और देखिए कि यह कितनी अचछी तरह कम्पन करता है।

27. सूई को हवा में तैराना

एक सूई में धागा डालिए। चुंबक को मेज पर रख दीजिए और उसके एक ध्रुव पर सूई को बार-बार फिराइए। इस ध्रुव पर सूई को इतने समय तक रहने दीजिए कि वह पूर्णतया चुंबकित हो जाए। अब सावधानी से सूई को इस ध्रुव से छुड़ाइए। धागा पकड़ कर सूई को उठाइए और इसे दूसरे ध्रुव के ऊपर ले जाइए। सावधानी से काम करने पर इस दूसरे ध्रुव के ऊपर सूई हवा में तैरने लगेगी। ऐसा क्यों होता है ?

28. काँच दिक्सूचक बनाना

काँच की चौड़े मुँह वाली एक बोतल लीजिए। काँच या कड़े कागज के एक लम्बे टुकड़े को लम्बाई की ओर से बीच से मोड़ दीजिए। यह इतना लम्बा न रहे कि इसे बोतल के भीतर घूमने में कठिनाई हो। अब इस काँच से कुछ बड़ी इस्पात की बनी हुई एक सूई लीजिए और उसे चुंबकित करिए (देखिए प्रयोग-3)। इस सूई को काँच में फंसा दीजिए और घागे से इस प्रकार लटका दीजिए कि काँच और सूई सन्तुलित रहें। ठीक सन्तुलन के लिए सूई जरा बाहर



विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

या भीतर लौंघी जा सकती है। धागे के दूसरे सिरे को सलाई या किसी झोर लकड़ी में बांध दीजिए और उस सलाई को बोतल के मुह पर गन दीजिए।

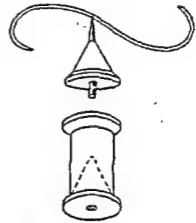
29. चुंबक से मछली-वेध करना

कई डेसीमीटर लम्बी एक डोर लीजिए और इसमें एक बलशाली चुंबक बांध दीजिए। इस धागे को किसी छड़ी या बंसी (बांस) में बांध दीजिए। एक पर्दे के पीछे मेज पर लोहे की बनी विविध वस्तुएँ फँसा कर रखिए। कील, काटे, पेच, बोल्ट, डिबरी, पिन, इत्यादि का उपयोग किया जा सकता है। प्रत्येक वस्तु के लिए श्रक नियत कर दीजिए, उदाहरणार्थ बड़ी कील के लिए 5, पेच के लिए 4, बोल्ट के लिए 3, इत्यादि। हर एक खिलाटी बारी-बारी से पर्दे के उस पार चुंबक फँक कर मछली को पकड़े और जिस वस्तु को उमका चुंबक उठाए, उसके अनुसार उसे श्रक दिए जाएं।

30. चमत्कारी चुंबकीय लट्टू

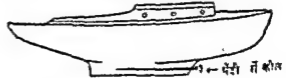
लकड़ी की बनी हुई धागे की खाली रील से एक लट्टू बनाइए। पहले रील को काट कर दो कर दीजिए। आधे भाग को लेकर उसकी लकड़ी इस प्रकार छीन दीजिए कि वह शंकु (कोन) के आकार की हो जाए। तब उसके छेद में लोहे (या हो सके तो इस्पात) की छड़ कस दीजिए। यह छड़ इतनी बड़ी रहे कि शंकु के पार जाने पर सिरे की ओर उसका लगभग 1 सेंटीमीटर भाग बाहर निकला रहे। नीचे वाले सिरे को, जो शंकु की नाक की ओर निकला रहता है, सान मशीन पर इतना घिसिए कि उसकी नाक बहुत तेज और सर्वत्र बराबर गोल हो जाए। लट्टू तैयार है। तर्कु को चुंबकित करिए और फिर लकड़ी के शंकु में लगा दीजिए (या माधारण लकड़ी की साधारण फिरकी में चुंबकित गूज लगा दीजिए)। नरम तार से S आकृति का बड़ा बक्र बनाइए और उसे फिरने तल पर रतिए। यदि आप प्रवृत्त लट्टू (या फिरकी) को नया कर एम बक्र तार के

एक सिरे पर रख देंगे तो यह तार का सारा लेकर दूसरे सिरे तक चला जाएगा।



31. चुंबकीय नाव

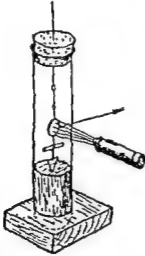
किसी नरम लकड़ी से एक नाव गढ़ लीजिए। यदि चाहें तो आप इस पर मन्तूल और पाल भी लगा सकते हैं (नाव के भीतरी भाग को खोलना कर लीजिए या इसकी पेंदी में लम्बाई की ओर एक छोटा-सा छेद कर लीजिए)। अब एक लोहे की कील (या छाते की तीली के टुकड़े) को चुंबकित करके उसे इग छेद में अथवा नाव के भीतर ही रख दीजिए। समुद्र के लिए प्लास्टिक या अलमीनियम (या पोतल या कांसे) की खाली का उपयोग करिए। गानू या लकड़ी से आप समुद्र-तट बना सकते हैं। खाली के नीचे चुंबक चला कर आप अपनी नाव को नियन्त्रित कर सकते हैं।



32. सुप्राही चुंबकत्वमापी

नावे के नार के एक टुकड़े को एक भाग के भीतर डाल कर पार कर दीजिए। यह भाग परीक्षण-वस्तु में पला जाएगा और चुंबक लट्टू के लिए ऊपरी आपार का काम करेगा। तारों के पतले तार से चुंबक के लिए वाहक (सैग्नर) बनाइए और नीचे वाले सिरे में टांके में एक छोटी-सी पंखी (पैन) जोड़ दीजिए।

चुंबक-वाहक में किसी हल्के-से दर्पण का एक टुकड़ा जोड़ दीजिए, जिससे यह किरणावली को परावर्तित करे। परीक्षण-नलिका में लगभग 3 सेंटीमीटर की गहराई तक तेल भर दीजिए। लटकाए हुए चुंबक और वाहक को नलिका में नीचे उतार दीजिए और ऊपरी आधार को इस प्रकार समंजित करिए कि पूर्वोक्त भ्रममन्दन-पंखी तेल में लगभग पूर्णतया डूब जाए।

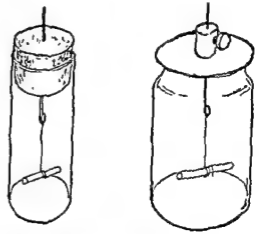


33. कम्पन चुंबकत्वमापी

आजकल छोटे, बलशाली कोबाल्ट अथवा टिकोनल के चुंबक आसानी से मिल जाते हैं। उन्हें किसी नलिका में रेशम से लटका देने पर उत्तम कम्पन चुंबकत्वमापी (वाइब्रेशन मैग्नेटोमीटर) बनाए जा सकते हैं। इनमें 'भ्रम-मन्दन' नहीं होता क्योंकि झूलने वाले कांटे का 'कम्पन काल' उस स्थान के चुंबकीय क्षेत्र का मापदण्ड होता है जहां उसे रखा जाए।

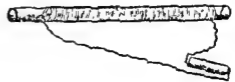
चौड़े मुह वाला कोई बरतन बड़ी प्रतिक्रति बनाने के लिए लीजिए। इस पर लकड़ी का ढक्कन होना चाहिए। पीतल का विद्युत्-संयोजक (कनेक्टर) ऊपरी आधार के लिए उपयुक्त क्लिप का काम देता है। जब उपकरण से काम न लेना हो तो चुंबक को उतार कर पेंदी से लगा दिया जा सकता है। ऐसी सावधानी बरतने से लटकाए गए भाग की आयु बढ जाती है।

(टिप्पणी :—भ्रममन्दन का अर्थ है दोलन-विस्तार को कम करना।)



34. विद्युत् चुंबकन कुण्डली

किसी साधारण काच-नलिका पर तांबे के तार को बहुत पास-पास लपेटिए। इस नलिका की सहायता से धुनाई की सलाइशों (या छाते की तीली के टुकड़ों) को चुंबकित किया जा सकता है (तार के फेरे एक-दूसरे को न छूए, या तार विसर्वाहित (इंजुलेटेड) हो, जैसा कि ब्रिजली के पंखों के भीतर लगा तार होता है)। टार्च की बैटरी से आवश्यक विद्युत्-धारा ली जा सकती है परन्तु उसे आवश्यकता से अधिक समय तक सम्बद्ध नहीं किए रहना चाहिए।



35. बिजली को वितरण-प्रणाली के लिए चुंबकीय कुण्डली

220 वोल्ट की बिजली के लिए इग परि-नलिका (चुंबकारी कुण्डली, सानेनापट) में लगभग 50 सेंटीमीटर लम्बी एक नलिका होती है, जिस पर 22 नम्बर के तांबे के वित्तवाहित (इंजुलेटेड) तार की बारह परतें लपेटी हुई रहती हैं। यदि धारा में भ्रमरोध (रैजिस्टेंस) डाल दिया जाए, तो इसने कम फेरों की आवश्यकता पड़ेगी, या इसके धरने

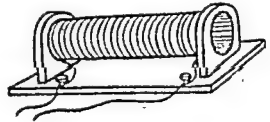
कुण्डली की बाहरी परतें अवरुधी तार (रेजिस्टेंस वायर) में लपटी जा सकती हैं।

पूर्वोक्त परिनालिका में देर तक विजली जाने देने से वह बहुत गरम हो जाएगी परन्तु यदि परिपथ (सरकिट) में एक सटसटाने वाली कुंजी (टैपिंग की—जैसी तारघरों में सटसटाने के लिए प्रयुक्त होती है) डाल दी जाए तो कुण्डली का इस्तेमाल रुक-रुक कर भी किया जा सकता है।

प्रत्यावर्ती धारा (ए० सी०) का उपयोग करके इस कुण्डली से अत्युच्च-वोल्टेज का वोल्टेज लिया जा सकता है। कुण्डली से वस्तु को धीरे-धीरे खींच कर बाहर निकालिए और जब तक वस्तु

इस कुण्डली के प्रभाव के बाहर न निकल जाए, तब तक उसे कुण्डली के धरा के ही अनुदिश रखिए।

इस कुण्डली को प्र० मा० (ए० सी०) में चुंबकीकरण के लिए भी काम में लाया जा सकता है। वस्तु को कुण्डली के भीतर रख दीजिए और सटसटाने वाली कुंजी को एक क्षण के लिए दबा दीजिए।



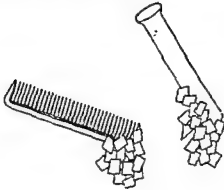
विद्युत् के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. स्थिर विद्युत्

(ये सभी प्रयोग अच्छी तरह तभी हो पाते हैं जब वायु शुष्क रहे।)

1. दो वस्तुओं को परस्पर रगड़ कर विद्युत् प्राप्त की जा सकती है

कागज को रेत कर कागज के चूरे की ढेरी लगा लीजिए। एक महीन कागज के टुकड़े-टुकड़े कर लें। प्लास्टिक की कंधी, प्लास्टिक की पेसिल (या पटरी) प्लास्टिक का फाउण्टेनपेन, एक टुकड़ा मोम, खड़ का गुब्बारा, कांच अथवा चीनी मिट्टी की तश्तरी, और धातु की छोड़ कर कोई भी अन्य वस्तु, जो आपको मिल सके, इकट्ठी कीजिए। इनमें से प्रत्येक वस्तु को अपने वालों पर या फर के टुकड़े पर तेजी से रगड़िए (वाल सूखे रहे) और तब कागज के कणों के पास लाइए। फिर रगड़िए और पतले कागज की कतरनों के पास लाइए। देखिए क्या होता है। ऊपर के प्रयोग को दोहराइए परन्तु अब की बार सब वस्तुओं को रेगामी कपड़े से रगड़िए। फिर फनालैन का उपयोग करके प्रयोग को दोहराइए।



2. स्थिर विद्युत् सर्वत्र होती है

गुब्बारे को फूंक कर फूला लें। फिर उसे अपने सिर पर रगड़िए और तब उसे पतले

कागज के टुकड़े या कागज के चूरे के पास ले जाइए। अब कंधी और प्लास्टिक की बनी पटरी लेकर प्रयोग को दोहराइए। फाउण्टेनपेन को अपने ऊनी कपड़े पर रगड़िए और स्थिर आवेश (चार्ज) देखने के लिए उसकी परीक्षा कीजिए। समाचारपत्र की दो पट्टियों को साथ पकड़िए। दोनों ही लगभग 5 सेंटीमीटर चौड़ी और 30 सेंटीमीटर लम्बी हों। अपने पाली हाथ के अंगूठे और तर्जनी को इन कागजों पर लम्बाई की दिशा में फेरिए (अर्थात् कागजों को बार-बार एक दिशा में रगड़िए)। क्या होता है? कुछ और भी प्रयोग करें और सिद्ध करें कि स्थिर विद्युत् सर्वत्र होती है।



3. स्थिर विद्युत् से प्रकाश

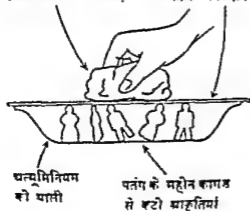
प्रतिदीप्त प्रकाश (फ्लुओरोसेंट लाइट) वाली एक नलिका (ट्यूब) लें। अग्नेय में इसे ऊर्ध्वोर्ध्व (किमी जानवर की गान, जिसमें सब बाल लगे हों) या फनालैन (फनल या विद्युत् ऊन के कंबल) के टुकड़े में तेजी से रगड़िए। आप क्या देखते हैं?



4. स्थिर विद्युत् के कारण नाचती हुई आकृतियाँ

अल्मीनियम (या पीतल या कासे) की थाली लीजिए, जो लगभग 2.5 सेंटीमीटर गहरी हो। इसे ढकने के लिए कांच की एक चादर भी लीजिए। पतंग के सहान कागज से छोटी गुड़ियों जैसी कुछ आकृतियाँ काट लीजिए, जैसी चित्र में दिखाई गई हैं। मुक्केबाज आदि की आकृतियों को भी बना सकते हैं। आकृतियों थाली को गहराई में नाममात्र छोटी रहें। आकृतियों को थाली की पेंदी में रविण और थाली को कांच से ढक दीजिए। कांच के ऊपरी तल को ऊर्णाजिन (फर) के एक टुकड़े में थ्रयवा नरम चमड़े में रगड़िए और नाच देखिए।

ऊर्णाजिन या नरम चमड़ा कांच की चादर

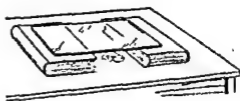


5. कागज की उड़ान-कूद

दो पृष्ठकों पर कांच की चादर रविण और उनके नीचे कागज के टुकड़े रविण। कांच को रेशम या फ्लानेन (ऊनी यन्त्र) में रगड़िए।

तब कागज के टुकड़े भजेदार ढंग में उड़ने लगते हैं।

आवेगयुक्त कांच के कारण कागज के टुकड़ों में भी आवेग आ जाता है और यही उनके आकषित होने का कारण है। आवेग की समाप्ति के बाद वे गिर पड़ते हैं। कागज के टुकड़ों को मेंढकों की आकृतियाँ भी दी जा सकती हैं।



6. स्थिर विद्युत् वायुयान

हल्के अल्मीनियम पत्र को काट कर एक छोटा-सा हवाई जहाज बनाइए। तब एबोनाट थ्रयवा प्लास्टिक की छड़ को आवेगित करने उसको जहाज के समीप लाइए। जहाज कूद कर छड़ के पास आ जाएगा और फिर उनी प्रकार का आवेग हममें भी आएगा जैसा कि छड़ में है। तब वह कूद कर छड़ से दूर भाग जाएगा। इसे जब तक इच्छा हो तब नए हवा में रखा जा सकता है और उसके उड़ने की दिशा को प्रतिक्रमण द्वारा नियमित किया जा सकता है।



7. रगड़ने से चिनगारी का निकलना

कांच के चार गिलास लें और उन्हें उलट कर भूमि पर पास-पास रख दें। उन्हें धातु की किसी वस्तु, जैसे कि जल का नल, के पास होना चाहिए। अब एक धादमी को गिलासों पर सड़ा करिए। उसके (ऊनी) कपड़े को पूरे एक मिनट तक या तो ऊर्णाजिन (फर) के एक टुकड़े से या रबड़ (जैसे वाइ-मिकिल को भीतरी नलिका या गरम पानी वाली रबड़ की बोलत) को तह करके बनी गद्दी से रगड़िए। तब वह व्यक्ति अपनी एक अंगुली को भूमि पर रखे किसी व्यक्ति की अंगुली से मिलाए। प्रयोग को दोहराइए परन्तु इस बार वह अपनी अगुली पानी के नल के पास ले जाए। परिणाम देखिए।



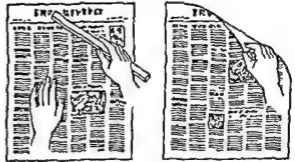
8. गुब्बारे का अपने स्थान पर टिका रहना

खिलौने के गुब्बारे को फूंक कर फुला लें और उसे ऊर्णाजिन (फर) के एक टुकड़े से रगड़िए। उसे दीवार से सटा कर रखिए। आप देखेंगे कि आप उसे जहाँ भी रख दें वह वहीं टिका रहता है। प्रयोग को दोहराइए, परन्तु अब उसे अपने बालों पर रगड़िए। फिर उसे अपने ऊनी कोट की आन्तीन पर रगड़ कर प्रयोग को दुहराइए।

9. समाचारपत्र दीवार पर टिका रहता है

समाचारपत्र के एक पन्ने को पोल कर दीवार पर दबा दीजिए, कहीं निकल न रहे। समाचारपत्र को सर्वत्र कई बार पेंसिल से

रगड़ दीजिए (हाथ समाचारपत्र के केन्द्र से बाहर की ओर चले)। कागज के एक कोने को अपनी ओर खींचिए और छोड़ दीजिए। देखिए वह किस प्रकार फिर आकर्षित होकर दीवार पर चिपक जाता है। यदि वायु सूब सूबी रहे तो आप स्थिर आवेश के कारण चटचटाने की ध्वनि भी सुन सकेंगे।

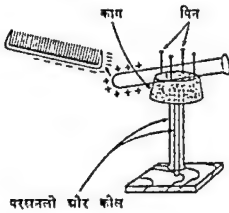


10. स्थिर आवेश दो प्रकार के होते हैं

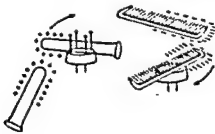
लकड़ी की पेदी के बीचोंबीच एक नम्बी कील ठोक कर एक घूमचक्कर बनाइए। कील की नोक को रेत कर पेंनी कर दीजिए। अब एक बड़े और चपटे काग में छेद करके उसमें छोटी परीक्षण-नलिका को पेंदी को फंसा दीजिए। इस परीक्षण-नलिका को कील के ऊपर धींचा रख दीजिए। काग के ऊपरी तल में पिन खांस दें ताकि काग पर रखी हुई वस्तु टुकक कर गिरने न पाए। फिर दो परीक्षण-नलिकाएं या कांच की छड़ें, असली रेगम का एक टुकड़ा (जैसे रेगमी रुमाल या मोठा) प्लास्टिक की दो कंधियां और ऊर्णाजिन (फर) का एक टुकड़ा अथवा अमली ऊनी कपड़ा जैसे देगी कंबल का टुकड़ा या फलालेन भी लें। कांच की एक छड़ को रेगम में रगड़ कर घूम-चक्कर पर रख दीजिए। कांच की एक दूसरी छड़ को रेगम में रगड़िए और उसे घूम-चक्कर पर रखी छड़ के पास लाइए। इस प्रयोग को तब तक दोहराने रहिए जब तक आप यह न समझ लें कि आप एक निश्चित परिणाम पर पहुँच गए हैं।

काच की छड़ को फिर रेसम में रगड़िए और उसे घूमचक्कर पर रविए। अब प्लास्टिक की एक कंघी को ऊर्णाजिन से रगड़िए और उसे घूमचक्कर पर रखी हुई कांच की छड़ के पास लाइए। जब तक सफलता न मिले प्रयोग को बराबर करने रहिए।

एक कंघी को ऊर्णाजिन से रगड़िए और उसे घूमचक्कर पर रविए। दूसरी कंघी को फर में रगड़िए और उसे मंच पर रखी कंघी के पास लाइए। जब तक आपको विश्वास न हो जाए कि आपके प्रेक्षण ठीक हैं तब तक प्रयोग को दोहराने रहिए।

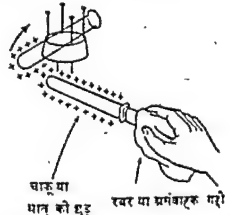


फिर एक कंघी को फर में रगड़िए और उसे घूमचक्कर पर रविए। काच की एक छड़ को रेसम में रगड़िए और कंघी के पास ले जाइए। जब तक आपको अपने प्रेक्षणों की सफलता की निश्चय न हो जाए प्रयोग को दोहराने रहिए।



जब प्लास्टिक को ऊर्णाजिन में रगड़ा जाता है तब प्लास्टिक में विद्युत् का ऋण आवेश पैदा होता है और ऊर्णाजिन में धन आवेश। जब काच को रेसम में रगड़ा जाता है तब कांच

में धन आवेश आता है और रेसम में ऋण। आपके प्रयोग से पता चलेगा कि मजबूत विद्युत् आवेश एक दूरे को प्रतिरूपित करते हैं और विजातीय आवेश आकर्षित। विद्युत् का यह एक आधारभूत नियम है।



11. स्पिर विद्युत् के लिए मज्जा-गुटिका बना सूचक बनाना

किसी पीपे के तने वा भीतरी गुदा वा मज्जा (पिप) नोजिए। इन गुदे को सूब गुया नोजिए और अच्छी तरह दबा कर उमरी इनकी छोटी-छोटी गोलियां बना लीजिए कि उनका व्यास लगभग 5 मिलीमीटर हो जाए। इन गोलीयों को अलमीनियम या सोने के तंतु-रंग (पेंट) से रंग दीजिए। प्रत्येक गोली में रेसम का तागा पिरो दीजिए। तागे की लम्बाई 15 सेंटीमीटर होनी चाहिए। गोली के लिए लकड़ी का प्रागर (स्टैंड) बना लें। विविध वस्तुओं को रेसम, ऊर्णाजिन अथवा कंचल में रगड़ कर मज्जा-गुटिका के पास लाइए और उमरी समीपता को देखिए। आप देखेंगे कि पहले यह आकर्षित होती है और छूने के बाद प्रतिरूपित। इन प्रकार टंगी मज्जा-गुटिका विद्युत्-दली बनानी है।

12. सामाचारपत्र में विद्युत्-दली बनाना

सामाचारपत्र में 60 सेंटीमीटर लम्बी घोर 10 सेंटीमीटर चौड़ी एक पट्टी काट लें। इसे बीच में मोड़ दें और एक पट्टी पर लकड़ टें, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इसे

मेज पर रख कर और पकड़ कर कई बार एक ही दिशा में ऊर्णाजिन या कंबल के टुकड़े से रगड़िए। पट्टी की सहायता से इसे मेज के ऊपर उठाइए और देखिए कि कागज क्या करता है। कंबी अथवा प्लास्टिक की किसी अन्य वस्तु को ऊर्णाजिन अथवा कंबल से रगड़िए और कागज के फीले पत्रों के बीच लाइए। जब तक आपको निश्चित परिणाम प्राप्त न हो प्रयोग को दोहराते रहिए। अब एक शीशी को रेशम से रगड़िए और उसे कागज के फीले पत्रों के बीच लाइए। परिणाम को देखिए और जब तक आपको विश्वास न हो जाए कि वह ठीक है तब तक प्रयोग को दोहराते रहिए। यह प्रयोग क्या बताता है ?

(पतंग वाले) कागज या अल्मीनियम (या चांदी या सोने) की पन्नी (बक) के टुकड़े को नीचे के समतल भाग से लटका दे।

यदि इस तार के पास कोई आवेशयुक्त पिंड लाया जाएगा तो कागज के पत्रे छितर जाएंगे क्योंकि उनको एक ही प्रकार का आवेश मिलेगा।

मोमी काग के बदले विसंवाही मोम (इंमु-लेटिंग वैक्स) अथवा पर्सपेक्स नामक प्लास्टिक की डाटे अधिक सन्तोपकारी होती हैं क्योंकि वे अधिक अच्छा विसंवाहन करती हैं।



14. धाया विद्युत्-दर्शी बनाना

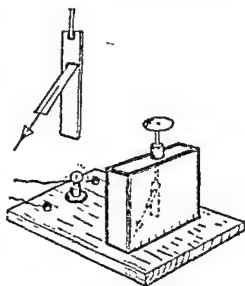
खड़िया के या सिगारों के बक्स से एक बहुत उपयोगी उपकरण बनाया जा सकता है। बक्सन और पेदी को निकाल डालना चाहिए और उनके बदले एक और एक साफ कांच तथा दूसरी ओर गफ (घना बुना) कपड़ा या कागज लगाना चाहिए। चित्र में कागज वाला पार्श्व दिखाई पड़ रहा है। कांच को अपने स्थान पर टिकाए रखने के लिए टीन की कोनिया लगाइए और कागज को सरेस से चिपका दें। बक्स के ऊपर वाले भाग में वर्मी से एक छेद कर दें। इस छेद में एवोनाइट या ऐबर के सोमबत्तीनुमा विमंवाहक (इसुलेटर) को कस कर लगा दें। इसके केन्द्र (अक्ष) में पीतल का एक मोटा तार कस कर लगाइए और तार के ऊपरी सिरे पर धातु का एक वृत्ताकार टुकड़ा जोड़ दें। यह टुकड़ा विद्युत्-दर्शी के टोप का काम करेगा। तार के दूसरे सिरे पर टीन के एक टुकड़े को टाके में जोड़ दें। इस

13. धातु-पत्र का विद्युत्-दर्शी बनाना

इस युक्ति से विद्युत् आवेश को पता लगाया जाता है। इसके लिए एक चौड़े मुह की बोतल, थोड़ा तार और हल्की पन्नी अथवा कागज की आवश्यकता पड़ेगी।

एक कागज को पिघले मोम में डुबो कर निकाल लें। इसमें विद्युत् आवेश का क्षरण (लीकेज) नहीं होना चाहिए। अब इसके भीतर - (L) आकृति का पीतल या तांबे का एक तार घुमा कर पार कर दें और पतले

टुकड़े के ऊपरी भाग में सोने या अल्मीनियम की पन्नी चिपका दें। परन्तु पन्नी टोन से छोटी रहे। अब काँच के पतले मूत्र को, जिसे ज्वाला में मुगमता में बनाया जा सकता है, पन्नी पर सरेम में चिपका दें। इन मूत्र के नीचे वाने मिरे पर एक छोटा-सा बहुत हल्का वाण चिपका दें। काँच वाली ओर में एक विद्युत् बल्ब से प्रकाश डालिए, जो पन्नी और मूत्रक की छाया को पर्दे पर डाल दे। साधारण प्रक्षेपी विद्युत्-दर्शी की अपेक्षा इस उपकरण में यह लाभ है कि पन्नी उल्टी नहीं दिखाई पड़ती। पन्नी की गति और स्थिति को एक बड़ी कक्षा भी देख सकती है। बोल्टों को मूचित करने वाला एक पैमाना भी कागज पर बनाया जा सकता है।



15. छूने वाले गुब्बारे का खेल

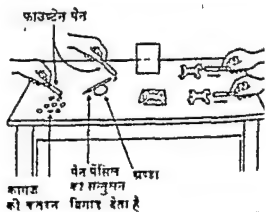
गेब के गुब्बारे को फूँक कर फुला लें और उसमें लगभग 1 मीटर लम्बा तागा बाँध दें। गुब्बारे पर स्याही में मुगाकृति भी बनाई जा सकती है। इसके लिए स्याही में नरम नकटी को टुका कर काम करिए। अब तागे को पकड़े रहिए और किसी ध्यान में कहिए कि वह गुब्बारे पर बने गुपरे को उर्षाजिन (पर) या बंधन के किसी टुकड़े में रगड़ें। गुब्बारे को छोड़ दें। आप देखेंगे कि यह आसपास की हर वस्तु को छूने लगता है।

16. गुब्बारे से और भी मनोरंजन

ऊपर के प्रयोग की तरह ही दो गुब्बारों को बाँधिए। उनके मुखों को उर्षाजिन में रगड़िए तागों को एक साथ गड़ड़िए। देखिए कि वे किस तरह प्रतिकर्षण करते हैं। उनके बीच एक हथेली डाल दें और देखिए क्या होता है। ए गुब्बारे को अपने मुँह के पास लाइए। ती गुब्बारों का इन्तेमाल करके इस प्रयोग को दोहराइए।

17. स्थिर विद्युत् की सहायता से घुड़ों कराना

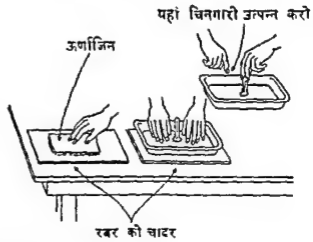
कागज को एक बार दोहरा करके उसे कई छोड़े इस प्रकार काटिए कि वे मेज पर ग ही सकें। कड़े प्लास्टिक की कंपी या फाउण्टेन पेन को ऊपर से रगड़िए और देखिए कि उनसे आप कागज के छोड़ों को मेज के ऊपर-ऊपर खींच सकते हैं या नहीं। अगर वे छोड़े हों तो उनसे घुड़दौड़ भी कराई जा सकती है।



18. स्थिर विद्युत् से चित्रगारियाँ उत्पन्न कराना

लगभग 2-4 मीटरमीटर व्यास की धर्षी-नियम की एक पादर लें। इसी वाली भी ले सकते हैं। धातु की धाँव पर इस प्रकार रगड़ करिए कि वह हर स्थान पर एच-ओ गरम हो जाए। पादर के धर्षीबीन मूत्र मगाने की धाँव की छड़ या सोमरती को मवा कर टाकड़ें, ताकि वह चिरक पर मूठिया (हैटल) हो जाए। यदि मूठिया को धर्षित किया जाय

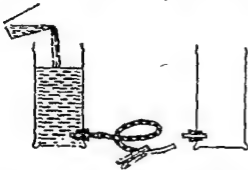
हो तो आप थाली के केन्द्र में छेद करके उसमें पेन से लकड़ी या प्लास्टिक की मुठिया भी कस सकते हैं। अब कार के पहिए के भीतर की एक पुरानी ट्यूब को खोल कर मेज पर बिछा दीजिए। आधे मिनट तक उसके ऊपरी भाग को तेजी में ऊर्पांजिन या फलालैन (या देशी कंबल) के एक टुकड़े से रगड़िए। अब थाली को रबड़ पर रखिए और उसे अपनी अंगुलियों में रबड़ पर कस कर दबाइए। अंगुलियों को हटा लीजिए और हैंडल पकड़ कर थाली को उठाइए। अब अपनी अंगुली थाली के पास ले जाइए। एक चिनगारी निकलेगी। बिना रबड़ को फिर से रगड़े आप उससे कई बार आवेश प्राप्त कर सकते हैं।



ख. सरल विद्युत् सेल और परिपथ

1. नलिका में पानी कैसे बहता है

एक डिब्बे से पानी दूसरे डिब्बे में प्रवाहित करने के लिए यह आवश्यक है कि मूल जल स्थान कुछ अधिक ऊंचे स्तर पर रहे। पानी हमेशा नीचे की ओर बहता है। आप इसे दो बड़े डिब्बों के उपयोग से प्रदर्शित कर सकते हैं। प्रत्येक की दीवार में पेंदी के पास इतना बड़ा छेद करिए कि उसमें एक छेद वाली डाट कमी जा सके। एक डिब्बे में रबड़ की लम्बी



नलिका जोड़ दीजिए। कमानादार चुटकी लगा कर नलिका के अन्तिम सिरे को दबा रखिए। डिब्बे की मेज पर रखिए और उसे पानी से भर दीजिए। नलिका को दूसरे डिब्बे से सम्बद्ध करिए। चुटकी को हटा दीजिए। पानी बहने लगेगा। यह बहना कब बन्द होता है?

2. यह दिखाता कि संवाहक में विद्युत् कैसे बहती है

पिछले प्रयोग की तरह के दो डिब्बों का इस्तेमाल करिए। किसी तार के नगे सिरे को एक डिब्बे में जोड़ दीजिए। दोनों डिब्बों की चीनी मिट्टी की अधी रखी हुई प्लेटों पर रख दीजिए। तार के खुले सिरे के पास एक कमानादार चुटकी लगा दीजिए। अब उस उपकरण का उपयोग करिए जिसे आपने इस अध्याय में पूर्वगामी खण्ड के प्रयोग-18 में चिनगारियां उत्पन्न करने के लिए बनाया था। तार के खुले सिरे पर हुक बना कर पहले उसे उसी डिब्बे में फंसा दीजिए जिसमें उसका दूसरा सिरा जुड़ा है। अब रबड़ की गद्दी में विद्युत् उत्पन्न करिए और थाली को उस डिब्बे से छुआ दीजिए जिसमें तार लगा है। इस क्रिया को 20 बार दोहराइए ताकि डिब्बा अच्छी तरह आवेशित हो जाए।

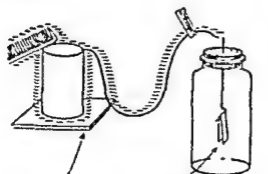
मज्जा-गुटिका विद्युत्-दर्शी को (पूर्वगामी खण्ड के प्रयोग-11 में बनाया गया) इस प्रकार रखिए कि वह दूसरे डिब्बे को छूता रहे। अब तार के सिरे को पहले डिब्बे पर से उतार लीजिए। इस काम में चुटकी से हैंडल का काम लीजिए और इसे दूसरे डिब्बे में फंसा दीजिए। मज्जा-गुटिका को देखिए। यदि आपका प्रयोग सफल होगा तो

विज्ञान-विशेषण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

विद्युत् एक डिव्ये में दूसरे डिव्ये में प्रवाहित होंगी और उनका पता मज्जा-गुटिका द्वारा लग जाएगा।

3. यह दिखाने की दूसरी रीति कि विद्युत् कैसे बहती है

ऊपर के प्रयोग-2 वाले उस डिव्ये का उपयोग करिए जिमें तार लगा हुआ था। इस बार तार के दूसरे सिरे को उस पत्र-विद्युत्-दर्शी से सम्बद्ध करिए जिसे आपने पूर्वगामी खण्ड के प्रयोग-13 में बनाया था। डिव्ये को चिनगारी देने वाले उपकरण अथवा ऊर्जाजिन (फ़र) में रगड़ी गई प्लास्टिक की कंधी की सहायता में आवेगित करिए। विद्युत्-दर्शी को पन्नी को देखिए।

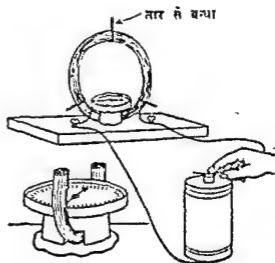


पन्नीया घनन-धनन हो जाएगी—विद्युत् डिव्ये में से प्रवाहित होती है

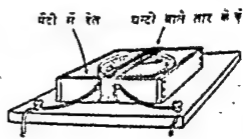
4. विद्युत्-धारा को दिखाने के लिए एक सरल यन्त्र धनाना

घोड़ा-गा घंटी वाला तार लीजिए, जिमें पर गूत लपेटा गया हो (या पंगों के भीतर गगने वाला धनेमल किया हुआ तार लीजिए) और लगभग 8 सेंटीमीटर व्यास की बोलन के ऊपर गफ़ाई में उसकी 50-60 बार लपेटिए ताकि उसकी एक कुंडली (पायल) बन जाए। इस कुंडली को बोलन पर में गिसका कर उतार लीजिए और उसे तार के छोटे टुकड़ों में घमका फीने से धकड़ी गरत पाप लीजिए। इस कुंडली को लकड़ी की पेंदी को पारंगितन करिए। दिवमूचक रसने के लिए

काग का एक छोटा मंच (प्लेटपाई) बनाया जा सकता है। कुंडली को बिटाने के लिए काग में एक सांचा काट देना चाहिए और तब मुहर की नाप को पिपला कर उसमें काग और कुंडली को पेंदी के ऊपर बिपला देना चाहिए। दिवमूचक को काग पर रगिए और पेंदी को घुमा कर सूई को कुंडली के समतल कर दीजिए। कुंडली में एक शुष्क मेल से (जिसे लॉग कभी-कभी वैंटरी भी कहते हैं) सम्बद्ध करिए और दिवमूचक सूई को देखिए।



सिगार बक्सा की लकड़ी से एक छोटा-गा चौपटा बनाइए, जिमें एक दिवमूचक टीर-ठीक था जाए (दुपर-उपर स्थान न छोड़ा रहे)। इस चौपटे की सहायता से एक और धविक मुसाही यन्त्र बनाया जा सकता है। दिवमूचक को इस चौपटे में रस दीजिए और तब चौपटे पर घंटी वाला तार (या धनेमल लिए हुए नांवे का तार) के लगभग 20 फ़रे लपेटिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



5. रासायनिक ऊर्जा से विद्युत् ऊर्जा को प्राप्ति
 दो सिक्के लीजिए, जो भिन्न धातुओं के बने
 हों। उन्हें महीन रेगमाल (सैंड पेपर) या इस्पात
 के धूप (स्टील बूल) से अच्छी तरह मांजिए।
 अब कागज का एक तीव्रिया या सोल्ता
 (व्हाइटिंग पेपर) लीजिए और उसे मोड़ कर
 एक गद्दी बनाइए, जो सिक्कों से थोड़ी बड़ी
 रहे। सोल्ता को नमक के पानी में भिगो लीजिए।
 एक सिक्के को गद्दी के ऊपर और दूसरे को
 उसके नीचे रखिए। सिक्कों को अंगूठे और एक
 अंगुली के बीच पकड़े रहिए। अपनी मुग्राही
 कुंडली के सिरों को इन सिक्कों से सम्बद्ध करिए
 और दिक्चूचक को देखिए।

डाल दीजिए। इन प्लेटों को समय-समय पर
 हिलाना पड़ता है, ताकि उन पर चिपके हुए गैस के
 बुलबुले दूर हो जाए। यदि पोटैशियम वाइक्रोमेट
 के कुछ रेने अम्ल में डाल दिए जाए तो भी
 यह काम हो जाएगा क्योंकि यह पदार्थ गैसों को
 रासायनिक रीति में दूर करता है।

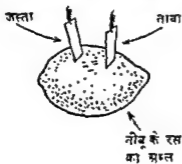


6. नीबू से विद्युत् की प्राप्ति

पुरानी शुष्क बैटरी के बाहरी खोल से
 जस्ते का एक टुकड़ा काटिए और अपने
 मुग्राही विद्युत्-मापी के एक तार को उसमें जोड़
 दीजिए। दूसरे तार को एक तांबे के टुकड़े में
 जोड़ दीजिए। एक नीबू को मेज पर फेर कर
 नरम कर लीजिए ताकि तनुओं का रस
 उसके भीतर ही निकल पड़े। नीबू
 में जस्ते और तांबे के टुकड़ों को धंसा दीजिए।
 यह ध्यान रहे कि वे एक-दूसरे को छूने न
 पाएं। दिक्चूचक को सूई को देखिए।

8. एक दूसरा सरल विद्युत् सेल

बूट पालिश की डिब्बी या काच के कम गहरे
 बरतन से आप कक्षा के प्रयोगों के लिए एक
 सरल डेनियल विद्युत् सेल बना सकते हैं।
 पहले बरतन में तृतिया (कापर सल्फेट) के
 स्फाटों की एक तह बिछा दीजिए, जो लगभग
 1.5 सेटीमीटर गहरी हो और उसे तृतिया के गाड़े
 घोल से तर कर दीजिए। यह घोल पंदी में 0.5
 सेटीमीटर तक पड़ा रहे। अब तांबे के एक तार
 को चपटे सपिल का रूप दीजिए और उसे
 विसंब्राही जस्ते के माथ इम तह के भीतर दबा
 दीजिए। तृतिया के ऊपर गीले पेरिस प्लास्टर
 (प्लास्टर ऑफ पेरिस) की एक तह डाल
 दीजिए और उसे जम जाने दीजिए।



7. सरल विद्युत् सेल बनाना

यदि शुष्क बैटरी उपलब्ध न हो तो भी
 अनेक प्रयोगों में एक सरल वोल्टीय विद्युत् सेल
 का उपयोग किया जा सकता है। किमी
 अमृतवान में तनु (डाइल्यूट) सल्फ्यूरिक अम्ल
 रखिए और उसमें तांबे तथा जस्ते की एक प्लेट

अथवा पट्टे के लिए जस्ते की चादर का एक
 टुकड़ा लीजिए और इसमें भी एक तार जोड़
 दीजिए। (इसे प्लास्टर की तह पर रख कर)
 बरतन में इतना तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डाल दीजिए
 कि जस्ता डूब जाए (जस्ते का एक मिरा इतना
 मुड़ा रहे कि जस्ते और तार की सन्धि अम्ल
 के बाहर उठी रहे)। जिस समय विद्युत् मेल
 में काम न लिया जा रहा हो, तो इम थोड़े
 से अम्ल को फेंक देना चाहिए। (पेरिस प्लास्टर
 न मिले तो तांबे की छोटी धानी में तृतिया
 और थोड़ा पानी रख कर उसमें मिट्टी का

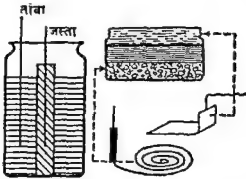
विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

कमोरा या तश्तरी रखनी चाहिए, फिर इस कमोरे में अम्ल और जस्ता रखिए, थाली कटेनी नहीं, पीछे वह साधारण काम में भी आ सकती है।)

विद्युत्-धारा पाने के लिए इसमें बड़ा कामचलाऊ विद्युत् मेल एक अमृतवान और गत्ते की नलिका से बनाया जा सकता है।

तृतिया और पेरिस प्लास्टर को पानी में मिला कर एक पतला-सा लेप बना लें और अमृतवान के केन्द्र में गत्ते की नलिका रख कर पूर्वोक्त मिश्रण को गने और अमृतवान के बीच के स्थान में डाल दे और उमें जमने दे। इस मिश्रण में तावे का एक पत्र भी मिला लेना चाहिए।

एक दूसरा मिश्रण बनाइए, जिसमें पेरिस प्लास्टर, जिंक, सल्फेट और थोड़ा मल्पयूरिक अम्ल रहे। जब पहला मिश्रण जम जाए तो इस नए मिश्रण को बीच वाली नलिका में डाल दें परन्तु जमने के पहले इसमें जस्ते की छड़ डाल दें। तावे और जस्ते में तार जोड़ कर विद्युत् ली जा सकती है।



9. सरल संचायक या स्टोरेज बैटरी बनाना

जस्ते से मढ़े विजली के दोहरे तार में जस्ते का पत्र उताड़ लें। उसमें से 1.5 मॅटीमीटर × 3 सॅटीमीटर के टुकड़े काट लें, परन्तु प्रत्येक की एक छोटी भुजा में थोड़ा-सा भाग (या 'कान') बढ़ा रहे।

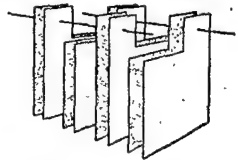
अब दियासलाई के बक्सों में पतली लकड़ी के टुकड़ काट लीजिए, जो 1.5 मॅटीमीटर × 3 मॅटी-

मीटर के रहें। उन्हें जस्ते के पत्रों के बीच रखा जाएगा और इमलिए उन्हें अन्तरक (स्पेसर) भी कहा जाता है।

पत्रों की एक गड्डी बनाइए, जिनके कान क्रमशः एक दाहिने और एक बाईं ओर रहे जाएं और हर दो पत्रों के बीच एक अन्तरक रहे।

प्रत्येक ओर के कानों को एक-एक तार में आपस में सम्बद्ध करिए।

इस सेट को तनु (डाइल्यूट) सल्फ्यूरिक अम्ल में डुबा दें (कान न डूबें), और इनमें विद्युत् प्रवाहित करिए ताकि पत्र 'तैयार' हो जाएं। चन्द मिनटों के बाद ही इस संचायक से टार्च की बत्ती जलाने भर की विजली मिल जाएगी। इसमें वार-वार विजली भरने (चार्ज करने) और इससे विजली लेने (डिस्चार्ज करने) से पत्रों की अवस्था और भी अच्छी हो जाएगी।



10. अधिक काम करने वाला संचायक बनाना

पिछली विधि में तैयार किए गए पत्र या पट्टे (प्लेट) कक्षा में दिवाने के लिए ही हैं।

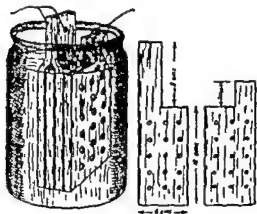
प्रति दिन के काम के लिए संचायक बनाने में इससे बड़े और मोटे पट्टों की आवश्यकता पड़ती है। इन पट्टों में छेद करके उनमें रासायनिक पदार्थ भरे जाते हैं।

जस्ते के पट्टों को लगभग 5 मिलीमीटर मोटा होना चाहिए। जस्ते में बर्तन गैस या पानी की पुरानी पाइप में भी काम चल सकता है (या फिर जस्ते को ढाल लीजिए)। चित्र में दिखाई गई नापों के अनुसार पट्टे बनाइए। उनमें

बर्मी से छेद करिए। निम्न पदार्थों को सात कर पीठी बनाइए और उसे इन छेदों में भरिए।

धन पट्ट	ऋण पट्ट
1 भाग लियार्ज	6 भाग लिथार्ज
4 भाग मिट्टर	1 भाग सल्पयूरिक अम्ल
1 भाग सल्पयूरिक अम्ल	

पहले जैसे, परन्तु बीच में छेद बाने, कुछ अन्तरकों की भी आवश्यकता पड़ेगी, जिनकी मोटाई 5 मिलीमीटर हो।



पट्टों को संघटित करने के लिए उन्हें और अन्तरकों को यथाक्रम रखिए और खड़ के छत्ले से या डोर से बांध दीजिए। फिर दोनों ऋण पट्टों को एक में बांध दे (और धन पट्टों को अलग एक में) और सबको किसी अमृतबान में डाल दीजिए। अमृतबान में इतना तनु सल्पयूरिक अम्ल, जिसका आपेक्षिक गुरुत्व 1.5 हो, डाल दीजिए कि पट्ट डूब जाएं (परन्तु कान न डूबें)।

संचायक को पहले की तरह ही आवेशित (चार्ज) करिए। जब वह आवेशित हो जाएगा तो धन पट्ट का रंग खताभ (लाली लिए चाकलेट की तरह) हो जाएगा और ऋण पट्ट का रंग हल्का मुरमई।

11. शुष्क विद्युत् सेल की संरचना

किमी पुराने शुष्क विद्युत् सेल से उमका ऊपरी खोल हटाइए, आरी में चौर कर विद्युत्

विद्युत् के अभ्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

मैल के टुकड़े कर डालिए और उसकी संरचना को देखिए। केन्द्र में कार्बन अर्थात् धन ध्रुव होता है। जस्ते का खोल ऋण ध्रुव होता है। इन दोनों के बीच में जो पदार्थ है, वह विद्युत् सेल के पट्ट पर क्रिया करने वाला रासायनिक पदार्थ है। पता लगाइए कि इस पदार्थ ने जस्ते को कितना खा डाला है। आप देखेंगे कि रासायनिक पदार्थों को जस्ते के डिब्बे में गरम पिच से बन्द कर दिया गया था।



12. शुष्क विद्युत् सेल के परिपथ से विद्युत् प्राप्त करना

घटी वाला तार लीजिए। टार्च के बल्ब की पेचनुमा जड़ पर तार के एक सिरे को इस प्रकार एठ दीजिए कि बल्ब कस कर फंसा रहे। शेष तार को 8 अक्षर की आकृति में मोड़ दीजिए। बल्ब की जड़ वाली नोक को टार्च के विद्युत् सेल की केन्द्रीय घुंडी पर बँठा दीजिए और तार के खुले सिरे को इस प्रकार व्यवस्थित करिए कि तार कमानी की तरह मुक कर सेल की पेंदी को छू दे। यदि सब जोड़ ठीक कसे होंगे तो बल्ब जल जाएगा। इस प्रकार व्यवस्थित करने पर टार्च का कोई भी चल्त्र अवश्य जल उठेगा परन्तु जो चल्त्र एक ही विद्युत् मैल में जलते हैं वे अधिक तेज रोमनी देंगे।

बल्ब को ध्यान से देखिए। आप देखेंगे कि उसके बीच में धातु का एक महीन तार है, जो अपने स्थान में दो अपेक्षाहीन मोटे तारों द्वारा टिका हुआ है। प्रबंधक लैन्स लेकर आप

एक सिरा बाध कर एक सरल स्विच बनाया जा सकता है। उपयुक्त संयोजन के लिए एक दूसरे तार को पहले तार के नीचे खिसकाया जा सकता है।

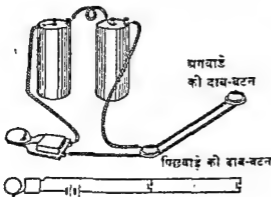
20. एक दूसरा सरल स्विच

घंटी वाले तार के एक टुकड़े को रील (स्पूल) के भीतर से डाल कर दूसरी ओर निकालिए और उसे बांध दीजिए। दूसरे तार को रील के ऊपर बाध दीजिए (दूसरा चित्र देखिए)। तारों के खुले सिरों को इस प्रकार लगाइए कि स्विच मुगमता से खुल सके और बन्द हो जाए।



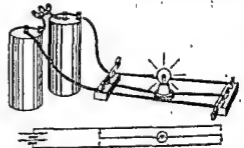
21. दो दाब-बटनों से दरवाजे की घंटी बनाना

दो विद्युत् सेल, दो दाब-बटन और एक घंटी लीजिए और यह दिखाइए कि दो विभिन्न स्थानों से, उदाहरणार्थ घर के भ्रगवाड़े से और पिछवाड़े से, एक ही घंटी किस प्रकार बजाई जा सकती है। चित्र में दिखाई गई रीति से भेज पर परिपथ बनाइए। परिपथ का एक वैद्युत चित्र खींचिए और उसमें प्रामाणिक भवेतों का उपयोग करिए।



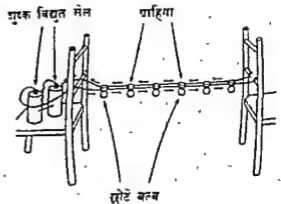
22. एक ही बत्ती को दो स्विचों से नियंत्रित करना

दो दोहरी फेंक के छरीनुमा स्विच (डबल थ्रो नाइफ स्विचिज) दो विद्युत् सेल और एक लैम्प लीजिए और छात्रों को यह दिखाइए कि सीढ़ी की रोगनी ऊपर और नीचे लगे स्विचों में में प्रत्येक से कैसे जलाई-बुझाई जा सकती है। चित्र में दिखाई गई रीति से परिपथ को मेज पर रखिए। प्रामाणिक संकेतों का उपयोग करके परिपथ का एक वैद्युत चित्र खींचिए।



23. सड़क की बत्ती-प्रणाली की नन्ही प्रतिरूपित

घंटी के विसंवाही तार के दो टुकड़े काटिए, प्रत्येक की लम्बाई लगभग 3 मीटर हो। प्रत्येक तार में से 6 स्थानों पर विसंवाही पदार्थ हटा दीजिए और छोटी बत्ती के होल्डरों को पूर्वोक्त तारों के विविध स्थानों में समानान्तर में लगा दीजिए। चित्र में दिखाई गई रीति से तारों को दो कुर्सियों के बीच खींच कर लगा दीजिए। एक सिरे पर ये तार एक-दूसरे से भ्रलग रहें। दूसरे सिरे पर इन तारों को दो शुष्क विद्युत् सेलों द्वारा संयोजित करिए। प्राहियों (होल्डरों) में छोटे बल्ब कम कर लगाइए।



24. विद्युत् से हमें रोशनी, और गरमी कैसे मिलती है

पंटी वाले तार के दो टुकड़ों के सिरों को एक चपटे काग के भीतर डाल कर पार कर दोजिए। इस काम के योग्य चपटा काग किसी लम्बे काग के एक सिरे को काट कर बनाया जा सकता है, या इसने बदले दो छेदों वाली खड की डाट का उपयोग किया जा सकता है। अब चित्र लटकाने वाले लोहे के तार की ऐंठन खोल कर और उसमें से एक इकहरा सूत्र निकाल कर सूत्र का एक छोटा टुकड़ा काट लीजिए। कागज में से निकले तांबे के तार के सिरों पर इस छोटे लोहे के तार के सिरों को ऐंठ दोजिए और काग को किसी बोतल में लगा दोजिए। यही विद्युत् लैम्प की स्थूल प्रतिरूपिता का काम देगा।

विद्युत् लैम्प की इस प्रतिरूपिता को एक परिपथ में संयोजित करिए, जिसमें एक स्विच और एक या अधिक शुष्क विद्युत् सेल हों। स्विच को बन्द करिए और महीन तार (तंतु, फिलामेंट) के ताल होकर चमकने पर स्विच खोल दोजिए (यदि लोहे का तार आवश्यकता से मोटा होगा तो वह लाल नहीं हो पाएगा, तब अधिक विद्युत् सेलों को श्रेणी-योजित करना पड़ेगा)। सावधानी से लैम्प को कई बार जलाया जा सकता है, परन्तु अन्त में लोहे का तार बोतल के भीतर की हवा की आक्सीजन से युक्त हो जाता है और तब जल जाता है। बेचने के लिए बनाए गए बल्बों में हवा नहीं रहती और बॉल्फाम के तार को इतने अधिक ताप तक तप्त किया जाता है कि वह अच्छा प्रकाश देकर चमकने लगता है। काच का



बल्ब तंतु को तो धरना ही है, उसके अतिरिक्त वह विद्युत् लैम्पो के उपयोग को निरापद भी बना देता है।

25. संगलक (प्यूज) विद्युत् परिपथों की रक्षा कैसे करते हैं

साधारण और जले हुए मंगलकों की परीक्षा करिए। संगलक सुरक्षा की वे युक्तिया हैं जो विद्युत् परिपथ पर अधिक भार पड़ने पर, विद्युत् परिपथ को तोड़ देते हैं। जब किसी परिपथ में इतनी अधिक धारा बहती है कि परिपथ के तारों या यन्त्रों के खराब होने का डर रहता है तो संगलक का तार पिघल जाता है।

चाकलेट आदि मिठाइयों पर लपटी हुई धातु की पन्नी लीजिए और उसमें से एक बहुत पतली कतरन काट लीजिए। अब एक काग के भीतर दो तार डालिए और उन तारों के काग से बाहर निकले हुए सिरों में इस कतरन को फसा दोजिए। यह संगलक की ऐसी प्रतिरूपिता होगी जो सूखे सेलों के साथ अच्छा काम कर सकेगी। जब तक प्रतिरूपिता ठीक काम न करे, विभिन्न प्रकार की पतली और चौड़ी पन्तियों को लेकर प्रयोग को दोहराते रहिए।

सोते की पन्नी की कतरन

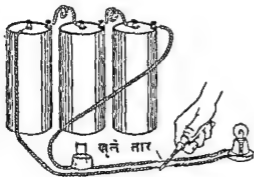


26. लघु परिपथ (शार्ट सर्किट) से संगलक (प्यूज) कैसे जल जाता है

कई सेलों और एक लैम्प के परिपथ में संगलक को पूर्वोक्त प्रतिरूपिता लगा दोजिए। लैम्प में लघु परिपथ बनाइए। यदि संगलक न पिघले तो पन्नी की और भी पतली कतरन लीजिए। विभिन्न प्रकार की पतली और चौड़ी पन्तिया लेकर प्रयोग करते जाइए। संगलक को ऐसा होना चाहिए कि उचित रीति में परिपथ के

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

संयोजित होने पर वह न गले, परन्तु परिपथ के 'लघु' होते ही वह गल जाए।



27. सरल संगलक-प्राही (फ्यूज होल्डर) बनाना

संगलकों पर प्रयोग करते समय सिगरेटों तथा अन्य सामग्री को लपेटने वाली रागी की पन्नी बहुत काम देती है। इसकी कतरनें काटी जा सकती हैं और गांद लगे कागज के फीते पर इनको चिपकाया जा सकता है ताकि वे चपटी बनी रहें। धातु की वह पन्नी, जिसके पीछे कागज चिपकाया रहता है और जो युद्धकाल में राडार को छिपाने के काम में आती थी, इस प्रयोग के लिए बहुत उत्तम है। कैंची से विविध चौड़ाइयों की कतरनें काट कर विविध गलन-अर्हाँएं प्राप्त की जा सकती हैं।

कागज पकड़ने के बड़े क्लिपों (बुलडाग पेपर क्लिप्स) से इन संगलकों के सिरो को लकड़ी की पट्टी या पटरी (स्लटर) पर तान कर रखा जा सकता है। तब यदि इच्छा हो तो इस युक्ति को परिपथ पट्ट (सरकिट बोर्ड) में भी लगाया जा सकता है। विभिन्न लम्बाइयों और चौड़ाइयों की टीन (रागी) की पन्नी में प्रयोग करके गलने वाली धारा का पता लगाना चाहिए।

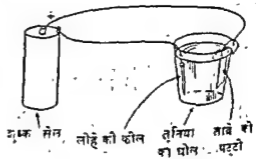


28. त्राप के घटने-बढ़ने के साथ-साथ विद्युत् श्रवरोध किस प्रकार घटता-बढ़ता है

फूल बांधने के काम में आने वाला लोहे का एक बहुत पतला तार लीजिए, जो लगभग 7 मीटर लम्बा हो और उसकी कुंडली बना कर उसे टार्च की बैटरी और वल्व के साथ श्रेणी-योजित कर दीजिए। कुंडली को जलती दियासलाई से गरम करिए। तब उसका श्रवरोध इतना बढ़ जाएगा कि धारा घट जाएगी और बत्ती बुझ जाएगी।

29. विद्युत् से तांबे की कलई करना

कांच के किसी बरतन में पानी लेकर उसमें इतना तृतिया (कापर सल्फेट) घोलिए कि उसका रंग गाढ़ा नीला हो जाए। तृतिया लोहे का सामान और रंग-रोगन या दवाई की दुकानों से मिल सकता है। शुष्क मेंन की पन (केन्द्रीय) धुंडी से आने वाले तार को तांबे के एक टुकड़े से संयोजित करिए और उसे पूर्वोक्त घोल में डाल दीजिए। शुष्क सेल से ऋण (बाहरी) ध्रुव से आए तार को लोहे की एक कील से सम्बद्ध करिए। इस कील को पहले साफ-मुथरा कर लीजिए, इसमें मुरबा या तेल आदि न लगा रहे। इस कील को घोल में इस प्रकार रखिए कि वह तांबे को छू पाए। थोड़े ही समय में लोहे पर तांबे की कलई चढ़ जाएगी। इसी प्रकार धातु की अन्य वस्तुओं को ऋण ध्रुव से सम्बद्ध करके और घोल में रख कर उन पर भी कलई की जा सकती है।



ग. चुंबक और वैद्युत ऊर्जा

1. सरल वैद्युत धन्य बनाने वाला उपकरण

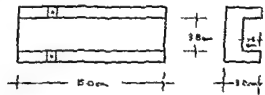
विजली सम्बन्धी किसी भी काम में गृह में जिन विभिन्न उपकरणों का प्रयोग होता है, उनमें विद्युत् चुंबक, स्विच, इत्यादि इतनी अधिक बातें सर्वनिष्ठ होती हैं कि कुछ बहुधंधी उपकरणों को बना लेना, जो कि कई प्रकार से प्रयुक्त हो सकते हों, लाभदायक होता है। 11-13 वर्ष के बच्चों के लिए निम्नलिखित उपकरण उपयोगी पाए गए हैं और आधारभूत भागों के बन जाने पर उनको संघटित (असेम्बल) करने में छरी को छोड़ कदाचित ही किसी अन्य वस्तु की आवश्यकता पड़े। जो-जो युक्तियां यहां मुझाई गई हैं, वे ऐसी नहीं हैं कि अनजान व्यक्ति भी उन्हें अनायास ही सिद्ध कर लें। परन्तु यदि लिखित नियमों के अक्षरशः पालन में वस्तुनिष्ठ करके ही कर्तव्य की इतिथी समझ ली जाए तो फिर विषय सम्बन्धी कठिनाइयों को जानकारी प्रायः होगी ही नहीं।

इस उपकरण में लकड़ी की एक छोटी पतली चैनल होती है, जो सब प्रयोगों में आधार (पेदी) का काम करती है; वर्गाकार सिरो वाला एक वर्गाकार फार्मर रहता है, जिससे कुंडली बनाने में, जो कि खांचे में काफी काम कर बैठती है, सहायता मिलती है; थोड़े से मथेगी पेच (टरमिनल्स) और टीन के टुकड़े इत्यादि भी रहते हैं। इस इतनी ही वस्तुओं की सहायता से मोर्म ध्वनित्र, गुजक, पटी-चुंबक, विद्युत् चुंबक, प्रतिकर्षण-मापी और आकर्षण-मापी बनाए जा सकते हैं।

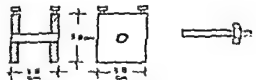
कुंडली लकड़ी के दो वर्गाकार टुकड़ों से बनती है। उनके केन्द्रों में छेद बनाए जाते हैं। दोनों टुकड़े गत्ते की नविका से सम्बद्ध रहते हैं, जिसे इन छेदों के भीतर मरम में चिपका दिया जाता है।

पुराने लम्बे बोल्ड का मिर काट कर उममे एक मुविधाजनक लोहे का गूड (कोर) बनाया जा सकता है।

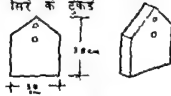
पतली (चैनल)



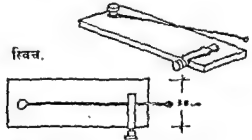
कुण्डली



सिरो के टुकड़े



स्विच



2. विद्युत् धारा का चुंबकत्व प्रभाव

तांबे के तार के दो टुकड़े काटिए और उनके सिरो से विमवाही पदार्थ हटा दीजिए। इन तारों को एक शुष्क विद्युत् सेल से संयोजित करिए और नंगे सिरो को चित्र में दिखाई गई रीति से ध्रुव-ध्रुव रविए। किसी कागज पर लोहे की थोड़ी-सी रेतन रखिए और एक नंगे सिरो को उसके बीच से ले जाइए। अब परिपथ में धारा को बहने दीजिए और तार को धीधता

सम्बन्ध जोड़ो

सम्बन्ध तोड़ो



लोहे की रेतन विद्युत् धारा का चुंबकत्व प्रभाव विद्युत् धारा रहित

से उठाइए और रेतन को देखिए। परिपथ को जोड़ दीजिए। आप देखेंगे कि रेतन गिर पड़ती है। सेल को अधिक देर तक संयोजित मत रखिए क्योंकि इस प्रकार संयोजित करने से उसकी विजली शीघ्र समाप्त हो जाएगी।

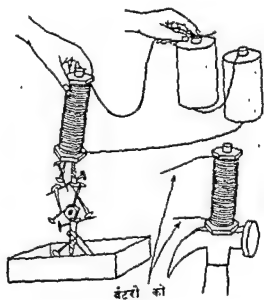
3. विद्युत्-धारा के चुंबकीय प्रभाव को दिखाने का एक और तरीका

ऊपर के प्रयोग को दोहराइए परन्तु लोहे रेतन के बदले चुंबकीय दिक्चुचक का उपयोग करिए। देखिए कि (1) दिक्चुचक को तार के ऊपर रखने पर और (2) उसे तार के नीचे रखने पर सूई के विचलन में क्या अन्तर पड़ता है।

4. काबले से विद्युत् चुंबक बनाना

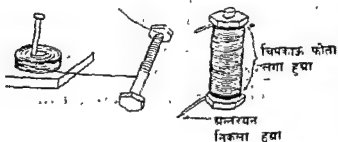
लोहे का एक ऐसा काबला लें, जो लगभग 5 सेंटीमीटर लम्बा हो और उस पर ढिबरी तथा दो वाशर भी हों। प्रत्येक सिरे पर वाशर रखिए और काबले पर ढिबरी चढ़ा दीजिए (कसने की आवश्यकता नहीं है)। काबले पर दोनो वाशरों के बीच में घंटी (अथवा पंखे में लगने वाला) विसंवाहित तार लपेट दीजिए। किन्तु कुंडली को लपेटना आरम्भ करते समय 30 सेंटीमीटर तार को बाहर ही निकला रख छोड़िए। जब वाशरों के बीच की जगह में तार के फेरों की कई तहे भर दी जाएं तब तार को काट दें, परन्तु इस बार भी लगभग 30 सेंटीमीटर तार बाहर निकला रहे। बाहर निकले हुए तारों को काबले के सिरों के पास मोड़ दीजिए और तब वहां चिपकाऊ फीता लपेट दीजिए ताकि तार घुलने न पाए। अब बाहर निकले हुए तारों के सिरों के पास से विसंवाही पदार्थ हटा दीजिए। दो विद्युत् सेलों को श्रेणी-

योजित करिए और अपने विद्युत् चुंबक को उनमें सम्बद्ध करिए। कुछ कील-कांटों को उठाइए। जब कील-कांटे चिपके ही रहें तब बैटरी से एक तार के संयोजन को तोड़ दीजिए। लोहे या इस्पात की बनी अन्य वस्तुओं को उठाइए। जब धारा चालू रहे तब अपने विद्युत् चुंबक के प्रत्येक सिरे के ध्रुव की जांच दिक्चुचक से करिए।



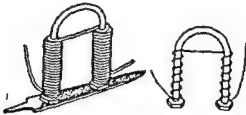
5. नाल रुपी विद्युत् चुंबक बनाना

एक पतला काबला या लोहे को एक छड़ लीजिए, जिसका व्यास लगभग 5 मिमीमीटर और लम्बाई 30 सेंटीमीटर हो। इसे मोड़ कर U प्रकार की आकृति का कर दीजिए। इसकी प्रत्येक भुजा पर घंटी वाले तार (अथवा पंखे में लगने वाले तार) को कई बार लपेट कर कुंडली-सी बना दें, तथा वक्र भाग को बिना लपेटे ही छोड़ दें, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। एक भुजा के सिरे से आरम्भ करिए। संयोजन के लिए लगभग 30 सेंटीमीटर तार बाहर निकला रहे। इस भुजा पर लगभग तीन तहें लपेटिए। फिर तार को दूसरी भुजा के ऊपरी सिरे पर ले जाइए, ध्यान रहे कि इस भुजा पर तार ठीक उसी प्रकार लपेटा जाए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस भुजा पर भी तार की तीन तहें लपेटिए। जब यह काम समाप्त हो जाए तब तार पर फीता लपेट दीजिए ताकि तार घुलने न पाए। बाहर निकले हुए तारों के सिरों पर



से विसंबाहो पदार्थ को हटा दीजिए और तारों को दो शुष्क सेलों से सम्बद्ध करिए और इस प्रकार बनाए गए विद्युत् चुंबक के ध्रुवों की जांच करिए। एक को उत्तर ध्रुव और दूसरे को दक्षिण ध्रुव हाना चाहिए। यदि दोनों में एक ही प्रकार का ध्रुव है तो आपने दूसरी कुंडली को गलत दिशा में लपेटा है। यह आवश्यक है कि इस पर से तार खोल कर उसे विपरीत दिशा में लपेटा जाए।

इस चुंबक से विविध वस्तुओं को उठाने की चेष्टा करिए। इस चुंबक की सामर्थ्य की तुलना पहले वाले सीधे चुंबक के बल से करिए।



6. विद्युत् चुंबक की सामर्थ्य को बढ़ाना

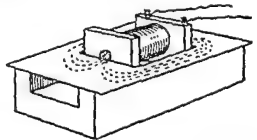
लोहे के सीधे काबले पर घंटी वाले तार के 100 फेरे लपेटिए। इस तार के सिरों को एक शुष्क सेल से सम्बद्ध करिए और गिनिए कि उसमें कितनी छोटी कीलें उठाई जा सकती हैं। तीन बार परीक्षा करिए और जो औसत निकले उसे कीलों की संख्या मानिए, जिसे यह चुंबक एक सेल की सहायता से उठा सकता है। अब इस चुंबक में दो (श्रेणी-योजित) सेल लगाइए और प्रयोग को दोहराइए। कीलों की संख्या गिनिए। चुंबक के ऊपर लपेटे गए तारों में विद्युत् धारा को बढ़ा देने से चुंबक की सामर्थ्य पर क्या प्रभाव पड़ता है ?

अब इसी चुंबक पर उसी दिशा में तार के 100 फेरे और लपेटिए। एक सेल लगाइए और देखिए कि आप कितनी कीलें उठा सकते हैं। तीन बार दोहरा कर औसत निकालिए। इस संख्या की तुलना कीलों की उस संख्या से करिए जो एक सेल और 100 फेरे के तार द्वारा उठाई गई थी। फेरों की संख्या बढ़ाने से सामर्थ्य पर क्या प्रभाव पड़ा ? विद्युत् चुंबक की सामर्थ्य को बढ़ाने के बारे में कुछ बताइए।

7. किसी कुंडली के चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन करना

इस खण्ड के प्रयोग-1 में बनाए गए उपकरण का उपयोग करिए।

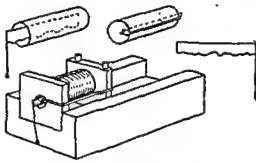
एक पोस्ट कार्ड के बीच में वर्गाकार छेद काटिए, जिसमें कि कुंडली डाली जा सके। कार्ड एक तश्तारी का काम करता है। उस पर लोहे की रेतन छिड़क कर और रेतन की जो आकृति बनती है उसे देख कर कुंडली के भीतर विभिन्न कोड (कोर) रखने के परिणाम का अध्ययन किया जा सकता है।



8. प्रतिकर्षण-चालित मापी बनाना

इस खण्ड के प्रयोग-1 में बनाए गए उपकरण का उपयोग करिए। टीन का लगभग 4 सेंटीमीटर \times 5 सेंटीमीटर नाप का एक टुकड़ा लीजिए, जिसके एक सिरे पर एक तार को टांके से जोड़ दिया गया हो। यह मापी के चल भाग का काम करेगा। तार के सिरे में एक बूंद टाका बैठाने में वह मोटर के गुरुत्व नियन्त्रक का काम देगा।

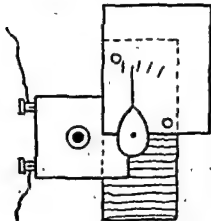
जब धारा प्रवाहित की जाती है तो कुंडली चुंबकित हो जाती है। चल और अचल अंग दोनों एक ही प्रकार से चुंबकित होते हैं। इसी कारण प्रतिकर्षण होता है। अचल भाग नरम लोहे का एक तार होता है। रबड़ के छन्ले में इसे अपने स्थान पर टिका दिया जाता है। इन यन्त्र में 0-5 ऐंपियर के पाठ्यांक मिलेंगे, परन्तु ठीक कितना पाठ्यांक मिलेगा, यह उम तार तथा उन धातुओं के चुंबकीय गुणों पर निर्भर रहेगा जिनका आप प्रयोग करेंगे।



9. आकर्षण-चालित भापी बनाना

इस खण्ड के प्रयोग-1 में बनाए गए उपकरण का इस्तेमाल करिए। इस यन्त्र को बनाने के लिए लकड़ी वाली पनाली में कुंडली को पहले ही की तरह कस कर पनाली को करवट के बल रख दिया जाता है (अर्थात् पनाली का एक पार्श्व सबसे नीचे कर दिया जाता है)। पनाली के भीतर लोहे का क्रोड डाल दिया जाता है। जब धारा प्रवाहित की जाती है तो क्रोड टिन के एक टुकड़े को आकर्षित करता है, जिसकी आकृति कद्दू के बीज के समान होती है। इस टिन की धुरी एक पिन द्वारा बनाई जाती है, जिसे काठ की इष्टिका के सिरे में खोंस दिया जाता है। टिन की नोक पर रागों का एक महीन तार जोड़ दिया जाता है। यह तार संकेतक का काम करता है। अर्थात् एक कार्ड पर किया जाता है। इस कार्ड को ड्राइंग पिनों से उचित स्थान पर स्थिर कर दिया जाता है।

ऊपर बताई गई वस्तुओं द्वारा जी-जी युनिटया बनाई जा सकती है, उनमें से केवल कुछ का उल्लेख यहां किया गया है। 12 वर्ष का बालक



काई अन्य यन्त्रों को बनाने की रीति स्वयं हात कर लेगा। उदाहरणार्थ विद्युत् सिगनल, चूपण-दण्ड (सर्किंग बार), योजित्र (रिले), इत्यादि।

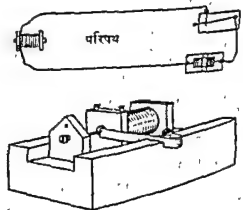
10. तारयन्त्र की चाबी और ध्वनित्र बनाना

इस खण्ड के प्रयोग-1 में बनाए गए उपकरण का फिर उपयोग करिए।

जितना भी ताबे का तार आसपास हो, उसे लपेट कर एक कुंडली बनाइए और उसके निरो को संयोगी पेचों (टर्मिनल्स) के नीचे कस दीजिए।

तैयार हो जाने पर जब कुंडली बन जाए, तो उसे किसी पनालीदार लकड़ी की पनाली में दबा कर फंसा देना चाहिए और उसके भीतर लोहे का क्रोड डाल देना चाहिए। यदि आवश्यकता हो तो थोड़ा कागज ठूस कर क्रोड को मजबूती से स्थिर कर देना चाहिए। टिन की एक पट्टी को, जो लगभग 10 सेंटीमीटर लम्बी हो, पनाली के साथ की लकड़ी में आरी से एक चीर काट कर उसमें लगभग 10 सेंटीमीटर लम्बी टिन की एक पट्टी को दबा कर लगा दें और एक संयोगी पेच (टर्मिनल) कस कर उसे स्थिर कर दें। एक लकड़ी पनाली के साथ-साथ इस प्रकार काम दो जाती है कि उसके एक छेद में कमे संयोगी पेच को पूर्वोक्त टिन की पट्टी ज़रा-सा पीछे हटने पर टकरा सके और इस प्रकार वह ध्वनित्र का काम दे सके।

जब स्विच दबाया जाता है तो कुंडली चुंबक बन जाती है। इसलिए टिन की पट्टी खिच जाती

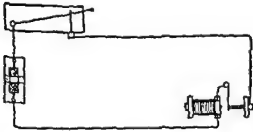


है और बिलक ध्वनि के साथ वह धातु के क्रोड पर आघात करती है। जब स्विच के छोड़ने पर पट्टी कमानी की तरह पीछे छूटकती है तो यह सिररे वाली लकड़ी में लगे हुए मंयोगी पेच में टकरा कर कर्क की ध्वनि करती है।

11. विद्युत् गुंजक बनाना

इस खण्ड के प्रयोग-1 में बनाए गए उपकरण का उपयोग करिए।

परिपथ में थोड़ा हेर-फेर कर देने से ध्वनित्र को गुंजक में बदला जा सकता है। स्मरण रहे कि स्पर्म-विन्दु भीघ्र ही गन्दे हो जाते हैं और उन्हें धरी से बार-बार खुरचने की आवश्यकता पडती है।



12. सिमार बक्स की सहायता से तारयन्त्र और चाबी बनाना

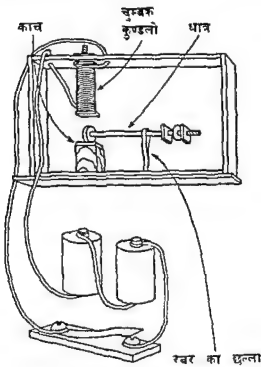
कुंडली के लिए 6.5 से 8 सेंटीमीटर तक लम्बे किमी वोल्ट पर ग्रनेमल किए तांबे के पतले तार (मैग्नेट वायर) के 75 से लेकर 100 फेरे तक लपेटिए। काबले के पेच वाले भाग का इतना अंश खाली रखना चाहिए कि उसमें दो डिबरियां और बक्स के दो पार्श्व लगाए जा सकें, ताकि कुंडली को बक्स के भीतर कसा जा सके। धात्र (आर्मचर) के लिए गोल सिररे वाला काबला मवसे अच्छा रहता है परन्तु इसकी लम्बाई 10 सेंटीमीटर और व्यास 5 मिमीमीटर होना चाहिए। इसे पेचदार आख (आइ) और दो डिबरियां से इम प्रकार आरोपित करिए कि उसका सिर कुंडली के नीचे तक पहुंच जाए। लकड़ी की एक इटिका पर मोटे कांच का एक टुकड़ा चिपका देने से वह निहाई का काम देती है। निहाई को बक्स में अच्छी तरह चिपका दोजिए।

दोनों को चिपकाने के लिए मांहर करने की लाख कां गरम करके लगाइए। परन्तु किसी सरस में भी काम चल सकता है। निहाई की ऊंचाई इतनी होनी चाहिए कि धात्र (आर्मचर) के ऊपर 3 मिमीमीटर से कम स्थान न छूटे और यदि अधिक स्थान छूटे तो केवल नाम-मात्र को ही। अब कमानी बनानी शेष रह गई है। विद्युत्-धारा के टूटने पर जब कभी धात्र (आर्मचर) चुंबक में ही चिपक जाता हो तो कमानी उसे बाहर खींच लेगी। इस काम के लिए रबड़ का छल्ला भी अच्छा है। इसे धात्र (आर्मचर) पर पहना दें और एक चौड़े सिरे वाली कील द्वारा बक्स में कम दें। केवल इतना ही तनाव इसमें रहना चाहिए कि धात्र चुंबक में चिपकने न पाए।

अब चाबी भी बनाइए। लकड़ी का एक टुकड़ा लोजिए, जो लगभग 8×15.5 सेंटीमीटर का हो और लगभग 0.5 सेंटीमीटर मोटा हो। किसी डिब्बे से टीन की एक पट्टी काटिए, जो लगभग 2.5×13 सेंटीमीटर की हो। इसे रेगमाल या इस्पात के घूए से अच्छी तरह रगड़िए ताकि यदि इस पर कानिश् या मुरखा हो तो वह छूट जाए। इसके बदले दीवार वाली घड़ी की कमानी का एक टुकड़ा भी बहुत अच्छा काम देता है। छेद करने के लिए बडी कील का उपयोग करना चाहिए और उसे हथौड़े से जोर से टोंकना चाहिए। लकड़ी के टुकड़े के एक सिररे के पास एक पेच कस कर लगा दोजिए और धातु की प्रवोक्त पट्टी को दूसरी ओर के पेच में कम कर लकड़ी पर जड़िए। इसे इम प्रकार जड़ना चाहिए कि जब पट्टी पहले वाले पेच तक दबाई जाए, तो वह दोनों पेचों के बीच के स्थान पर पुल की तरह चढ़ी रहे।

अपने तारयन्त्र ध्वनित्र दोनों सेलों और चाबी को दिए गए चित्र के अनुसार श्रेणी-योजित करिए। अब आप यन्त्र की जांच के लिए सन्देश भेज सकते हैं। यदि चाबी को बार-बार दवाने और छोड़ने पर ध्वनित्र में 'क्लिक-क्लिक' शब्द न निकलने तो इनका अर्थ यह है कि या तो आपके उपकरण

की सन्धियां ढीली हैं या रबड़ के छल्ले को ढीला करने की आवश्यकता है।



13. गुंजक बनाने की एक दूसरी विधि

गुंजक मलतया बंसा ही होता है जैसा कि तार-यन्त्र; अन्तर केवल इतना ही है कि परिपथ बन्द करने पर 'क्लिक' ध्वनि के बदले गुंजक से लगातार भनभनाने की ध्वनि निकलती रहती है। इसमें ऐसी व्यवस्था रहती है कि जब तक आप चाबी को दबाए रहेंगे तब तक अपने आप परिपथ प्रति मकंड कई बार टूटता और जुड़ता रहेगा। घात्र इतने वेग से कम्पायमान होता है कि उसमें से भनभनाने की ध्वनि निकलती है। जब तक चाबी दबी रहेगी तब तक यह ध्वनि निकलती रहेगी। तार की तरह सन्देश भेजने के लिए गुंजक भी अच्छा वागम देता है। छोटी भन्नाहट से बिन्दु और लम्बी से डैस; इसकी ध्वनि रेडियो की सन्देश-पद्धति से मिलती-जुलती है। इसलिए यदि रेडियो से सन्देश भेजना सीखना हो तो तार-यन्त्र की अपेक्षा गुंजक अधिक उपयुक्त होगा।

पैदी और उस पर लगाई जाने वाली वस्तुओं के लिए तीन टुकड़ों की आवश्यकता होगी, जिनकी लम्बाई-चौड़ाई निम्नलिखित है : 13×15.5 सेंटीमीटर, 5×5 मंटीमीटर और

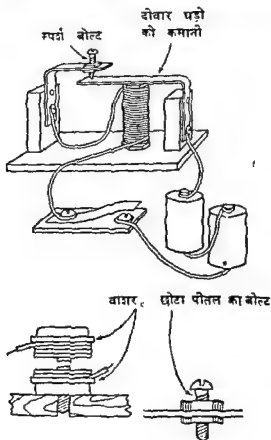
5×7.5 सेंटीमीटर। (सबकी मोटाई लगभग 2 सेंटीमीटर हो)। चुंबक को पकड़े रहने के लिए पैदी की लकड़ी में बर्मी से एक छेद करिए, जो चुंबक के छेद से कुछ छोटा हो। यह छेद एक मिरे से लगभग 6.5 सेंटीमीटर इधर ही रहे। चुंबक बनाने के लिए लोहे का सामान बेचने वालों से 18 सेंटीमीटर लम्बा और 4 सेंटीमीटर व्यास का एक काबला खरीदिए। इस पर दो वागर चढ़ा दीजिए। ये कुंडली को अगल-अगल में पकड़े रहेंगे। एक डिबरी भी चढ़ा दीजिए, पेच वाले सिरे की ओर पेच 1.5 सेंटीमीटर से कुछ अधिक ही निकला रहे। इस पर सफाई से घंटी वाले तार के 100 फेरे लपेटिए। दोनों सिरों पर लगभग 45 सेंटीमीटर तार कुंडली से बाहर निकला रहे। या तो अन्तिम फेरे के बाद तार को बांध दीजिए या उस पर फीता लपेट दीजिए, ताकि तार खुले नहीं। अब कुंडली को पैदी पर जड़ दीजिए। इसके लिए काबले के पेचदार मिरे को लकड़ी के छेद में ँठ दीजिए।

कम्पनकारी (वाइब्रेटर) बनाने के लिए पतले लोहे की 2 सेंटीमीटर चौड़ी और 10.5 सेंटीमीटर लम्बी पट्टी लीजिए और उसे ममकोण पर इस प्रकार मोड़ दीजिए कि एक भुजा 7.5 सेंटीमीटर लम्बी रहे। यह काम दीवार घड़ी की कमानी का एक टुकड़ा लेकर और उसे नरम करके भी किया जा सकता है। नरम करने के लिए इसे आग से लाल करके धीरे-धीरे ठण्डा होने देना चाहिए। छोटी भुजा में दो छेद करिए और जोर से हथौड़ा मार कर बड़े कील की नोक को उसमें घुसा दीजिए। पूर्वोक्त तीन लकड़ियों में से सबसे छोटी वाली पर इस पट्टी को पेच से कनिए और इस लकड़ी को पैदी पर कील से जड़ दीजिए। ध्यान रहे कि कम्पनकारी चुंबक से 3 मिलीमीटर से अधिक की ऊंचाई पर न रहे। यदि यह ऊंचाई ठीक न हो तो बाद में कम्पनकारी को पीछे मोड़ कर इसे ठीक किया जा सकता है।

गर्भ-बिन्दु के लिए पीतल का एक छोटा-सा काबला लीजिए, जो लगभग 2.5 सेंटीमीटर लम्बा

और 6 मिलीमीटर व्यास का हो और उग पर दो त्रिवरिया चढ़ी हों। 5 सेंटीमीटर की कानी या इलेन (गैंगल आयरन) भी चाहिए। कोनिया के एक छेद में पीतल वाले बोल्ट को बस दें। फिर कोनिया को 5×7.5 सेंटीमीटर वाली लकड़ी पर इस प्रकार आरोपित करिए कि जब लकड़ी को अपने स्थान पर कीली में जड दिया जाए तो कोनिया की क्षैतिज भुजा कम्पनकारी से लगभग 1.5 मीटरीमीटर की ऊंचाई पर रहे।

अब अपने गुंजक को दो सेलों और अपनी बनाई एक चाबी से संयोजित करिए। इस बात का ध्यान रहे कि भव सन्धियां कसी रहें और जहा-जहा तार जोड़ा जाए वहां का विसंवाही पदार्थ अच्छी तरह हटा दिया जाए। चाबी को दबाए रखिए और पीतल के काबले को धुमा कर इतना नीचा करिए कि वह कम्पनकारी को स्पर्श करे। यदि वह कम्पन करना आरम्भ न करे तो रेगमाल या इस्पात के धूप से स्पर्श-विन्दु के नीचे के तन को अच्छी तरह चिपका

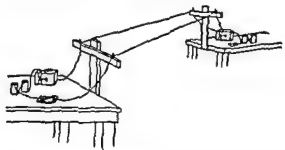


दें। जब कम्पन आरम्भ हो जाए, तो स्पर्श-पेच को अधिक सूक्ष्मता से मर्मजित करके ध्वनि के स्वर को सुधारा जा सकता है। इसके अतिरिक्त, कम्पनकारी को मोड़ कर कम्पनकारी और चुंबक के बीच के स्थान को लगभग दोहरे पोस्टकार्ड की मोटाई के बराबर कर देना चाहिए।

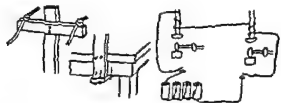
अब आप सकेत भेजने का अभ्यास कर सकते हैं। यदि कई-एक गुंजक बनाए जाएं तो आप कमरे में कुछ दूरी पर रख कर उन्हें संयोजित कर सकते हैं या आप दो मकानों के बीच सन्देश भेज सकते हैं।

14. द्विभागी तार प्रणाली को संयोजित करना

ऊपर के प्रयोग—12 में बताया गए उपकरणों के समान दो तारयन्त्र ध्वनित्र और दो चाबियां लीजिए और फिर यहा दिए गए चित्रों का अनुसरण करके द्विभागी तार प्रणाली तैयार करिए।



जब एक चाबी से सकेत भेजा जा रहा हो, तो दूसरी चाबी को दबा कर वाद्य देना चाहिए ताकि उसके द्वारा धारा बह सके।



15. विद्युत् घंटी बनाना

यदि आप चित्रों का अध्ययन करेंगे तो भाग देखेंगे कि थोड़ी-नी बेकार वस्तुओं से एक ऐसी घंटी बनाना कितना सरल है, जिसे दुष्क विद्युत् मंत्रों की सहायता में सुन्दरता से बजाया जा सके।

आपको पट्टे के तीन टुकड़ों की आवश्यकता होगी— एक तो पेदी के लिए, जो लगभग 13×18 सेंटीमीटर का हो; एक चुंबक को अपने स्थान पर स्थिर रखने के लिए और एक कम्पनकारी (वाइब्रेटर) के लिए, जो कि प्रत्येक लगभग 5×5 सेंटीमीटर नाप के हों। चुंबक बनाने के लिए 8 सेंटीमीटर लम्बे काबले पर चुंबक पर लपेटे जाने वाले सूत-मढ़े तार के या धंटी वाले तार के कम-से-कम 100 फेरे लपेटिए। तार इस तरह लपेटें कि चुंबक बन जाने पर तार के दोनों सिरे कई सेंटीमीटर तक कुंडली के बाहर निकले रहें। इस कुंडली में तार लपेटने से पहले काबले पर दो वाशर और एक दिवरी चढ़ाकर रोल-सी बना लें। काबले के पंच वाले सिरे की ओर कम-से-कम 1.5 सेंटीमीटर भाग छूटा रहे। इस भाग को लकड़ी की इष्टिका में कस कर चुंबक को टिकाया जाएगा, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। पेदी के लगभग मध्य में चुंबक की उचित नाप की कीलों से जड़ दीजिए।

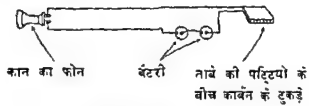
कम्पनकारी (अर्थात् धंटी बजाने वाले पुर्जे) बनाने के लिए दीवार घड़ी की कमानी का 18 सेंटीमीटर लम्बा एक टुकड़ा लीजिए, जिसकी चौड़ाई 1.5 सेंटीमीटर से कम न हो। इसे नरम कर लें। आपके नगर का घड़ीसाज आपको कोई पुरानी कमानी दे देगा। उसका एक टुकड़ा लीजिए और नरम करने के लिए उसे तपा कर लाल करिए। गैस की ज्वाला में या गैस न हो तो रसोई बनाने की आग में ही, कमानी को तपाया जा सकता है। ध्यान रहे कि कमानी सात हो जाए। तब उसे धीरे-धीरे ठण्डा करिए। ऐसा करने से उसका कम्पनीपन कुछ कम हो जाएगा और नरम हो जाने के कारण वह चुंबकत्व को धारण नहीं कर सकेगी। एक छेद इसके एक किनारे के बहुत पास करिए और दूसरे सिरे के पास दो छेद करिए, जिनके बीच की दूरी लगभग 2.5 सेंटीमीटर हो। एक छेद वाले सिरे पर छेद में छोटे बोल्ट को दो दिवरियों की सहायता से कस कर लगा दीजिए। यह घटी बजाने की मंगरी (छोटी हथौड़ी) का काम देगा। दूसरे सिरे पर कमानी का लगभग

4 सेंटीमीटर लम्बा भाग समकोण पर मोड़ दीजिए और उसे लकड़ी की इष्टिका पर छोटे पेचों में कस दीजिए। फिर, इष्टिका को पेदी पर कस दें। इसे ऐसी स्थिति में रखना चाहिए कि कम्पनकारी कमानी चुंबक से 6 मिलीमीटर पर रहे।

स्पर्श-बिन्दु के लिए आधार बनाने के लिए 2.5 सेंटीमीटर की कोनी या इंग्लेसन (एंगल आयरन) बहुत अच्छा काम देगी। एक छोटा काबला लीजिए, जिसकी लम्बाई लगभग 10 मिलीमीटर हो। उस पर चित्र में दिखाई गई रीति से दो दिवरियाँ चढ़ाइए। काबला पीतल का हो तो अच्छा है। इसे पेदी पर पेचों से जड़िए। अब यह काबला एक सन्तोपजनक स्पर्श का काम करेगा। स्पर्श-बिन्दु मंगरी वाले सिरे से लगभग 9 सेंटीमीटर हट कर हो। कसने के पहले कम्पनकारी कमानी को चुंबक में उल्टी ओर केवल इतना मोड़ देना चाहिए कि जब कमानी स्पर्श-बिन्दु से लग जाए तो वह उसे पर्याप्त बल से दबाती रहे। हाँ, इस पर भी ध्यान रखना चाहिए कि जब स्पर्श-बिन्दु को समंजित कर दिया जाए तो कमानी चुंबक के सिरे से लगभग 6 सेंटीमीटर दूर रहे, जैसा कि पहले भी बताया जा चुका है।

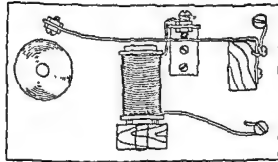
धंटी को आरोपित करने के पहले तारों को संयोजित कर लीजिए और आवश्यक समंजन करिए ताकि मंगरी सजीव कम्पन करने लगे। तब कम्पायमान मंगरी को देख कर आप धंटी की ठीक स्थिति का निर्धारण सुगमता से कर सकेंगे। तारों के जोड़ने की विधि स्पष्ट रूप से दिखाई गई है। अब दो विद्युत् सेलों को संयोजित करिए और स्पर्श-बिन्दु को भागे या पीछे हटा कर उसको ठीक करिए। अगर समंजन ठीक हुआ तो धंटी की कमानी जोर से कम्पन करने लगेगी। यह ध्यान रहे कि सब सन्धिघां ठीक रहें और धंटी की कमानी, जहाँ पर स्पर्श-बिन्दु को दबाए वहाँ उसे रोगमास से रगड़ कर या बुरबुर कर पूरी तरह साफ कर दिया जाए। स्पर्श-काबले के सिरे को भी रोगमास से रगड़ देना चाहिए। जब मंगरी कम्पन कर रही हो तो यह पता लगाए कि

घंटी को कहां पर और किस स्थिति में लगाना चाहिए और वहीं उसे पेंदी पर जड़ दें। कमानी को थोड़ा-बहुत मोड़ने भयवा स्पर्श पर दाब पढ़ाने-बढ़ाने से या चुंबक तथा कम्पनकारी के बीच के स्थान में परिवर्तन करने या स्पर्श-बिन्दुओं पर फिर से रोगमाल फेरने से शायद यत्न और भी अच्छा काम दे सके।



17. सरल टेलीफोन प्रेषी बनाना

सिगार बक्स के ऊपरी तल में छुरी की नोक से दो खाचे काटिए, जो समानान्तर हों और एक-दूसरे से 4 सेंटीमीटर पर हों। प्रत्येक खाचे में एक रेजर ब्लेड फस कर बैठा दीजिए। ब्लेड अपने स्थान पर मजबूती से फंसे रहें। यदि वे ढीले हों तो उन्हें मुहर वाली गरम लाख से सुस्थिर कर दें। इसके लिए ब्लेडों को गरम करिए तथा लाख पर रगड़िए और फिर तुरन्त, गरम दशा में ही, उनको खाचों में बैठा दीजिए। विद्युत्-संयोजन के लिए प्रत्येक ब्लेड में एक तार लगा दें। अब पेंसिल के एक छोटे टुकड़े को दोनों ओर से छील कर नुकीला कर लें और उसे इन दोनों पड़ोसी ब्लेडों की धार पर रख दें। ध्यान रहें कि पेंसिल इतनी दूर तक छीली गई हो कि वीन का काला कार्बन, ब्लेडों को ही छूता रहे न कि लकड़ी को। आपका टेलीफोन तैयार हो गया।



16. सरल टेलीफोन लाइन लगाना

तांबे की चादर के दो टुकड़े लीजिए, प्रत्येक लगभग 10 सेंटीमीटर वर्ग का हो। प्रत्येक में छेद करके लम्बा घंटी वाला तार जोड़ दें, परन्तु इसके पहले तारों के सिरों से विसंवाही पदार्थ हटा दें। अच्छा यह होगा कि तारों को तांबे की चादरों पर झाल दिया जाए। किसी पुराने शुष्क सेल से कार्बन की छड़ निकाल लीजिए। उसे तोड़ कर टुकड़े-टुकड़े कर डालिए, जो लम्बाई में लगभग 5 मिलीमीटर के हों। एक नाप के टुकड़ों को चुनिए। लगभग मूठ्ठी भर टुकड़ों की आवश्यकता पड़ेगी। फिर एक सिगार बक्स और एक अलाम घड़ी लीजिए, अलाम घड़ी को बक्स पर रखिए, घड़ी का मुंह ऊपर रहे। तांबे की एक पट्टी को अलाम घड़ी पर रखिए। इस पट्टी के तार को दो श्रेणी-योजित शुष्क सेलों से संयोजित करिए। बैटरी के दूसरी ओर टेलीफोन के चाँगे को संयोजित करिए। इस चाँगे के दूसरे तार को दूसरे तांबे के टुकड़े से संयोजित करिए। अब कार्बन के टुकड़ों को तांबे के एक टुकड़े पर रखिए और दूसरे टुकड़े से उसे ढक दें। चाँगे में कान लगा कर सुनिए। आपको घड़ी की टिक-टिक सुनाई पड़ेगी। सम्भवतः आपको ऊपर वाले तांबे के टुकड़े को जरा-सा इधर-उधर खिसका कर उसे समंजित करना पड़ेगा।

कहीं से एक टेलीफोन का चाँगा प्राप्त करिए, जहा से वह आसानी से मिल सके। यदि आप टेलीफोन कम्पनी के किसी कर्मचारी को जानते हैं तो सम्भव है कि वह कोई पुराना चाँगा आपको दिला सके। चित्र में दिखाई गई रीति से शुष्क सेलों को संयोजित करिए।

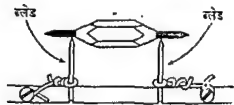
सन्धियों को परीक्षा के लिए चाँगे को कान में लगाइए और पेंसिल को उठाइए-बैठाइए। उमें इधर-उधर खिसकाइए। तब फोन में वीसी ही खड़खड़ाहट सुनाई पड़नी चाहिए जैसी रेडियों में आकाशिय विद्युत् के कारण सुनाई पड़ती है।

अपने फोन को वातचीत सुनने के योग्य बनाने के लिए यह विधि अपनाइए—बक्स पर एक अलाम घड़ी रखिए; फोन में सुनते रहिए और पेंसिल की स्थिति को दम प्रकार समंजित करिए कि घड़ी

के टिकटिकाने की ध्वनि साधारण से दुगुनी या तिगुनी तेज सुनाई पड़े। जब सुग्राही स्थिति मिल जाए तब घड़ी को हटा दीजिए और बक्स में सीधे और स्पष्टता से कुछ बोलने पर आपको सुनाई पड़ना चाहिए। हाँ, आपको अपने दूसरे कान को बन्द करना होगा या फिर तार ही इतना लम्बा होना चाहिए कि वह आपसे दूर रहे।

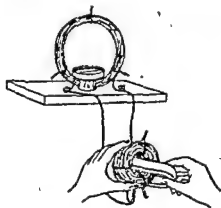
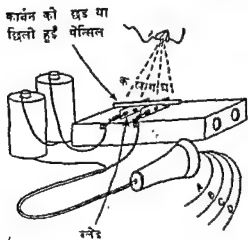
सिगार बक्स से अपने कहे गए शब्दों को पुनः सुनना और उन्हें तार की सहायता से दूर भिजवाना जादू से कुछ कम नहीं है। परन्तु यहाँ तो यह काम पूरा हो ही गया है। समझने की चेष्टा करिए कि यह कैसे हो पाता है। इतना तो आप जानते ही होंगे कि आपके स्वर की ध्वनि-तरंगें बक्स को कम्पायमान कर देती हैं। अपनी अंगुलियों को बक्स पर रख कर कुछ बोलिए और बक्स में होने वाली कम्पनों का अनुभव करिए। बक्स को कम्पन के कारण पेंसिल भी उसी तरह खड़खड़ाने या कम्पन करने लगती है। इसके फलस्वरूप विद्युत्-धारा की एकरूपता में विकार उत्पन्न होता है और वह न्यूनाधिक होने लगती है। चोंगे के विद्युत् चुंबक में यही धारा जाती है। इसी से चोंगे का तनुपट (डायफ्राम) भी खड़खड़ाने या कम्पन करने लगता है और उससे उसी प्रकार की ध्वनि-तरंगें निकलने लगती हैं, जिस प्रकार की तरंगें लाइन की दूसरी और बक्स पर पड़ती हैं। बक्स को रगड़िए और चोंगे में उसकी ध्वनि सुनिए। बक्स पर बालू के कण गिराएँ और

फोन में उनके गिरने की ध्वनि सुनिए। मेज़ को ठोंकिए और फोन में सुनिए कि क्या इन परीक्षणों में दिए गए विवरण की पुष्टि होती है।



18. चुंबक और कुंडली को सहायता से विद्युत् उत्पन्न करना

इस प्रयोग के लिए आपके उस सुग्राही धारा-परिचायक को आवश्यकता पड़ेगी जिसे आपने खण्ड-ख के प्रयोग-8 में बनाया था। घंटी वाले तार को लगभग 50 फेरों देकर एक कुंडली बनाइए। सिरे वाले तारों को धारा-परिचायक से सम्बद्ध करिए। ये तार इतने लम्बे रहे कि परिचायक के दिक्सूचक पर कुंडली के पास के चुंबक का कोई प्रभाव न पड़े। कुंडली को स्थायी ताल-चुंबक के एक ध्रुव के ऊपर ले जाइए। दिक्सूचक को देखते रहिए। अब कुंडली को चुंबक-ध्रुव से अलग ले जाइए और दिक्सूचक को देखिए। कुंडली को दूसरे ध्रुव के पास ले जाइए और हटा लीजिए। अब कुंडली को स्थिर रख कर चुंबक की एक भुजा को शीघ्रतापूर्वक कुंडली के भीतर डाल दीजिए। कुंडली जब कभी चुंबकीय दल-रेखाओं को काटती है तब कुंडली में विद्युत्-धारा उत्पन्न हो जाती है।

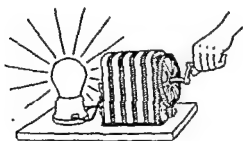


19. हाथ के जनित्र की सहायता से विद्युत् उत्पन्न करना

इस प्रयोग के लिए पुराने ढंग की दीवार वाले टेलीफोन के एक मैग्नेटो की आवश्यकता पड़ेगी। इस तरह का टेलीफोन आज भी खेतों पर बने मकानों में काम आता है (यह अमरीका की बात है)। यदि आपका कोई मित्र टेलीफोन कम्पनी में काम करता हो तो बहुत सम्भव है कि वह आपका एक मैग्नेटो मुफ्त ही दिला सके, क्योंकि अब उनके बदले बहुधा प्राधुनिक प्रकार के टेलीफोन लगने लगे हैं।

बक्स से मैग्नेटो को निकाल लें और इसे लगभग 15.5×30 सेंटीमीटर के पट्टे के सिरे की ओर लगा दे। पट्टे के दूसरे सिरे के पास एक साधारण बल्बग्राही को कस कर लगाइए। इस ग्राही के संयोगी पेंचों (टर्मिनल्स) को जनित्र (जेनरेटर, मैग्नेटो) से संयोजित करिए। होल्डर में 10 वाट, 100 वोल्ट का बल्ब लगाइए।

अब इस यन्त्र में काम लिया जा सकता है। हल्ये को इस वेग से घुमाइए कि बल्ब जलने लगे। हल्ये को धीरे-धीरे घुमाने पर बल्ब की रोशनी कम हो जाती है। तेज घुमाने पर रोशनी बढ़ जाती है, ऐसा क्यों होता है? अपनी आंखें बन्द कर लीजिए और जनित्र को अपने हाथ से चलाने जाइए। किसी से कहिए कि कभी वह बल्ब निकाल ले, कभी लगा दे। क्या आप इसके आधार पर कि हल्ये को घुमाने में कितना बल लग रहा है, यह बताने में सक्षम हैं कि बल्ब कब लगा हुआ है और कब निकला हुआ है? जब लैम्प जलता रहता है तो



विद्युत् के अव्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

हल्ये को घुमाने में अधिक बल क्यों लगता है? माइकिल में लगाए जाने वाले डायनमो से भी यह प्रयोग किया जा सकता है, परन्तु तब बल्ब के जलने या बुझने पर आवश्यक बल की मात्राओं का अन्तर प्रायः नहीं के बराबर होता है।

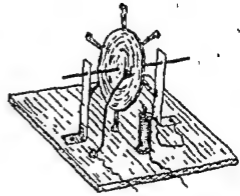
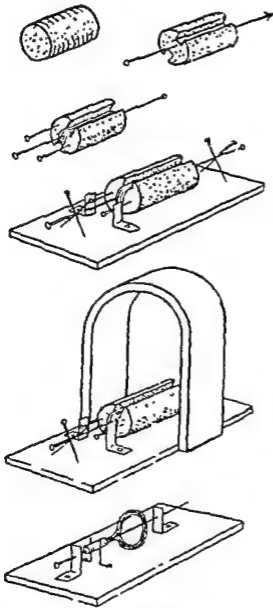
20. पिन और कार्क से मोटर बनाना

इस मोटर का धात्र (आर्मचर) विसंवाहित पतले तार द्वारा बनाया जाता है। काग में रेजर ब्लेड से खांचे काट कर तार को इसमें लपेटा जाता है। काग के प्रत्येक सिरे में एक-एक पिन खोस कर उनसे धुरी का काम लिया जाता है। तार के दोनों सिरों को (गंगा करके, अर्थात् विसंवाही पदार्थ हटा कर) दो अन्य पिनो पर लपेट दिया जाता है। ये पिन सयोगी पेंच (टर्मिनल) की तरह काम करती हैं और इन्हीं के द्वारा धारा कुंडली में प्रविष्ट होती है और निकलती है। पतले टोन या तांबे की पत्तियों की कतरनों से ब्रुग का काम लिया जाता है। इन्हे पेंदी पर ड्राइंग पिनो से जड़ दिया जाता है।

इन सब के ऊपर यथास्थान एक नाल-चुबक को रख देने में ढाचा (मॉडल) पूरा तैयार हो जाता है। इसे एक शुष्क मेल से चालू किया जा सकता है।

बहुत छोटा धात्र (आर्मचर) तो काग के बिना ही बनाया जा सकता है, पिन भी एक ही लगती है। कुंडली बनाने के लिए तार को पहले पेंसिल के चारों ओर लपेटा जाता है और फिर उसे पेंसिल से निकाल कर उस पर एक तागा बांध दिया जाता है। पिन पर गांठ लगा कागज चिपका कर पिन को एक बेलन-मा बना दिया जाता है और उसी पर कुंडली के सिरे तागे में बांध दिए जाते हैं। इस प्रकार दिक्परिवर्तक (कॉम्यूटेटर) बन जाता है।

टोन के छोटे टुकड़ों को मोड़ कर आधार बना दिया जाता है और पतले तार दिक्परिवर्तक नरः धारा लाने हैं और वहां में नै जाने हैं।



और एक कील विद्युत् चुंबक के लिए चाहिए ।

धात्र बनाने के लिए गत्ते से तीन वृत्त काटिए, प्रत्येक 6 सेंटीमीटर व्यास का रहे । इनमें से एक में बराबर-बराबर दूरियों पर त्रिज्या की दिशा में 6 चीर काटिए, जिनमें कील वँड सकें और दोष वृत्तों को इस पर चिपका दीजिए—एक इस ओर, दूसरा दूसरी ओर । फिर 2 सेंटीमीटर की त्रिज्या से धात्र पर एक वृत्त खींचिए और उसकी परिधि पर 12 छेद बराबर-बराबर दूरियों पर करिए । इन छेदों में 18 नम्बर का गंगा (बिना विसंवाही पदार्थ वाला) तांबे का तार इस प्रकार डाल दीजिए जैसे सिलाई की जाती है । इस प्रकार 6 स्पशं (कांटेक्ट्स) बन जाते हैं । इस तार के सिरों को धुरी से संयोजित कर देना चाहिए । इसके लिए तार के खुले सिरे को धुरी पर लपेट देना ही काफी होगा । धुरी के लिए बुनने की (धातु की) सलाई का उपयोग किया जाता है ।

विद्युत् चुंबक बनाने के लिए गत्ते के दो वृत्तों के भीतर में एक कील डाल दें । इन वृत्तों के बदले पानी के नल के पुराने बागनों से काम लिया जा सकता है । ये वृत्त या वायर कुंडली की बगली का काम देते हैं । कील पर गंटी के विसंवाहित तार के दो फंदे लपेटिए । तंगार हो जाने पर इस विद्युत् चुंबक को एक पट्टे में जड़ दीजिए । यह पट्टा पेंदी का काम देगा ।

साधारण डिब्बे के टोन से दो कतरन काट कर धात्र के लिए आधार बनाइए । धुरी के लिए और पट्टे पर जड़ने के लिए नुकीली कील से छेद करिए ।

पुञ्जों को एकत्र करने की रीति को तथा अन्य व्यौरों को, जिनमें यह गंगा तार भी सम्मिलित है

21. आकर्षण-चालित मोटर बनाना

इस मोटर में नरम लोहे के धात्र (आर्मेचर) को एक विद्युत् चुंबक द्वारा आकर्षित किया जाता है । धात्र में एक धारा-वियोजक लगा देने से सतत (सगातार) गति प्राप्त होती है । धारा-वियोजक के कारण मोटर के विविध खण्ड धारी-धारी में आकर्षित होते हैं । इसमें लोहे की 7 सेंटीमीटर लम्बी कीलें लगाई जाती हैं, जिन्हें लोहे की चादर से ठप्पा मार कर काटा जाता है । (नरम लोहे की बनी अन्य प्रकार की कीलों से भी काम चल सकता है) । धात्र के लिए 6 कीलों की आवश्यकता पड़ेगी

जो स्पष्ट करने का काम करता है, चित्र में देखा जा सकता है।

यदि कम बोल्टता की प्रत्यावर्ती धारा उपलब्ध हो, उदाहरणार्थ घंटी के लिए बने परिणामित्र (ट्रान्सफार्मर) से, तो बिना धारा-विद्योजक के भी काम चल जाएगा। तब प्रत्यावर्ती धारा को विद्युत् चुंबक में सीधे जाने देना चाहिए। थोड़े से अभ्यास के बाद धात्र को ठीक ऐसे वेग से नचाया जा सकता है कि वह धारा के प्रत्यावर्तन के साथ-साथ चले। यह बिजली से चलने वाली विद्युत् घड़ी की मोटर की क्रिया को स्पष्ट कर देती है।

22. एक अन्य सरल मोटर

इस सरल मॉडल से आपको वास्तविक सन्तोप मिलेगा। इसमें बैटरी की धारा से क्षेत्र-चुंबक (फोल्ड मैग्नेट) भी उत्तेजित होता है और धात्र कुंडली भी।

20 × 25.5 सेंटीमीटर की पेंदी के लिए एक पटरा तैयार करिए। पटरे के ठीक केन्द्र में एक छोटा-सा छेद करिए और उसमें नीचे से 15.5 सेंटीमीटर लम्बी कील ऊपर को निकालिए। दो अन्य 15 सेंटीमीटर की कीलें लीजिए और उन पर घंटी वाले विसंवाहित तार के 100 फेरे सफाई से लपेट दीजिए। प्रत्येक सिरा कुंडली से लगभग 30 सेंटीमीटर बाहर निकला रहे। इन कीलों को पेंदी में एक-दूसरे से 15.5 सेंटीमीटर की दूरी पर ठोक दीजिए। केन्द्रीय कील से 5 सेंटीमीटर की दूरी पर दो छोटी कीलें, एक इधर और एक उधर, इस प्रकार ठोक दें कि इन कीलों को मिलाने वाली रेखा पटरे की लम्बाई से 45 का कोण बनाए। प्रत्येक कुंडली के एक सिरे पर से विसंवाही पदार्थ हटा कर इन छोटी कीलों पर लपेटिए (एक कुंडली के सिरे को एक पर, दूसरी के सिरे को दूसरे पर) और शेष को इस प्रकार मोड़ दें कि वह केन्द्रीय कील को कमाने की तरह धृता रहे। ये भाग धुस की तरह काम करेंगे। ध्यान रहे कि क्षेत्र कुंडलियां उचित दिशा में लपेट दी जाएं।

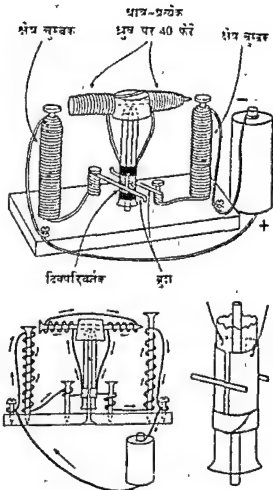
चित्र में लपेटने की दिशा आदि के ब्यारे पूर्ण रूप से दिखाए गए हैं। अन्य किसी रीति से यन्त्र काम नहीं कर सकेगा। कुंडलियों के दूसरे सिरों को पेंदी के कोनों में जड़े पेशों पर लपेट देना चाहिए।

अब आपके क्षेत्र चुंबक और धुस, जो मोटर के चार परमावश्यक भागों में से दो हैं, तैयार हैं। केवल धात्र कुंडली और दिक्परिवर्तक (काम्पु-टेटर) इन दोनों को ही बनाना शेष है। 4 सेटीमीटर व्यास के एक काग के माथे के पास बर्मी से एक बड़ा छेद करिए और उसमें 13 सेंटीमीटर लम्बी एक कील डाल दीजिए। उसके प्रत्येक सिरे पर घंटी के विसंवाहित तार के 40 फेरे लपेटिए। ध्यान रहे कि लपेटने की दिशा वही रहे जो दिखाई गई है। खुले सिरों में लगे हुए विसंवाही पदार्थ को खुरच डालिए। अब काग के केन्द्र को गोल हलानी से सफाई से काट कर निकाल डालिए। चाकू से इस गड्ढे को ठीक गोल कर दीजिए और इस गड्ढे में 10.5 या 13 सेंटीमीटर लम्बी परीक्षण-नलिका का बन्द सिरा कस दीजिए। वस, धात्र कुंडली तैयार हो गई।

अब दिक्परिवर्तक बनाइए-1। ताबे की चादर से दो आयताकार टुकड़े काटिए; लम्बाई लगभग 4 सेंटीमीटर हो और चौड़ाई इतनी हो कि परीक्षण-नलिका पर चढ़ाने पर पूरी परिधि लगभग ढक जाए, केवल 6 मिलीमीटर का स्थान बचा रहे। इन टुकड़ों को बसनाकार आकृति दीजिए ताकि वे परीक्षण-नलिका पर लगभग कस कर बैठ सकें। प्रत्येक में एक छोटा छेद कर दें और धात्र पर लपेटे गए तार के खुरचे सिरों को इन छेदों में पहना कर एँठ द या झाल दें। तब इन दिक्परिवर्तक पत्रों को परीक्षण-नलिका पर उचित स्थान में रख कर चिपकाऊ फीते से सिरे पर और एकदम नीचे अच्छी तरह बांध दीजिए।

अब आपका धूर्णक (रोटर), जो धात्र और दिक्परिवर्तक में बनता है, पूरा हो गया। इसे ऊर्ध्वाधर धुरी के ऊपर ऊर्ध्वाधर रख दीजिए और

बुशों का दिक्परिवर्तन से स्पर्श करा दीजिए। अब यदि आपके फेरे और सन्धिया दिखाई गई रीति के अनुरूप हैं तो उन्हें एक या दो विद्युत् सेलों से संयोजित करिए। तब धात्र को जरा-सा ढकेल देने पर वह सजीवता से नाचने लगेगा। यदि धात्र नहीं चलता तो बुशों की परीक्षा करिए कि वे दिक्परिवर्तक को हल्के-हल्के परन्तु निश्चित रूप से छू रहे हैं या नहीं। बुशों के कोण को बदल देने से भी कुछ सहायता मिल सकती है। इस बात की जांच करने के लिए छोटी कीलों पर से बुशों को खोल लीजिए और उन्हें अंगुलियों से दबा कर इस प्रकार पकाड़िए कि वे दिक्परिवर्तक पत्रों को हल्के-हल्के छूते रहें। दोनों तार बराबर परस्पर समानान्तर रहें। अब किसी सहायक से कहिए कि वह धात्र को अपने हाथ से घुमाता रहे और आप बुशों की दिशा बदलते रहिए। उस स्थिति को देखिए जहा धात्र सबसे अधिक वेग से नाचता है और बुशों को उसी स्थिति में स्थिर करिए। थोड़े धैर्य से सफलता अवश्य मिलेगी और यह रोचक और शिक्षाप्रद खिलौना बनाने में आपको जो परिश्रम करना पड़ा होगा उसका आपको पूर्ण सन्तोष होगा।



घ. वैद्युत ऊर्जा से उष्मा और प्रकाश

1. वैद्युत ऊर्जा से उष्मा और प्रकाश कैसे पाए जाएं

इस अध्याय के खण्ड-ख का प्रयोग-24 देखिए।

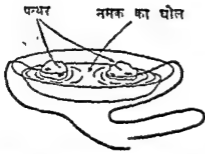
2. सरल धारा-नियन्त्रक बनाना

आगे बाने वाले कुछ प्रयोगों में आपको विद्युत्-धारा की सामर्थ्य को घटाने की आवश्यकता पड़ेगी।

परिपथ के किसी बिन्दु पर धारा को किसी मंद संवाहक द्वारा प्रवाहित करके धारा की सामर्थ्य घटाई जा सकती है। इस मंद संवाहक को प्रतिरोध (रेजिस्टेंस) या धारा-नियन्त्रक (रियोस्टेट) कहते हैं। कई तरह के धारा-नियन्त्रक बनाए जा सकते हैं। इनमें से जल धारा-नियन्त्रक से काम लेना आपके लिए अधिक सुगम होगा। पानी विद्युत् का मंद

संवाहक है। इसलिए विद्युत्-पथ के एक भाग का केवल जल होना धारा की सामर्थ्य को कम कर देगा। विसुद्ध जल द्वारा कुछ भी विद्युत् प्रवाहित नहीं हो पाती। पानी में नमक के कुछ कण डाल देने से पानी आपके काम के साधक हो जाएगा। फिर, नमकीन पानी में विद्युत् को जितना ही दूर चलना पड़ेगा, विद्युत् की सामर्थ्य उतनी ही अधिक घटेगी। इसलिए, यदि आप ऐसा उपाय कर सकें कि आप इस दूरी को इच्छानुसार घटा-बढ़ा सकें, तो आप प्रायःकतानुसार धारा को भी घटा-बढ़ा सकेंगे।

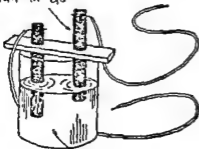
इस प्रकार के धारा-नियन्त्रक बनाने की एक सुविधाजनक रीति चित्र में दिखाई गई है। पायरेक्स कांच (अथवा माधारण कांच) या चीनी मिट्टी की धानी या गहरी तप्तनी सीजिए, जिनका व्यास 20 या 30 मीट्रिमीटर हो,



(चेतावनी : धातु की थाली या बरतन का उपयोग मत करिए) ।

डिब्बों के दो ढक्कन लीजिए, जो धातु के बने हों और जिनका व्यास लगभग 8 सेंटीमीटर हो । प्रत्येक के पार्श्व में एक छेद करिए और विसंवाहित तारों के साफ किए गए सिरों को उनमें जोड़ दीजिए । ये तार संयोजक का काम देंगे । इन ढक्कनों को एक-दूसरे से कुछ सेंटीमीटरों की दूरी पर रखिए और प्रत्येक में एक काफी भारी पत्थर रख दीजिए ताकि ढक्कन जहां रखे जाएं वहीं डूबे रहें । अब पिसे हुए साधारण नमक को चाय के चम्मच में समतल भर लीजिए और उसे दो लिटर पानी में घोलिए । इस घोल को थाली या तश्तरी में इतना डालिए कि दोनों ढक्कन पूर्णतया डूब जाएं । आपका जल धारा-नियन्त्रक तैयार है । आप इसे किसी भी परिपथ में डाल सकते हैं और केवल ढक्कनों के बीच की दूरी को बदल कर धारा की सामर्थ्य का इच्छानुसार नियन्त्रण कर सकते हैं । ढक्कनों को हटाने के लिए किसी विसंवाही पदार्थ का उपयोग करना चाहिए और पानी में हाथ नहीं डालना चाहिए । डिब्बे के ढक्कनों के बदले कार्बन की

कार्बन की छड़



नमक का घोल

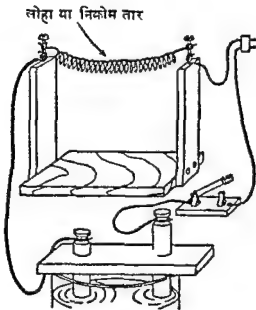
छड़ों का उपयोग किया जा सकता है, जैसा कि दूसरे चित्र में दिखाया भी गया है ।

3. तार को विद्युत् से गरम करके लाल करना

इस प्रयोग द्वारा आपको यह अध्ययन करने का अवसर मिलेगा कि विद्युत् द्वारा विविध प्रकार के तार किस प्रकार गरम किए जाते हैं । लकड़ी का एक आधार बनाइए, जिसकी पेदी 15×15 सेंटीमीटर की हो और जिसमें लगभग 20 सेंटीमीटर ऊंची दो खड़ी पट्टियां हों । इन पट्टियों के माथे में एक पेच या कील अंशतः घुसा दीजिए । अब संपिंलाकार तंतु (फिलामेंट) तैयार करने के लिए 30 से 24 तक का किसी भी नम्बर का लोहे का तार लीजिए, जो लगभग 1.5 मीटर लम्बा हो और पेंसिल पर उसकी तह लपेटिए । इसे खिसका कर पेंसिल से उतार लीजिए और पूर्वोक्त खड़ी पट्टियों में जड़े पेचों या कीलों के बीच इसे खींच कर बांध दीजिए । इसके लिए तार के सिरों को पेच या कील पर लपेट दीजिए । इसे एक जल धारा-नियन्त्रक और बल्बग्राही से संयोजित करिए, जैसा कि प्रयोग-2 में बताया गया है (परन्तु यह काम सावधानी से करिए) । ध्यान रहे कि साकेट के भीतर प्लग डालने से पहले (अर्थात् बिजली चालू करने से पहले) धारा-नियन्त्रक यथासम्भव अधिक खुला रहे अर्थात् जल में डूबे विद्युद्व दूर-दूर रहें । तब प्रतिरोध (रेजिस्टेंस) धीरे-धीरे कम करिए और देखिए कि किस प्रकार तार अधिकधिक गरम होता जाता है, यहां तक कि यह चटक लाल रंग का हो जाता है । अपने हाथ को तार के पास लाकर उसकी आंच को देखिए । कागज के टुकड़े या लकड़ी की सलाई से तार को छुइए । उसमें आग लग जाएगी । अब धारा को इतना बढ़ाइए कि तार जल या पिघल जाए ।

निक्रोम तार का एक टुकड़ा लीजिए और उसे लोहे के तार के स्थान पर लगा दीजिए । निक्रोम तार बही है जो हीटरों में लगता है । क्या जलने के पहले अन्य तारों की अपेक्षा यह अधिक गरम किया जा सकता है ?

क्या इस प्रयोग से आपको विद्युत् उष्मक (हीटर) की निर्माण-पद्धति के बारे में कोई संकेत मिलता है ?



4. विद्युत्-चाप उष्मक (ग्रॉक हीटर) बनाना

चमकीले-से-चमकीले जिस प्रकाश को हमें जानकारी है, वह 'विद्युत्-चाप' है। साथ ही यह मनुष्य को ज्ञात लगभग सबसे अधिक प्रचण्ड उष्मा का स्रोत भी है। कार्बन-दण्ड के सिरे पर सबसे अधिक चमकीला बिन्दु 3760 डिग्री सेंटीग्रेड के ताप पर पहुँच जाता है। खोलते पानी का ताप केवल 100 डिग्री सेंटीग्रेड है। 1535 डिग्री सेंटीग्रेड पर लोहा विघल जाता है।

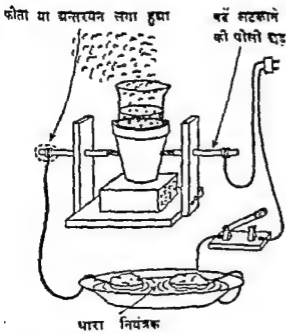
अवश्य ही आप भी विद्युत्-चाप उष्मक या भट्टी बनाना चाहेंगे, विशेषकर जब इसे बनाने में केवल पौधे वाले एक छोटे-गमले, टार्च के पुराने विद्युत् सेतो के दो कार्बन-दण्ड, धातु की दो नलिकाएँ जो पर्दा लटकाने की छड़ से काटी जा सकती है और लकड़ी के कुछ टुकड़ों की आवश्यकता पड़ती है।

एक साधारण 8 मीट्रीमीटर व्यास का पौधों वाला गमला लीजिए, जिस पर चमक वाला मसाला न चढ़ा हो। पेंदी से 2.5 मीट्रीमीटर से अधिक ऊँचाई पर ही दो छेद आमने-सामने करिए। यदि

आपके पास बर्मी न हो तो तिकोनी रेतों से भ्रया धातु की किसी भी नुकीली वस्तु से, ये छेद किए जा सकते हैं। जब आर-पार छेद हो जाएँ तब रेतों से या अन्य किसी उपयुक्त वस्तु से छेदों को सर्वत्र एक व्यास का कर दीजिए। ये छेद इतने बड़े रहें कि उनमें कार्बन-दण्ड सुगमता से घसे जाएँ। अब पर्दा टांगने की खोलनी छड़ से दो टुकड़े काटिए, प्रत्येक की लम्बाई लगभग 15 सेंटीमीटर हो। यदि धातु काटने का शोर कोई अच्छा साधन न हो तो पर्दे की छड़ को, जो बहुत पतली चादर की बनी होती है, चारों ओर तिकोनी रेतों से रेत कर सुगमता से तोड़ा जा सकता है। धातु की इन नलिकाओं में कार्बन-दण्डों को बस कर घुसा दीजिए। अब भट्टी के ये सब अवयव तैयार हो गए हैं जो धातु से बनते हैं।

इन भागों को यथास्थान पकड़ने के लिए एक कंकाल चाहिए। लगभग 15 × 15 सेंटीमीटर के पट्टे से पेंदी बनाइए और अगल-बगल लकड़ी की दो ऊर्ध्वाधर पतली पटरियाँ जड़ दीजिए, जो लगभग 15 सेंटीमीटर लम्बी हों। पेंदी पर आधी इँट या चपटा पत्थर रख दीजिए और उसके ऊपर पूर्वोक्त रीति से तैयार किए गए गमले को रखाए। काले ऐस्बेस्टस सीमेंट से यदि इँट को पेंदी पर चिपका दिया जाए और गमले को इँट पर, तो आपका उष्मक (हीटर) और भी सन्तोषप्रद हो जाएगा। यह सीमेंट लोहा या पाइप बंधने वालों की दुकान में मिलता है (काला ऐस्बेस्टस न मिश्रे तो ऐस्बेस्टस की चादर लेकर उसे इँट के ऊपर तथा नीचे रखा जा सकता है)। चिपकाने की रीति यह है कि घोंघा सीमेंट पेंदी में चुपड़ कर गमले को अपने स्थान पर दबा दिया जाए। यह पता लगाइए कि सड़ी लकड़ियों में किस ऊँचाई पर छेद किए जाएँ ताकि जब उनमें शोर गमले के छेदों में छड़ें डाली जाएँ तो दोनों छड़ें एक सीध में रहें। छेद इतने बड़े रहें कि उनमें धातु वाली नलिकाएँ सुगमता से आगे-पीछे खिसक सकें। इतना कर-चुक्ने पर छड़ों को छेदों में बाल दीजिए। तब आपकी भट्टी तैयार है।

भट्टी को परिपथ में बिजु में दिखाई गई विधि से जल धारा-नियन्त्रक और प्लाग से संयोजित करिए। प्रयोग घ-6, पृष्ठ 244 पर बताई गई विधि से चाप बनाइए। उनके सिरों पर विसवाही फीता (या रबड़) लपेटे बिना या हाथ में (रबड़ का) दस्ताना पहने बिना छड़ों को छूना या पकड़ना नहीं चाहिए। भट्टी पर काम करते समय गहरे रंग का चरमा पहन लेना अच्छा रहेगा।



5. विद्युत् सँकनी (टोस्टर) बनाना

आपको इस बात का पता लगाना होगा कि 24 नम्बर के निक्रोम तार के 5 मीटर के टुकड़े को (तनिक भी कम नहीं) पाव रोटी के एक टुकड़े के बराबर स्थान में किस तरह सुभीते से लगाया जाए। निक्रोम तार घर में व्यवहृत किए जाने वाले सभी विद्युत् यन्त्रों में लगा रहता है। एसा तार बिजली का सामान बेचने वालों को दुकान से मिल सकता है।

तार को सर्पिलाकार रूप में लपेटने का वंग चित्र में दिखाया गया है। 24 नम्बर के तार से 5 मीटर नाप का एक टुकड़ा लीजिए और उसे 5 मिलीमीटर व्यास की किसी छड़ पर सफाई से लपेटिए। तार को इस प्रकार लपेटिए कि फरे

एफ-दूसरे को छूते रहें। कहीं अन्तर पड़ जाए तो तार खिसका कर उसे ठीक कर दीजिए। नियमित रूप से सर्वत्र इसी प्रकार से तार लपेटा जाए। परन्तु प्रत्येक सिर पर लगभग 10 या 12 सेंटीमीटर तार अवश्य छोड़ रखना चाहिए। अब छड़ पर से खिसका कर कुडली को उतार लीजिए और इसे धीरे-से खींच कर इतना तानिए कि छोड़ने पर वह लगभग 75 सेंटीमीटर लम्बा सर्पिल बन जाए। अब सर्पिल के प्रत्येक सिर पर लगभग 10 सेंटीमीटर लम्बा तांबे का तार कस कर ऐंठ दीजिए। यह तार निक्रोम तार में उस स्थान पर ऐंठ कर लगाया जाए जहाँ से वह सर्पिल होना आरम्भ करता है। तांबे के ये तार बिजली से आने तथा ले जाने का काम करेंगे।

तंतु (निक्रोम तार) को लगाने के लिए इंजिन के पुर्जे बेचने वाली किसी दुकान से 30 सेंटीमीटर का वर्गाकार ऐस्वेस्टस बोर्ड लीजिए। पेंदी के लिए इसमें से 15×20 सेंटीमीटर का एक टुकड़ा काट लीजिए। बगलों के लिए 2.5×15 सेंटीमीटर की चार पट्टियाँ भी काटिए। दिखाई गई रीति से इनको जोड़िए। जोड़ने के लिए बर्मा से छद करके छोटे पेंचों का उपयोग किया जा सकता है, या उन्हें भट्टी के सीमेंट से जोड़ा जा सकता है। भट्टी के लिए बनाया गया ऐस्वेस्टस वाला सीमेंट बहुत अच्छा होता है। यह लोहा या पाइप बेचने वालों से मिल सकता है (भारत में यह कदाचित् ही कहीं मिले)। अब किसी पट्टे से एक टुकड़ा काटिए, जिसे पेंदी के नीचे जड़ा जा सके। ऐस्वेस्टस बोर्ड की 1 पट्टियाँ रख कर, ताकि बीच में हवा के लिए स्थान छूट जाए, ऐस्वेस्टस वाले बोल्ट को पट्टे पर जड़ दीजिए।

अब तंतु लगाइए। सामन वाले सिरों के पास बराबर दूरियों पर चार छेद करिए और पार वाले सिरों के पास तीन छेद बराबर दूरियों पर। इन छेदों में छोट पेंच कुछ दूर तक कस दीजिए। प्रत्येक पेंच लगभग 2.5 सेंटीमीटर लम्बा हो। सामने के पादरव में दो छेद कर दीजिए। इनमें से होकर

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

तांबे वाले तार जाएंगे। फिर, पैंदी के कोनों के पास दो पेच लगा दीजिए। इनमें तार बांधे जाएंगे। अब अपने तंतु (निक्रोम तार के सपिल) को चौकटे की पैंदी वाले पेचों पर लपेटिए और खींच कर तान दीजिए। प्रत्येक खण्ड में बराबर तार पड़ना चाहिए। प्रत्येक खण्ड को पेच की एक गरारी में इस प्रकार फंसा दीजिए कि सब तार पैंदी से लगभग 5 मिलीमीटर उठे रहें। तांबे के संयोगी पेचों (टर्मिनल्स) को उनके लिए बनाए गए छेदों द्वारा बाहर निकाल कर सिरों को उन पेचों पर लपेट दीजिए, जो उन्हें बांधने के लिए बनाए गए हैं। टोस्टर तैयार है, केवल अब एक जाली रखना शेष है जिस पर टोस्ट को रखा जाएगा। इसके लिए तार की एक ऐसी वर्गाकार जाली लीजिए जिसमें तार 1-1 सेंटीमीटर की दूरी पर हों अथवा रसोईघर से कोई छोटी जाली ले लीजिए।

संयोजक तार के लिए शायद आपको बिजली की इस्त्री का टूटा हुआ तार मिल सके। तार के सिरों से विसंवाही पदार्थ हटा कर उन्हें बन्धन पेचों पर लपेट दीजिए। तार के दूसरे सिरे पर लगे प्लग को किसी साकेट में खोस दीजिए या अनुकूलक द्वारा लैम्प होल्डर में लगा दीजिए और

टोस्ट सेंकना या रसोई पकाना या आहार गर्त करना इच्छानुसार आरम्भ कर दीजिए।

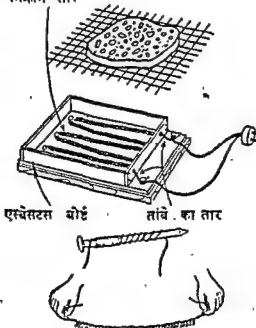
6. आर्क लैम्प बनाना

विद्युद्बल बनाने के लिए टार्च की पुरानी बटरियों से कार्बन ले लीजिए। इन कार्बनों को नमकीन पानी वाले जल धारा-नियन्त्रक और दो तार वाली साधारण बिजली की डोर (फ्लेक्स) से संयोजित करिए। बिजली की इस्त्री का पुराना फ्लेक्स तार मिल जाए तो एक सिरे से विसंवाही पदार्थ हटाने से वह अच्छा काम देगा। धारा-नियन्त्रक की प्लेटों को एक-दूसरे से दूर रख कर प्लग को साकेट में लगाइए।

अब लकड़ी की चुटकियों (कपड़े टांगने की विलपों) से कार्बनों को उठाइए, प्रत्येक हाथ में एक चुटकी पकड़िए अथवा सूले भारी दस्ताने (या रबर के दस्ताने) पहन कर अंगुलियों से उठाइए। (चेतावनी : कार्बन-दण्डों को नंगी अंगुलियों से कभी मत उठाइए, जानते हैं क्यों ?) कार्बनों की नोकों को हल्के-से एक-दूसरे से छुआ दीजिए और किसी से कहिए कि वह धारा-नियन्त्रक के निरोध को धीरे-धीरे कम करता जाए। धारा-नियन्त्रक की प्लेटों को कभी इतना समीप न लाया जाए कि वे एक-दूसरी को छू दें। क्यों ?

कार्बनों को छुआने के बाद ही उनको जल अलग कर दीजिए। जब तक धारा-नियन्त्रक का निरोध कम होता रहे तब तक इस क्रिया को बार-बार दोहराइए। प्रत्येक बार जब आप कार्बनों को अलग करेंगे तो सिरे नमकने लगेंगे और सफेद रोदानों की दमक दिखाई पड़ेगी। (चेतावनी : प्रयोग के इस अंश को करते समय गाढ़े रंग का चरमा पहनना आवश्यक है)। जब इस प्रकार दमक निकलने लगे तब धारा-नियन्त्रक की प्लेटों को कुछ और समीप लाकर धारा को थोड़ा और नी बलवती कर दीजिए। तब कार्बनों के बीच में लगभग 3 मिलीमीटर का स्थान छोड़ कर उनको अपनी जगह पर पकड़े रहिए। आपको एक बहुत स्थिर और चमकीला प्रकाश

निक्रोम तार



दिखाई देगा। जब तक सफलता न मिले भ्रम्यास करते रहिए।

अब आपने विद्युत् से बहुत प्रचण्ड प्रकाश उत्पन्न कर लिया है। क्या दोनों में से कोई काबैन

विद्युत् के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

जलता जा रहा है ? बिजली काबेनों के बीच के स्थान को कैसे पार करती है ? क्या इस प्रकार लैम्प द्वारा घरों में प्रकाश किया जा सकता है ?

प्रकाश के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

क. प्रकाश सीधी रेखा में चलता है

1. पदचिह्न बनाना

धूल से ढकी कच्ची सड़क पर, या नदी अथवा समुद्र के किनारे बालू पर खड़े हों। अपनी दृष्टि किसी दूरस्थ वस्तु पर स्थिर रखिए और ठीक उसकी ओर बराबर चलते रहिए। अपने पदचिह्नों को देखिए। आपको पता चलेगा कि आप एक सीधी रेखा में चल रहे थे।

2. डोर का प्रयोग

एक डोर लीजिए, जो कम-से-कम 25 मीटर लम्बी हो। डोर के एक सिरे को किसी खम्भे या वृक्ष से बांध दीजिए। डोर को खींच कर तानिए और उसे अपनी आंख के पास रखिए। डोर की ही दिशा में देखिए, तो आपको वही वस्तु दिखाई पड़ेगी जिसमें डोर बांधी है। अब डोर की दिशा छोड़ किसी अन्य दिशा में देखिए, तो आपको वह वस्तु दिखाई नहीं पड़ेगी। इससे पता चलता है कि प्रकाश ऐसी वस्तुओं से आंच तक सीधी रेखा में आता है।

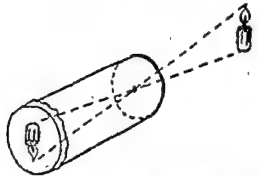
3. फाड़ों की सहायता से प्रयोग करना

गत्ते के चार टुकड़े काटिए, प्रत्येक लगभग 10 सेंटीमीटर वर्ग का हो। उन्हें लकड़ी की छोटी इष्टिकाओं पर कील से जड़ दीजिए ताकि उन्हें खड़ा रखा जा सके। प्रत्येक गत्ते में ठीक एक ही स्थान पर एक छोटा छेद कर दें ताकि गत्तों को खड़ा करके एक सीध में लगाया जाए तो आप चारों छेदों के पार सीधे-सीधे देख सकें। गत्त एक-दूसरे से लगभग 30 सेंटीमीटर की दूरी पर रहें। एक मोमबत्ती को इस प्रकार रखिए कि चारों छेदों द्वारा देखने पर वह दिखाई पड़े। अब एक गत्ते को पंक्ति से थोड़ा एक ओर खींच दीजिए और छेदों द्वारा मोमबत्ती को देखने की चेष्टा करिए।

क्या आप उसे देख सकते हैं? क्यों? इससे क्या पता चलता है?

4. सूई-छिद्र कैमरा

एक डिब्बे की पेंदी में महीन छेद करके धीरे-धीरे प्रतिबिम्ब को पतंग वाले पतले कागज पर ग्रहण करके सरल सूई-छिद्र कैमरा बनाया जा सकता है। इस कैमरे की सहायता से किसी अन्य कमरे में मोमबत्ती के प्रतिबिम्ब को देखिए। आप कैसा प्रतिबिम्ब देखते हैं? इससे यह किस प्रकार सिद्ध होता है कि प्रकाश सीधी रेखाओं में चलता है?



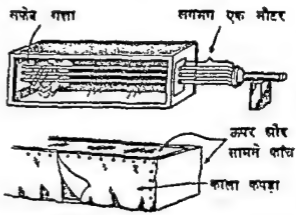
5. प्रकाश की किरणों के अध्ययन के लिए धूम्र-पेटिका बनाना

लगभग 30 सेंटीमीटर चौड़ी और लगभग 60 सेंटीमीटर लम्बी काठ की पेंटी लीजिए या बनाइए। पेंटी की ऊपरी ओर सामने की लिङ्कियों में बाँध लगाइए। पीठ को घुला ही छोड़ दीजिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, परन्तु गत्तों एक काला कपड़ा लगा दीजिए, जो पर्दों की तरह लटका रहे। इस पर्दे को दो भाग करके लटकाइए ताकि वे पेंटी के मध्य में लगभग 10 सेंटीमीटर तक एक-दूसरे पर चढ़े रहें। पेंटी के भीतरी भाग को पतल-रहित कागज रंग से रंग दीजिए। ऊपरी दीवार

घोर पेंदी के हिसाब से बीच में, परन्तु कांच वाले भाग से केवल 8 या 10 सेंटीमीटर हट कर एक सिरे में, एक खिड़की काटिए, जो लगभग 10 सेंटीमीटर लम्बी और 5 सेंटीमीटर चौड़ी हो। यह प्रकाश-किरणों के भीतर जाने के लिए है। आप इस खिड़की को ऐसे गत्तों से ढक सकते हैं जिनमें विविध प्रकार के छेद हों। गत्तों को अंगुष्ठ कीलों से टिकाइए।

अब पहले प्रयोग वाले काले गते का एक टुकड़ा काटिए, जिसमें तीन छेद बराबर दूरियों पर हों। इन छेदों का व्यास लगभग 5 सेंटीमीटर हो। इसे खिड़की पर अंगुष्ठ कीलों से टिका दोजिए। पेटो में घुआं भर दोजिए। घुआं सुलगते चीयड़ों, धूप-बत्तियों या सिगरेटों से उत्पन्न किया जा सकता है। इन्हें तश्तरी में रख कर पेटो के भीतर एक कोने में रख देना चाहिए। अब खिड़की से लगभग

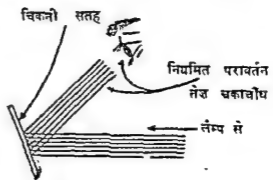
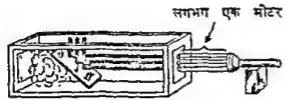
एक मीटर की दूरी पर एक टार्च रखिए। टार्च को इस प्रकार फोकस करिए कि उससे समानान्तर किरणें निकल कर खिड़की के छेदों में जाएं। पेटो के भीतर प्रकाश की किरणों को देखिए, जो कि घुए के कारण दृष्टिगोचर हो जाती है। क्या यह प्रयोग सिद्ध करता है कि प्रकाश सीधी रेखाओं में चलता है ?



ख. प्रकाश का परावर्तन

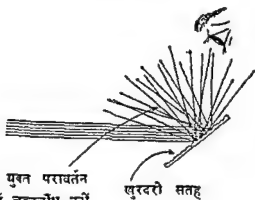
1. धूम्र-पेटिका द्वारा नियमित परावर्तन
 धूम्र-पेटिका में घुआं भरिए। पिछले प्रयोग की तरह तीन छेदों पर टार्च का प्रकाश फेकिए। अब बक्स के भीतर एक समतल दर्पण रख दोजिए और देखिए कि दर्पण से परावर्तित होने पर भी किरणें किस प्रकार सुस्पष्ट ही रहती हैं। जब प्रकाश की किरणें इस प्रकार बिना मिले परावर्तित होती हैं तो उन्हें 'मथानियम परावर्तित' कहा जाता है।

पूर्वोक्त कांच पर सरेस या खड़ के छल्लों से चिपका दोजिए। इसे धूम्र-पेटिका के भीतर रख कर टार्च की किरणावली में डालिए और परिणाम देखिए।



2. धूम्र-पेटिका द्वारा विसरणयुक्त परावर्तन
 कांच की चादर पर स्वच्छ सेलोफेन (पारदर्शक प्लास्टिक) का एक टुकड़ा रखिए और उसे इस्पात के धूए से रगड़ कर खुरदरा कर दोजिए, यहां तक कि बहू सब जगह समान रूप से चमक-रहित हो जाए। खुरदरे किए गए सेलोफेन को

पिछले प्रयोग के मथानियम परावर्तन में इसकी तुलना करिए। जब प्रकाश किसी अनियमित तल से परावर्तित होकर बिखर जाता है, तो उसे विस्तृत या विसरणयुक्त परावर्तन कहते हैं। अपनी आंख को दर्पण से परावर्तित किरणों की सीध में रखिए। खुरदरे किए गए सेलोफेन परावर्ती का उपयोग करके प्रयोग को दोहराइए। परिणाम को देखिए और अन्तर का वर्णन करिए।



विसरण युक्त परावर्तन
आंशों में वक्राचोप नहीं

3. रवड़ की गेंद द्वारा परावर्तन

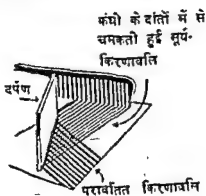
किसी तल (फर्श या दीवार) पर रवड़ की गेंद को सीधा और तिरछा मार कर देखिए कि उस परावर्ती तल से गेंद कैसे परावर्तित होती है। जिस कोण पर गेंद तल पर आघात करती है और जिस कोण पर वह परावर्तित होती है, उन दोनों को आंकने और उनकी तुलना करने की चेष्टा करिए।

4. दर्पण द्वारा परावर्तन

किसी दर्पण को फर्श पर ऐसी जगह रखिए जहाँ उस पर सूर्य की किरणावली पड़े और परावर्तित हो सके। दर्पण के उस स्थान पर, जहाँ किरणावली पड़ती है, एक सीक खड़ी करिए। आने वाली किरणों और सीक के बीच के कोण की तुलना परावर्तित किरणों और सीक के बीच के कोण से करिए।

5. परावर्तित प्रकाश-किरणावली बनाना

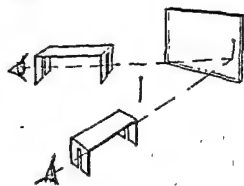
सफ़द गत्ते पर एक कंधी रखिए और गत्ते पर सूर्य-किरणावली पड़ने दीजिए। गत्ते को इस



प्रकार तिरछा करिए कि कंधी के दांतों की परछाईयां कई सेंटीमीटर लम्बी हो जाएं। तब किरणों के मार्ग में एक दर्पण तिरछा रखिए। आप देखेंगे कि दर्पण पर पड़ने वाली रश्मियां एक ही कोण पर परावर्तित होती हैं। दर्पण को घुमाइए और देखिए कि परावर्तित किरणें भी किस प्रकार घूमती हैं।

6. परावर्तित प्रकाश के अध्ययन के लिए विना-दर्शी पीठिका बनाना

यद्यपि आजकल पिनों द्वारा प्रकाश का अध्ययन नहीं किया जाता है तो भी इस रीति से सही-सही परिणाम प्राप्त किए जा सकते हैं। इस प्रयोग को करते समय नीम्नलिखित लोगों को इसलिए भ्रम हो जाता है कि पिन वस्तु के रूप में भी प्रयुक्त होते हैं और किरणों के मार्ग झंझित करने के लिए भी। यह भ्रम इस प्रकार दूर हो सकता है कि प्रथम प्रयोगों में दूरदर्शी पीठिकाओं का उपयोग किया जाए। टीन के 12×1.5 सेंटीमीटर के एक टुकड़े को मोड़ कर पीठिका (छोटा पीड़ा) का रूप दे दीजिए। मुड़ने पर पीठिका के पाए टीन के किनारे बन जाते हैं। प्रत्येक पाए पर लोहे से चौर लगा देना चाहिए। वस्तु के लिए पिन का इस्तेमाल करिए और इसके प्रतिबिम्ब की दिशा को इन चौरों में से देखिए। तब सिल से रेखाएं खींच कर प्रकाश-पथ का पता लगाइए।

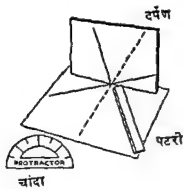


7. परावर्तन के नियम

कागज़ पर एक बिन्दुमय रेखा पट्टी की महायता से खींचिए। फिर इससे किसी भी कोण

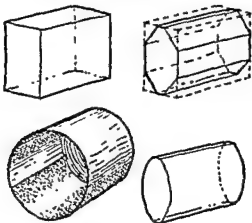
पर एक रेखा खींचिए। जहाँ ये दोनों रेखाएँ मिलती हैं, वहाँ पर एक छोटे दर्पण को खड़ा करिए। दर्पण को घुमा कर ऐसी स्थिति में लाइए कि बिन्दुमय रेखा का प्रतिबिम्ब असानी बिन्दुमय रेखा की ठीक सीध में आ जाए। अब दर्पण में देखिए और दूसरी रेखा के प्रतिबिम्ब की सीध में अपनी पट्टी का एक किनारा रख दीजिए। इस रेखा को पेंसिल से खींचिए और बिन्दुमय रेखा के दोनों ओर बने कोणों को चांदे से नापिए।

इस प्रयोग को कई बार दोहराइए। प्रत्येक बार कोण की नाप को बदल दीजिए। इसमें यह परिणाम निकलना चाहिए कि प्रकाश सदा उभी, कोण पर परावर्तित होता है, जिस (कोण) पर वह दर्पण पर पड़ता है।



8. किरण-पेटिका के लिए बेलनाकार लैन्स बनाना

पर्सक्स या ल्यूसाइट नामक पारदर्शी प्लास्टिक का एक टुकड़ा लीजिए, जो $5 \times 3 \times 6$ सेंटीमीटर का हो। इसके किनारों को रेती से रेत डालिए।



एक गोल (बेलनाकार) डिब्बा लीजिए। उसकी पाखंड दीवारों के भीतर की ओर सरस से एमरी कागज की एक नह चिपका दीजिए। इसी पर प्लास्टिक को रगड़ कर धिस लीजिए।

अन्त में धातु-पालिश और रूई से पालिश करिए।

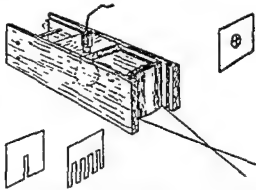
9. प्रकाश-किरणवाली के लिए किरण-पेटिका बनाना

ऊपर बताया गए बेलनाकार लैन्सों का उपयोग किरण-पेटिका में भी किया जा सकता है। इस उपकरण में लकड़ी की दो पटरियाँ होती हैं। प्रत्येक का नाप 22×6 सेंटीमीटर होता है। इनको लम्बे काबले या छड़ (नम्बर 2 वी ए) की सहायता से एक-दूसरे के समानान्तर रखा जाता है। इस बक्स में पेंदी नहीं होती और प्रयोग करते समय इसे ड्राइंग बोर्ड पर पिन से लगाए कागज पर रख दिया जाता है। प्रकाश मोटरकार के 12 वोल्ट 24 वाट वाले बल्ब में फेंका जाता है। लैम्प होल्डर में पीतल की एक नलिका जोड़ दी जाती है। इस नलिका को एक लकड़ी में कस दिया जाता है और वह लकड़ी पूर्वोक्त बक्स के ऊपरी भाग में (या माथे में बने खांचे में) खिसकती है। लैन्स के सामने का खांचा, पर्दा या (रंगीन) छानना (फिल्टर) लगाने के लिए होता है। सिरी वाले कार्ड से संकरी किरणें मिलती हैं और रंगसाज की धारी डालने वाली कंधी से किरणवाली। स्नाइडर की स्थिति में फेर-बदल करके अभिसारी, समानान्तर अथवा अपसारी (कन्वर्जेंट, पैरेलल या डाइवर्जेंट) किरणवालियाँ प्राप्त की जा सकती हैं। समतल दर्पण की कतरनें, कांच की इष्टिकाएँ और त्रिपाद्वं (प्रिज्म) का उपयोग करके किरण सम्बन्धी सभी माधारण प्रयोग किए जा सकते हैं। टॉन के बक टुकड़े से किरण-वक्र (कॉन्वैक) भी दिखाया जा सकता है।

लैन्सों और दर्पण सम्बन्धी प्रयोगों में लैम्प को यथासम्भव नीचे ही दबा रखना चाहिए ताकि प्रकाश रखावट के ऊपर में होकर न जा

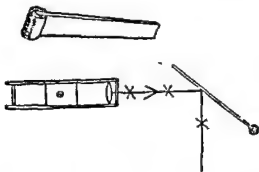
विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

मके। लैन्स के सामने अगर एक ऐमा काँड़ लगा दिया जाए, जो छिद्रयुक्त हो और जिसके आर-पार (काम) तार लगे हों तो उपकरण प्रकाश-पिण्ड (ऑप्टिकल बैंच) सम्बन्धी प्रयोगों में प्रकाश-स्रोत का भी काम दे सकता है।



10 किरण-पेटिका को सहायता से परावर्तन नियमों का ज्ञान

दर्पण की पट्टी को एक ऐसे कागज की सहायता से, जिसके एक ओर एक खाचा कटा हो, अथवा कागज दवाने की कमानीदार विलप से, ऊर्ध्वाधर खड़ा करिए। प्रकाश की किरणावलियों को कागज पर स्वस्तिक चिह्नों से अंकित करिए। इन चिह्नों को पेंसिल को रेखाओं से मिला कर आपाती तथा परावर्ती किरणें प्राप्त की जा सकती हैं और अभिलम्ब (नार्मल) को ज्यामितीय रीतियों से स्वीचा जा सकता है।



11. छड़ी और दर्पण

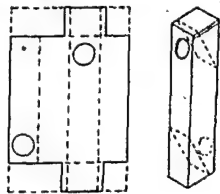
एक दर्पण को किसी पट्टी के निचे पर चुटकियों से जड़ कर लगा दीजिए। किसी दरवाजे को भाड़ में खड़े हो जाइए और दर्पण को दरवाजे के बाहर निकाल लीजिए। बताइए कि परावर्तित

प्रकाश की सहायता से आप भाड़ में पड़ने वाली वस्तुओं को कैसे देख सकते हैं।



12. परिवर्शी (पेरिस्कोप) का मॉडल बनाना

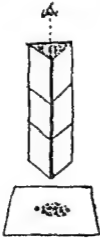
पोस्ट-काँड़ की लम्बी भुजा पर दो-दो सेंटीमीटर की दूरी पर तीन समानान्तर चौर लगाइए। (ये चौर इतने गहरे न हों कि पोस्टकाँड़ आर-पार कट जाए)। चारों कोनों से 2 सेंटीमीटर चौड़े टुकड़े काट कर निकाल दीजिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है और तब काँड़ को मोड़ कर आयताकार बक्स बना लीजिए। दिखाए गए स्थानों में काग-छेदक (कार्ड-बोरर) द्वारा गोल छेद कर दीजिए। बक्स के भीतर इन छेदों के विल्कुल सामने दर्पण के छोटे टुकड़े (45° पर) चिपका दीजिए। चिपकाने के लिए प्लास्टि-मोन या गोद लगे कागज का उपयोग करिए।



13. चतुरूपदर्शी बनाना

दर्पण के दो टुकड़े लीजिए। प्रत्येक तगमग 10 × 3 सेंटीमीटर हो। गते या एक उतना ही बड़ा टुकड़ा भी लीजिए। तीनों को खड़े के छाने या गोद लगे कागज में बांध दीजिए। इस प्रकार

जो त्रिभुजाकार त्रिपाश्वर्ब बनें, उसके भीतर अक्ष की दिशा में देखिए। इसके द्वारा आप जो भी वस्तु देखेंगे उसका एक नियमित रूप होगा। यदि पालिश किया कांच न मिले तो साधारण कांच की पीठ पर काला रंग लगा कर भी काफी हद तक सफलता पाई जा सकती है।



14. बोहरा परावर्तन

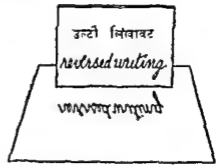
गत्ते के छोटे बक्स के एक सिरे में लगभग एक सेंटीमीटर चौड़ी एक झिरी काटिए। ध्यान रहे कि यह छिद्र बक्स की पेंदी तक पहुंच जाए। बक्स को करवट के बल रख दीजिए। बक्स को इस प्रकार व्यवस्थित करिए कि धूप की किरणावली बक्स की पेंदी पर पड़े। चित्र देखिए (अप बातें चित्र से स्पष्ट हैं।)



15. उल्टी लिखावट

सादे कागज के नीचे एक कार्बन पेपर इस तरह रखिए कि उसकी कालिख लगी सतह ऊपर रहे। कागज पर कुछ लिखिए। कार्बन के दूसरी तरफ उल्टी लिखाई दिखाई पड़ेगी। इस उल्टी लिखावट को दर्पण के सामने रख कर पढ़िए।

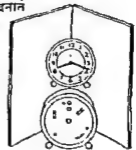
दर्पण की ओर देखते हुए कागज पर कुछ लिखिए और पेंसिल की गतिविधि पर ध्यान दीजिए।



16. घड़ी का मुह और दर्पण

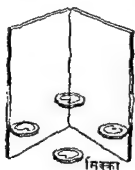
दो दर्पणों को इस प्रकार खड़ा करिए कि वे एक-दूसरे से समकोण बनाएं और उनके कोर एक-दूसरे को छूते रहे। इन कोरों को फीता चिपका कर जोड़ा जा सकता है। इन दर्पणों के सामने एक अलार्म घड़ी रखिए। इसके मुख की खड़ी मध्य रेखा दर्पणों के कोण के संगम पर रहे। प्रतिबिम्ब को ध्यान से देखिए और उसकी तुलना केवल एक दर्पण से बने प्रतिबिम्ब से करिए।

समकोण बनाने
हुए दर्पण



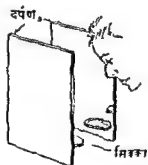
17. परावर्तन द्वारा रपया बनाना

दो दर्पणों की कोरों पर फीता चिपका कर उन्हें चित्र में दिखाई गई रीति में सजा करिए। दर्पणों के बीच एक सिक्का रख दीजिए और देखिए कि कितने प्रतिबिम्ब बनते हैं। दर्पणों के बीच के कोण घटाने-बढ़ाने से प्रतिबिम्बों की संख्या घटाई-बढ़ाई जा सकती है या नहीं। दर्पणों के बीच जलती हुई मोमबत्ती रख दीजिए और प्रतिबिम्बों को देखिए।



18. समानान्तर दर्पणों द्वारा परावर्तन

दो दर्पणों को मर के बल खड़ा करिए। उनके परावर्तक लेंस एक-दूसरे के समानान्तर रहें। दर्पणों के बीच कोई मिक्का या जलती हुई मोमबत्ती रखिए। एक दर्पण की ओर देखिए कि उसमें कितने प्रतिबिम्ब बनते हैं। दूसरे दर्पण की ओर देखिए।



19. किरण-पेटिका से अथवा तल (कान्केव) दर्पण द्वारा परावर्तन

ऊपर के प्रयोग-9 के लिए बनाई गई किरण-पेटिका का उपयोग करिए। वृत्ताकार मोड़ी गई टिन की पट्टी अथवा चूड़ी के टुकड़े का संग्रहान्तर, उस पर प्रकाश की समानान्तर किरणावली फेंक कर, सीधे नापा जा सकता है।



20. उत्तल (कान्केव) तल द्वारा परावर्तन

एक उत्तल दर्पण, उदाहरणार्थ मोटरकार के महगाई पर लगाया जाने वाला दर्पण, लीजिए। इसको किरण-पेटिका में लगाइए और परावर्तित की गई प्रकाश-किरणों को देखिए। समतल दर्पण तथा अवतल द्वारा किए गए परावर्तन से इसको तुलना करिए।



ग. प्रकाश का वर्तन और उसके उपयोग

1. छड़ी मुड़ी-सी लगती है

पानी में भरे कांच के किमी लम्बे बरतन में एक छड़ी इस प्रकार रखिए कि उसका एक भाग बाहर निकला रहे। देखिए कि छड़ी कहां पानी में घुमती है और कहां पर मुड़ी हुई जान पड़ती है। जब प्रकाश की किरणें पानी में बाहर निकलती हैं तो वे वर्तित हो जाती हैं, अर्थात् मुड़ जाती हैं। पानी की अपेक्षा हवा में प्रकाश अधिक वेग से चलता है और इसलिए जब वह एक माध्यम में दूसरे में प्रवेश करता है तो कुछ मुड़ जाता है।

2. प्रकाश की किरणावली में वर्तन (रिफ्रैक्शन) होना

एक गिन्नाम पानी में दूध की दो-चार बूँदें

डाल दीजिए ताकि वह धुंधला हो जाए। काले कागज या गत्ते में एक छोटा छेद करिए। गिन्नाम को घुप में रखिए। गत्ते को गिन्नाम के सामने रखिए तो चायको छेद द्वारा किरणावली निकलनी हुई दिखाई देगी। गत्ते को ऐसी स्थिति में रखिए कि छेद जल के स्तर में थोड़ा-सा नीचे रहे और पानी में किरणावली की दिशा देखिए। अब गत्ते को इतना ऊंचा उठा दीजिए कि किरणावली पानी के तल पर पड़े और तब किरणावली की दिशा देखिए। प्रयोग द्वारा यह पता लगाइए कि वह कोण, जिस पर किरणावली पानी पर पड़ती है, किन प्रकार पानी के भीतर किरणावली की दिशा पर प्रभाव डालता है।

प्रकाश के अध्ययन के लिए प्रयोग और नामग्री

काले कागज़ का टुकड़ा

जिसके बोन में छेद हो

पानी के तल
के ऊपर छेद

पानी के तल
के नीचे छेद



3 बून्द-
दूध से मिला
पानी का गिलास

3 वर्तन-बोतल बनाना

दवा की शीशी को बाहर में सर्वप्र काले रंग से रंग दीजिए। एक पार्श्व पर वृत्त खींच कर उसके भीतर के रंग को छुड़ा दीजिए। अब शीशी में इतना पानी भरिए कि उसका तल ठीक वृत्त-केंद्र के स्तर तक पहुंचे। शीशी के ऊपरी भाग पर कहीं से रंग हटा दीजिए और उससे टार्च का



प्रकाश भीतर फेंकिए। अगर पानी में दूध की एक बूंद डाल दी जाए तो किरणावली अधिक स्पष्ट दिखाई पड़ेगी। अब आयतन कोण और वर्तन-कोण को चांदे से नापिए।

4. धूम्र-पेटिका द्वारा वर्तन बिलाना

धूम्र-पेटिका की सिड़की पर (प्रयोग क-5) एक काला गत्ता जड़ दीजिए और उसमें 8 मिलीमीटर का एक ही वर्गाकार छेद कर दीजिए। पहले के प्रयोगों की तरह टार्च से धूम्र-पेटिका के भीतर किरणावली फेंकिए। एक बड़ी चौकोर बोतल को पानी से भरिए और उसमें दूध की दो-चार बूंदें या एक चुटकी भर मैदा या स्टार्च डाल कर पानी को घुसला कर दीजिए।

बोतल में काग लगा दीजिए। पेटिका को धुए में भर दीजिए। बोतल को किरणावली में समकोण पर रखिए और पानी में किरणों की दिशा देखिए। फिर किरणावली के सापेक्ष बोतल को विविध कोणों पर तिरछा करिए और देखिए कि बोतल के भीतर प्रकाश की दिशा पर क्या प्रभाव पड़ता है।



5. वर्तन की सहायता से अदृश्य सिक्के को देखना

मेज पर चाय की प्याली रखिए और उसकी पेदी में एक सिक्का रखिए। इतनी दूर हट जाइए कि सिक्का प्याली की बारी की ओट में हो जाए। वही खड़े होकर देखते रहिए और किसी से कहिए कि वह भावधानी से प्याने में कुछ पानी डाल दे। सिक्का अपने स्थान से हटने न पाए। आप क्या देखते हैं? इसका क्या कारण है?

6. प्रकाश की किरणों पर त्रिपार्श्व (प्रिज्म) का क्या प्रभाव पड़ता है

धूम्र-पेटिका को उसी तरह काम में लाइए जिस तरह ऊपर के प्रयोग-4 में लाया गया था। कांच का त्रिपार्श्व लेकर उम पर प्रकाश की एकल किरणावली डालिए और देखिए कि किरणों का वर्तन किम प्रकार होता है।

7 प्रकाश-रश्मियों पर लेंसों का प्रभाव पड़ता है

इन प्रयोगों के लिए आप पुरानी ऐनकों के तथा पुगने प्रकाश-यन्त्रों के लेंसों का उपयोग कर सकते हैं, या पढ़ने के काच (रीडिंग ग्लास) के लेंस या हस्त आवर्धक (हैंड मैग्निफायर) भी मांग ले सकते हैं।

धूम्र-पेटिका की सिड़की पर एक काला गत्ता लगाइए और उममें तीन छेद कर दीजिए। ये छेद बराबर दूरियों पर (एक मोधी रेखा में) रहें, परन्तु दोनों बाहरी छेदों के बीच की दूरी आपके लेंस के व्यास से थोड़ी कम रहे। टार्च से प्रकाश उर्मी प्रकार फेंकिए जैसे कि पहले के प्रयोगों

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

में किया गया था। पेंटिका में धुआँ भर दीजिए। लैन्स को तीनों किरणावलयों के मार्ग में इस प्रकार रख दीजिए कि मध्य किरणावली लैन्स के केन्द्र पर पड़े। प्रकाश से उल्टी और लैन्स के पार की किरणावलयों पर ध्यान दीजिए। उन पर क्या प्रभाव पड़ा है ?

इस प्रयोग को देहराए परन्तु इस बार डिक् अवतल (डवल कान्केव) लैन्स लीजिए। इस प्रयोग से आपको जो बातें मालूम हों, उनकी तुलना ऊपर के प्रयोग-6 के परिणामों से करिए। दोनों डिक् उत्तल लैन्सों को दो त्रिपादवें मानिए, जिन्हें पेदी से मटा कर रखा गया हो और डिक् अवतल लैन्स को चोटी में सटा कर रखा गया त्रिपादवें समझिए।

8. लैन्स किस प्रकार वस्तु को बड़ा कर दिखाते हैं

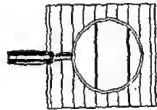
एक पेंसिल (या अपनी अंगुली) को पानी के गिलास में डालिए और उसे बगल से देखिए। क्या वह बड़ी दिखाई पड़ती है ? मछलियों के काँच वाले गोल मटके में मछलियों को ऊपर से और फिर बगल में देखिए। क्या मटके और पानी के भीतर से देखने पर मछली बड़ी दिखाई पड़ती है ? गोल अमृतदानों में तेल में डूबे हुए आमों या शीरे में डूबे हुए आमों को देखिए। क्या वे बड़े दिखाई पड़ते हैं ? काँच की स्वच्छ गोलियाँ भी लैन्स की तरह काम करती हैं।



9. लैन्स की आवर्धन-क्षमता को मापना

रेखांकित (इलुस्ट्रार) कागज के ऊपर किसी हस्ता आवर्धक लैन्स को फोकस करिए। लैन्स

द्वारा जो रेखाएँ दिखाई दें, उनके बीच के एक स्थान की तुलना लैन्स के बाहर दिखाई पड़ने



वाले स्थानों से करिए। चित्र में दिखाया गया लैन्स तिगुना आवर्धन करता है।

10. उत्तल लैन्स किस प्रकार चित्र-प्रतिबिम्ब बनाता है

किसी कमरे की खिड़कियों में से एक को छोड़ कर शेष सबको बन्द कर दीजिए। किसी छात्र से कहिए कि वह लैन्स को खिड़की के पास पकड़े रहे, लैन्स के अभिलम्ब (नार्मल) को दिशा बाहर के दृश्य की ओर रहे। एक सफेद कागज को लैन्स के समानान्तर रखते हुए धीरे-धीरे लैन्स के समीप लाइए। एक ऐसी स्थिति आएगी जब कागज पर बाहरी वस्तु का स्पष्ट प्रतिबिम्ब बन जाएगा। प्रतिबिम्ब की क्या स्थिति है और क्यों ?

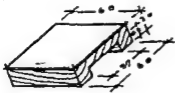


11. लैन्सों के अध्ययन के लिए एक सरल उपकरण बनाना

प्रकाश-मीठ (आप्टिकल बैंच) बनाने के लिए केवल किसी मजबूत तल, दर्पणों और लैन्सों को पकड़ने की किसी युक्ति और दूरी नापने की किसी सुगम रीति की आवश्यकता है।

उपकरण की नींव बनाने के लिए मीटर के पैमानों को बैंच पर चपटी और सं रख दीजिए।

दर्पण आदि पकड़ने के लिए लकड़ी की इष्टिकाएं लीजिए और उनकी पेंदियों में पट्टी के नाप के अनुसार खांचे काटिए। इष्टिका पर सरस से काग अथवा नरम गत्ते की एक तह चिपका देने से पिन खोंसने में सुविधा रहती है; ये पिन वस्तु अथवा खोज-पिनों (सर्वे पिनस) का काम देती हैं। एक किनारे टीन की कतरनों को पेच से कस देने पर इष्टिकाएँ अच्छी लैन्स-याही बन जाती हैं। इष्टिका के ऊपरी किनारे में एक खांचा बना देने से लैन्स को अपने स्थान में टिका रहने में सहायता मिलती है और टीन पर रखे नलिका से काट कर छोटा छल्ला चढ़ा देने से इष्टिका की पकड़ने की शक्ति बढ़ जाती है।

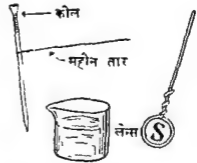


प्रकाश-स्रोत और पदों के लिए टार्च के बल्बों और काठों से काम चलाया जा सकता है। उन्हें इष्टिकाओं पर लगा देना चाहिए। इस यन्त्र के कई-एक सेट बनाने चाहिए ताकि छात्र व्यक्तिगत रूप से लैन्स सम्बन्धी प्रयोग कर सकें। खांचा बनाने के लिए इष्टिकाओं में भारी से दो चीर लगाइए और तब रुखानों का प्रयोग करिए।

इस उपकरण की महायता से व्यतिकरण (इंटरफिरेन्स) और विवर्तन (डिफ्रैक्शन) तथा अन्य विषयों पर भी अनेक प्रयोग किए जा सकते हैं।

12. एक सरल सूक्ष्मदर्शी

कील पर एक बार ताबे का तार लपेट कर फन्दा बनाइए। फन्दे को पानी में डुबा कर बाहर निकाल लीजिए और उसके भीतर से देखिए। आरम्भ में इसी प्रकार के सूक्ष्मदर्शी होते थे। बहुधा ऐसा लैन्स चार या पांच गुना आवर्धन करता है।



13. जलचिन्दु सूक्ष्मदर्शी

कांच के एक टुकड़े पर सावधानी से एक जलचिन्दु गिराइए। अपनी आंख को चिन्दु के पास लाइए और उस जलचिन्दु तथा कांच में से पार किसी छोटी वस्तु को देखिए। यह एक सरल सूक्ष्मदर्शी का काम देता है।

14. सुयोगिक सूक्ष्मदर्शी का मॉडल बनाना

प्रयोग-11 में बनाए गए प्रकाश-मीठ पर एक छोटा फ़ोकस वाला लैन्स रखिए। इस लैन्स के एक ओर खिड़की में लगने वाली जाली का एक टुकड़ा रखिए और उसके पीछे जलती हुई मोमबत्ती। लैन्स के दूसरी ओर उस चिन्दु पर एक सफेद गत्ता रखिए, जहां जाली का सबसे अधिक स्पष्ट प्रतिबिम्ब बने। जाली लैन्स में ऐसी दूरी पर रहे कि वहां पर प्रतिबिम्ब जाली से बड़ा हो। अब गत्ते को हटा दीजिए और एक दूसरे दोहरे उत्तल लैन्स को गत्ते से कुछ अधिक दूरी पर रखिए।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

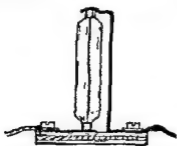
दोनों लेंसों द्वारा जाली को देखिए। जाली बड़ी दिखाई पड़ेगी।

15. वर्तन दूरदर्शी का मॉडल बनाना

किसी लम्बे फोकस वाले लेंस को प्रकाश-पीठ के एक सिरे पर रखिए और उसे खिड़की के बाहर दूर से किसी दृश्य की दिशा में कर दीजिए। पिछले प्रयोग के अनुसार ही लेंस के दूसरी ओर से एक सफेद गत्ते को लेंस के पास धीरे-धीरे लाकर ऐसी स्थिति में रख दीजिए कि वहा दृश्य का स्पष्टतम प्रतिबिम्ब बने। अब गत्ते के पीछे एक छोटे फोकस वाला लेंस इस स्थिति में रखिए कि गत्ते और लेंस के बीच की दूरी लेंस के फोकस से कुछ कम रहे। गत्ते को हटा दीजिए और दृश्य को दोनों लेंसों द्वारा देखिए।

16. एकरसिक प्रकाश-उद्गम बनाना

एक लम्बा बल्ब लीजिए, जैसा कि मोटरकारों के दिशामूचको (ट्रैफिक इण्डिकेटर्स) में अथवा उनके भीतर प्रकाश देने के लिए बहुधा लगा रहता है। प्रकाश सम्बन्धी प्रयोगों में यह एक अच्छा प्रकाश-स्रोत सिद्ध होता है। लकड़ी के एक टुकड़े से सुविधाजनक होल्डर बनाया



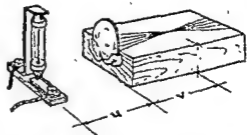
जा सकता है। दीन की कतरनों को लकड़ी पर जड़ देने पर या पेच में कस देने पर वे बल्ब की टोपियों से वैद्युत सम्बन्ध स्थापित करने का काम दे सकती है।

17. लेंस में वस्तु और प्रतिबिम्ब का सम्बन्ध

लेंस को लकड़ी की इष्टिका के सामने वाले सिरे पर प्लास्टिसीन (तेल में कुटी मिट्टी) से चिपकाइए। प्रतिबिम्ब वहां पड़ेगा जहां

किरणें मिलती हैं। एक ओर U और दूसरी ओर V लिखिए और निम्न मूल की जांच करके देखिए :

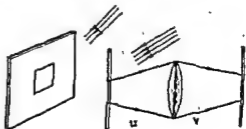
$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$



18. लेंस में प्रतिबिम्ब और वस्तु का सम्बन्ध (बिना प्रकाश-स्रोत के)

प्रकाश-स्रोत के स्थान पर 5 सेंटीमीटर के वर्गाकार दर्पण का उपयोग किया जा सकता है। वस्तु के स्थान पर भी दर्पण के केन्द्रीय 1 सेंटीमीटर के वर्गाकार भाग को हटा कर उसका उपयोग किया जा सकता है। दर्पण का मुख प्रकाश की ओर होना चाहिए। लेंस की दूसरी ओर एक गत्ता रख कर उम पर प्रतिबिम्ब लिया जा सकता है।

प्रतिबिम्ब की नाप तथा वस्तु की नाप के सम्बन्ध की भी जांच की जा सकती है।



19. क्रान्तिक फोए

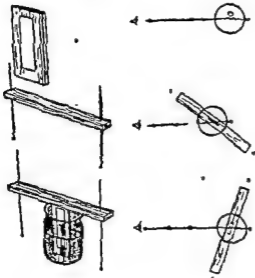
सूक्ष्मदर्शी में प्रयुक्त होने वाले कांच की दो पट्टियां (स्लाइड्स) लीजिए। रंगों की पन्नी में एक चौबट काटिए और उसे दोनों पट्टियों के बीच रख कर और कनाडा या थोस्टिक सीमेंट से जोड़ कर एक वायु-कोष्ठ (एअर सेल) बना लीजिए।

20 सेंटीमीटर लम्बी लकड़ी की एक पट्टी लेकर उसके बीच में एक लम्बा छेद बनाइए।

और उसमें पूर्वोक्त वायु-कोष्ठ को फस दीजिए । लकड़ी के दोनों सिरों में बुनने की एक-एक सलाई धार-पार डाल दीजिए । ये सलाइयां सूचक का काम करेंगी । इनसे लकड़ी की पट्टी की स्थिति ज्ञात होगी ।

जब लकड़ी की पट्टी पानी के बीकर के ऊपर रखी जाएगी और वायु-कोष्ठ पानी में रहें तो सलाइयां उस कागज को प्रायः छती रहेंगी, जिस पर बीकर रखा रहेगा । यही क्रान्तिक कोण उपकरण है ।

उपयोग में तीन पिनों से एक आधार-रेखा निश्चित की जाती है और बीकर का व्यास उसी पर रहता है । तब लकड़ी की पट्टी को इतना घुमाया जाता है कि सम्पूर्ण परावर्तन हो जाए । उसके लिए दो स्थितियां हैं और प्रत्येक दशा में सलाइयों की नोकों के स्थान पर चिह्न लगा लेना चाहिए ।



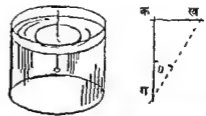
20. पानी का क्रान्तिक कोण नापना

इस प्रयोग के लिए एक वृत्ताकार मोमी गत्ते और एक लम्बी पिन की आवश्यकता पड़ेगी (जैसा गत्ता दूध की बोतलें बन्द करने के लिए प्रयुक्त होता है ।)

गत्ते के केन्द्र में पिन को घुसा कर पार कर दीजिए और पिन का सिर नीचे की ओर करके गत्ते को पानी में तैरा दीजिए । ऊपर से देखते रहिए

और पिन को ऊपर-नीचे करते रहिए । एक ऐसी स्थिति आएगी जब पिन का सिर ठीक गत्ते की ओट में हो जाएगा और वह कहीं से भी दिखाई नहीं देगा । इस स्थिति में पिन के सिर से चली हुई किरण इस प्रकार वक्रित होती है कि वह पानी के तल को छती हुई जाती है और आख तक नहीं पहुंच पाती ।

कोण सीधा ही नापा जा सकता है या वह ख, क ग का मान निकाल कर और त्रिज्या सारणी के उपयोग से ज्ञात किया जा सकता है ।

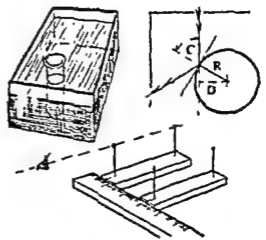


21. क्रान्तिक कोण सम्बन्धी एक अन्य प्रयोग

एक छोटी धागुनी नलिका (स्पेसिमन ट्यूब) या गोल शीशी को कांच की आयताकार टंकी में रखिए और उसे टंकी के पार्श्वों से देखिए । नलिका का केन्द्रीय भाग बेलनाकार अपसारी लेंस की तरह काम करेगा, परन्तु उसके किनारे पालिस किए हुए (दपण की तरह) जान पड़ेंगे ।

किरण चित्र से स्पष्ट है कि

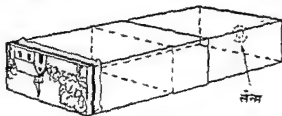
$$\text{ज्या } c = \frac{d}{r}$$



ये दोनों दूरियां दिशादर्शी पीठिकाओं द्वारा नापी जा सकती हैं। इसके लिए एक मापक पट्टी को टंकी के पादों के समानान्तर रखना चाहिए और पीठिकाओं के सिरों को पट्टी से हटा कर रखना चाहिए।

22. कैमरा कैसे काम करता है

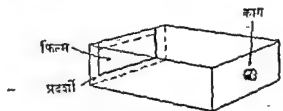
दो बक्स ऐसे लोजिए कि एक बक्स दूसरे के भीतर लगभग बैठ सके। प्रत्येक बक्स के एक सिरे को काट कर निकाल दीजिए। एक बक्स को दूसरे के भीतर डाल दीजिए, छोटे बक्स का कटा हुआ सिरा भीतर घुस जाए। अब छोटे बक्स का पिछला सिरा काट कर निकाल दीजिए और उसके ऊपर मोमी कागज मड़ दीजिए। दूसरे बक्स के सामने सिरे में एक छेद करिए, या लेंस के नाप का हो और उसमें उत्तल (कान्वेक्स) लेंस लगा दीजिए। अब भीतर डाले गए बक्स को बाहर-भीतर खिसका कर मोमी कागज पर लेंस द्वारा बाहर के दृश्य के प्रतिबिम्ब का ग्रहण करिए। साधारण कैमरे में मोमी कागज के स्थान पर प्रकाशप्राप्ति फिल्म रहती है।



23. सूई-छिद्र कैमरे से चित्र लेना

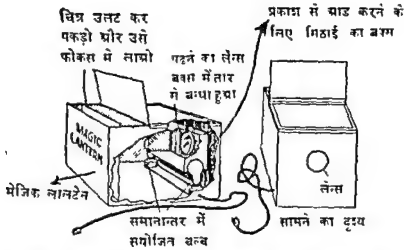
किमी लकड़ों के बक्स से, उदाहरणार्थ खड़िया के बक्स से, एक सूई-छिद्र कैमरा बनाइए (इस अध्याय का प्रयोग क-4 देखिए)। उसे भीतर से काला रंग दीजिए। एक सिरे में केन्द्र पर 1 सेंटीमीटर का छेद कर दीजिए। बक्स के भीतर की ओर छेद को धातु की पतली पन्नी में ढक दीजिए। सूई में पन्नी के केन्द्र में छेद कर दीजिए, ध्यान रहे कि छेद सफाई से काटा जाए। बक्स के सामने वाले सिरे में कुछ प्रदर्शी (ग्लास) लगा दीजिए ताकि उनसे फट फिल्म के टुकड़े को खिसकाया जा सके। छेद में कस कर

काग लगा दीजिए ताकि सूई-छिद्र ढक जाए। अब किसी अंधेरे कमरे में जाकर कुछ फोटो-फिल्मों को इस नाप का काटिए कि उन्हें प्रदर्शियों में खिसकाया जा सके। बक्स में ढकन लगा दीजिए और अपने कमरे को बाहर से भाइए। कैमरे का मुंह उस दृश्य की ओर कीजिए जिसका आप चित्र खीचना चाहते हैं। काग को एक मा दो सैकंड तक के लिए हटा दीजिए। और फिर लगा दीजिए। प्रयुक्त फिल्म का अंधेरे कमरे में बाहर निकालिए और डेवेलप करिए या काले कागज में लपेट कर किसी फोटो की दुकान पर डेवेलप कराने ले जाइए। (अंधेरा कमरा पूर्णतः अंधेरा हो, कैमरे के भीतर प्रगर जरा भी प्रकाश जानें का डर हो तो फिल्म लगाने के बाद से उसे काले कपड़े में लपेटे रहिए, केवल सामने का थोड़ा-सा भाग खुला रहे।)



24. रंगीन चित्रों के लिए प्रक्षेपी (प्राजेक्टर) बनाना

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, रंगीन चित्रों के लिए सरल सामग्री से एक प्रक्षेपी बनाया जा सकता है। जिस लेंस का उपयोग करना हो, उसकी फोकस-दूरी में थोड़ा बड़ा बक्स काम में लाइए। अधिकांश लेंसों के लिए बक्स को 30 और 60 सेंटीमीटर के बीच की लम्बाई का होना चाहिए। लेंस पर आड़ करने के लिए गिछाई के छोटे बक्स को काम में लाइए ताकि लेंस पर फालतू प्रकाश न पड़े। दो लैम्प होल्डरों को समानान्तर में समोजित करिए और आड़ करने वाले बक्स के प्रत्येक ओर एक-एक को लगा दीजिए। बड़े बक्स के सिरे के अगले भाग को जोड़ने के लिए और पिछले हिस्से को काबले की तरह बन्द



करने के लिए गोद लगे फीते का इस्तेमाल कीजिए।

बक्स के पिछले भाग में एक चित्र उलट कर रखिए। इसे आगे-पीछे चला कर फोकस करिए ताकि प्रक्षेपी के सामने वाली दीवार पर स्पष्टतम प्रतिबिम्ब पड़े।

25. सरल दृश्य वाला कैमरा

सरल दृश्य वाला कैमरा इस प्रकार बनाया जा सकता है—हस्त लैन्स से गले पर किसी पहाड़ी या वृक्ष का प्रतिबिम्ब फोकस करिए। लैन्स और गले के बीच की दूरी को मापिए और किसी

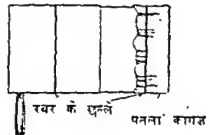


बक्स को इस प्रकार काटिए कि उसकी ऊंचाई उस दूरी के बराबर हो। उसकी पेंदी के ठीक मध्य में लैन्स से जरा छोटा छेद करिए। गले के

किसी टुकड़े में पहले जैसा छेद करके लैन्स को उस पर चिपका दीजिए। बक्स के ऊपर के खुले भाग पर टिशू पेपर लगा दीजिए। यह दृश्य कैमरा अन्धेरे कमरे में लैन्स को खिड़की की ओर करके प्रयोग में लाया जा सकता है।

26. फोकस करने वाला दृश्य-कैमरा

फोकस करने वाला दृश्य-कैमरा भी बहुत कुछ उसी प्रकार बनाया जा सकता है जिस प्रकार प्रयोग-25 में बताया गया कैमरा बनाया गया था। फोकस करने के लिए पहले बक्स के भीतर एक दूसरा बक्स डाला जाता है। द्रष्टव्य वस्तु जितनी ही अधिक चमकीली होगी और प्रतिबिम्ब ग्रहण करने वाले कागज पर जितना ही कम बाहरी प्रकाश पड़ेगा, फोटो उतनी ही अच्छी होगी।

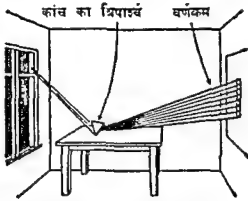


घ. रंग सम्बन्धी प्रयोग

1. धूप का रंग क्या है ?

जिस कमरे में धूप आती हो, उसे अन्धेरा करिए। खिड़की पर पड़े पर्दे में एक छोटा छेद कर दीजिए, जिससे एक पतली किरणवाली धारा। इस किरणवाली में कांच का एक त्रिपादर्व (प्रिज्म)

पकड़े रहिए और सामने की दीवार या छत पर पड़ने वाले वर्ण-पट को देखिए। इसे वर्णचक्र (स्पेक्ट्रम) कहते हैं। क्या आप सूर्य के इन प्रकार बने वर्णचक्र में पाए जाने वाले रंगों के नाम बता सकते हैं ?



2. वर्णक्रम के रंगों को एक साथ जुटाना

किसी पढ़ने वाले कांच के लैन्स को, अर्थात् किसी प्रवर्धक लैन्स को त्रिपाश्र्व और वर्णक्रम के बीच सफेद धूप से उल्टी ओर, रंगीन वर्णक्रम में रखिए। दीवार पर पढ़ने वाला वर्णक्रम कैसा हो जाता है ?

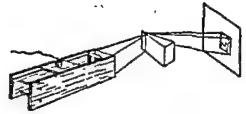
3. वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम) बनाने की एक दूसरी विधि

पानी से भरी एक तश्तरी को धूप में रखिए। वारी की टेक लगा कर तश्तरी के भीतर एक छोटा आयताकार दर्पण तिरछा रखिए और उसको इस प्रकार समंजित करिए कि दीवार पर रंगीन-पट या वर्णक्रम दिखाई पड़े।



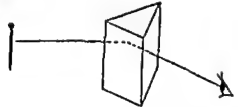
4. किरण-पेटिका की सहायता से वर्णक्रम का अध्ययन

किरण-पेटिका की सहायता से कांच का त्रिपाश्र्व समानान्तर किरणावली से एक दर्शनीय वर्णक्रम बनाएंगी। रंगीन जिलैटिन या रंगीन पारदर्शक कागज, जिसमें कुछ वस्तुएं लपेट कर बँची जाती हैं, की सहायता से भी रंग सम्बन्धी प्रयोग किए जा सकते हैं।



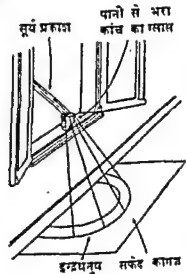
5. रैखिक वर्णक्रम को देखना

एक सरल प्रकाश सम्बन्धी शिरी बनाने के लिए सूई से थोड़ा खरोच कर किसी दर्पण की पीठ से दूर तक पालिस निकाल दीजिए, धूपवा इसी रीति से फोटोग्राफी की किसी गाढ़ी नेगेटिव प्लेट से भसाला खरोच दीजिए। रैखिक वर्णक्रम देखने के लिए शिरी के स्थान पर सूई का उपयोग किया जा सकता है। सूई को त्रिपाश्र्व के आधूर्ती कोर के समानान्तर रखना चाहिए और जिस प्रकार की परीक्षा करनी हो, उसी से उसे आलोकित करना चाहिए।



6. इन्द्रधनुष बनाना

धूप में किसी खिड़की की देहली पर पानी से भरा हुआ एक गिलास रख दीजिए। गिलास भीतर



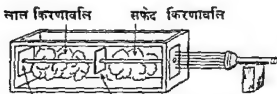
की ओर देहली से थोड़ा बाहर निकला रहे, भूमि पर सफेद कागज रखिए। आप उस पर इन्द्रधनुष या वर्णक्रम के पट को देख सकेंगे।

7. इन्द्रधनुष बनाने की एक दूसरी विधि

बहुत सवरे (सूर्योदय के बाद) अथवा सूर्यास्त के कुछ पहले, जब सूर्य चमक रहा हो, हीज से पानी को महीन बूंदों के रूप में उड़ाइए। पानी के पीछे बूंदों की श्यामल पृष्ठभूमि रहे। सूर्य आप की पीठ की ओर रहे। तब आप एक बहुत सुन्दर इन्द्रधनुष देखेंगे।

8. पारदर्शी वस्तुओं का रंग

पिछले प्रयोगों की तरह धूम्र-पेटिका का उपयोग करिए। केवल एक किरणावली को पेंसिल के भीतर आने दीजिए। किरणावली के मार्ग में स्वच्छ कांच या सेलोफेन रखिए। आप देखेंगे कि बक्स के सफेद पर्दे पर सफेद ही किरणावली पड़ रही है। अब सफेद किरणावली के मार्ग में लाल कांच या सेलोफेन रखिए। पर्दे पर पड़ने वाली किरणावली लाल हो जाएगी। लाल ने श्वेत प्रकाश के अन्य सब अवयवों को सोख लिया है। दूसरे रंगों की पारदर्शक पट्टियों से जैसे (कांच या सेलोफेन की पट्टियों से) प्रयोग करिए। आप देखेंगे कि इन वस्तुओं का रंग उस रंग के कारण उत्पन्न होता है, जिसे वे पार जाने देते हैं, अन्य रंगों को ये सोख लेते हैं।



लाल चिन्ती (बिन्दु) लाल कांच या सेलोफेन



9. अपारदर्शी वस्तुओं का रंग

अन्धेरे किए गए कमरे में दीवार पर या सफेद कागज पर एक अच्छा-सा वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम) बनाइए। वर्णक्रम के नीले प्रकाश में लाल कपड़े का एक टुकड़ा रखिए। यह कौन-सा रंग जान पड़ता है? इसे हरे प्रकाश और फिर पीले प्रकाश में रखिए। रंग कैसा हो जाता है? इसे लाल प्रकाश में रखिए। अब रंग कैसा लगता है? हरे और पीले रंगों के कपड़ों से प्रयोग को दोहराइए। आप देखेंगे कि उसी रंग के प्रकाश को छोड़ कर अन्य प्रकाश में वे काले लगते हैं। इस प्रकार अपारदर्शक पदार्थों का रंग उस प्रकाश के कारण होता है जिसे वे परावर्तित करते हैं। वे वर्णक्रम के अन्य रंगों को सोख लेते हैं।

10. रंगीन पदार्थों (वर्णक्रमों) को मिलाना

नीली और पीली खड़िया का एक-एक टुकड़ा लीजिए। चुरा करके उनको मिलाइए। मिश्रण का रंग हरा दिखाई पड़ेगा। ये पदार्थ विमुद्ध एक रंग के नहीं हैं। आप देखेंगे कि वर्णक्रम में हरा रंग पीले और नीले के बीच आता है। खड़िया का पीला रंग वर्णक्रम के पीले और हरे को छोड़ अन्य सब रंगों को सोखता है। इसी प्रकार खड़िया का नीला रंग वर्णक्रम के नीले और हरे रंगों को सोखता है। फिर इसी प्रकार मिश्रण में पीला और नीला एक-दूसरे को सोख लेते हैं और हरा परावर्तित हो आंख तक पहुंचता है।

विद्यार्थियों के रंग के डिब्बों के रंगों को मिला कर प्रयोग करिए।

11. रंगीन प्रकाशों को मिलाना

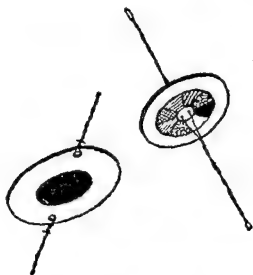
(क) रंगीन प्रकाशों को मिलाने का काम गत्ते के वृत्त को जल-रंगों से रंग कर किया जा सकता है।

एक मुझाय यह है कि 10 मंटीमीटर के वृत्त के एक और पीला (अण्डे के पोर के समान पीला) रंग कर दिया जाए और दूसरी ओर नीला। जब

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

इस वृत्त में तागे बांध दिए जाएंगे और तागों को अंगुलियों और अंगूठों के बीच बटा जाएगा तो वृत्त तेजी से नाचगा और यदि रंग सावधानी से चुने गए होंगे तो वृत्त लगभग सफेद जान पड़ेगा ।

रंगों के अन्य मिश्रणों की जांच रंगीन लट्टुओं वाली पद्धति से की जा सकती है । वृत्त के द्वैत्रिज्यों (सेक्टर्स) को रंग दिया जाता है। मान लीजिए उन्हें पारी-पारी से लाल और हरा रंग दिया गया है । (अब) तागे पर नाचने से नाचता हुआ वृत्त आंखों को हरा और लाल प्रकाश परावर्तित करता है और उनके मिश्रण का परिणाम, इस दशा में पीला होता है ।



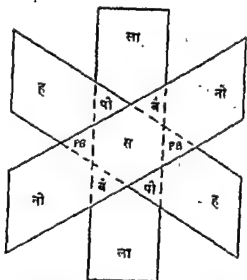
(स) आरम्भिक प्रकाशिकी में किरण सम्बन्धी प्रयोगों को करने के लिए तीन डिब्बों का उपयोग किया जाता है । उनसे रंगीन प्रकाशों को मिलाने के लिए भी काम लिया जा सकता है । इसी प्रकार का अन्य कोई भी बक्स, जिसमें मोटरकार का एक बल्ब रखा हो, इस काम के लिए उपयुक्त होगा ।

बक्स के सामने लाल, हरा और नीला नाटकीय प्रकाश-छानना (फिल्टर) रखिए और सफेद पर्दे पर प्रकाश के आयताकार सप्टों के प्रतिबिम्ब डालिए ।

लाल और हरा मिल कर पीला हो जाता है ।
गोला और लाल बैंगनी हो जाता है ।

हरा और नीला मोरपंखी नीला हो जाता है ।

लाल, हरा और नीला सफेद हों जाता है ।



12. साबुन के पटल (फिल्म) में रंगों को देखना

साबुन का गाढ़ा-सा घोल बनाइए, जिसे साबुन के बुलबुले बनाए जा सकें । इस घोल को किसी चपटी तश्तरी में भर दीजिए और उसमें अण्डे वाला कप या चाय की प्याली डुबा कर निकाल लीजिए, जिससे प्याली के मुँह पर एक पटल (फिल्म) बन जाए । इसे तीव्र प्रकाश में रखिए और जो रंग दिखाई पड़ें उन पर ध्यान दीजिए । पतले पटलों में बहुधा रंग होते हैं ।

13. तेल के पटल (फिल्म) में रंगों को देखना

किसी कम गहरी तश्तरी को पानी से भर दीजिए । पानी में इतनी स्याही छोड़ दीजिए कि पानी बहुत गाढ़े रंग का हो जाए । तश्तरी को खिड़की में रख दीजिए, जहाँ उस पर आकाश का तीव्र प्रकाश पड़े, परन्तु वहाँ धूप न हो । पानी की ओर देखिए । पानी में आकाश का प्रकाश परावर्तित होकर आपकी आंखों पर पड़ेगा । जब आप इसी प्रकार देखते हुए ही तेन या पेट्रोल की एक बूंद पानी के तल पर तश्तरी की बारी के पास अपने निकटतम स्थान पर डाल देंगे, तो रंगों का आपकी आँखों पर डाल दिये हुए सामने वाली कोर पर दमनना हुआ

दिखाई देगा। तेल पर फूंक मारने से आपको रंगों में परिवर्तन भी होता हुआ दिखाई पड़ेगा।

14. पंख से रंग

किसी पंख (चिड़िया आदि का पंख) के सिरे में से दूर किसी मोमवत्ती की ज्वाला को देखिए। आपको वास्तविक ज्वाला की अगल-बगल में दो या तीन ज्वालाएं और चार रंगीन भुजाओं का एक चपटा (X) दिखाई पड़ना चाहिए। यदि पंख बढ़िया होगा तो चारों भुजाओं में से प्रत्येक में आपको दो नीली और लाल चौड़ी धारियां दिखाई पड़ेंगी।

15. रंग कैसे बदलते हैं

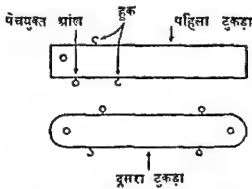
किसी पत्रिका से एक रंगीन चित्र काटिए और उसे एक गत्ते पर चिपका दीजिए। एक तरतरी में तीन बड़े चम्मच भर कर नमक और कई चम्मच मेथिलेटेड स्पिरिट डालिए। दोनों को अच्छी तरह मिला कर जला दीजिए। उनसे एक बहुत चमकीला प्रकाश उत्पन्न होगा, जिसमें से केवल पीली किरणें निकलेंगी। अब पूर्वोक्त चित्र को एक अंधेरे कमरे में जाकर देखिए और ध्यान दें कि पीले को छोड़ अन्य सब रंग किस प्रकार बदल जाते हैं।

मानव-शरीर के अध्ययन के लिए प्रयोग और सामग्री

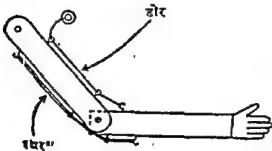
क. हड्डियाँ और मांस-पेशियाँ

1. बाजू का मॉडल बनाना

लकड़ी के दो टुकड़े लीजिए, जो 5 से 8 मिली-मीटर तक मोटे और 5 सेंटीमीटर चौड़े तथा 30 सेंटीमीटर लम्बे हों। (पत्ती लकड़ी बहुत सन्तोषजनक काम दगी)। एक टुकड़े के ऊपरी सिरे में बर्फी से एक छेद करिए। दूसरे टुकड़े को गोल कर दीजिए और प्रत्येक सिरे के पास एक छेद कर दीजिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



इसके बाद लकड़ी के पहले टुकड़े में दो हुक और एक पेचयुक्त आंख को लगभग दिखाए गए स्थानों में कस कर लगा दीजिए। इसी प्रकार दूसरी लकड़ी में भी एक हुक और तीन आंखें कस कर लगाइए। चित्र देख कर दोनों तकड़ियों को छोटे काबले और डिवरी से आपस में जोड़ दीजिए।



बाइसिकल या कार की भीतरी रबड़-नलिका से रबड़ की लम्बी धज्जियाँ काटिए और उन्हें लकड़ियों के नीचे लगी आंखों में पहना कर हुकों में बांध दीजिए। ऊपर की ओर आंखों में मजबूत डोर पहना दीजिए और उसका एक सिरा हुक में बांध दीजिए। जब डोर खींची जाएगी तो आप बाजू को हड्डियों और पेशियों के काम करने का लगभग वास्तविक ढंग देख सकेंगे।

2. पैर का मॉडल बनाना

पतली लकड़ी या गते से पैर और टांग के आकार के समान दो टुकड़े काट लीजिए, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। पुराने भीतरी रबड़-नलिकाओं से रबड़ की धज्जियाँ काटिए और उन्हें दिखाई गई रीति से मॉडल में लगाइए।

3. सिर और गर्दन का मॉडल

चित्र से स्पष्ट है कि लकड़ी भ्रयवा गते की सहायता से यह मॉडल किस प्रकार बनाया जा सकता है।



4. चलने वाली बालपिन

एक लम्बी छी (डिनर नाइफ) को कस कर पकड़िए। (कल की धार मेज़ के समानान्तर रहे)। छी पर जूड़े में खोसी जाने वाली एक चिमटीनुमा बालपिन चढा दीजिए, एक भुजा एक ओर रहे, दूसरी भुजा दूसरी ओर। छी को

मेज से इतना ऊपर रखिए कि बालपिन की भुजाएँ मेज को करीब-करीब छूती रहें और बालपिन तिरछी रहे। आप देखेंगे कि बालपिन

छुरी पर चलती है। (हाथ मेज को न छूता रहे)। वाजू की पेशियों की सूक्ष्म गतियों के कारण बालपिन में गति उत्पन्न होती है।

ख. हमारी इन्द्रियां

1. प्राणेंद्रिय

मब छात्र स्थिर बैठे रहे और पूरी कक्षा में समान रूप में फैले रहें। तब एक कोने में कोई तीव्र गन्ध वाली वस्तु छोड़िए। इस काम के लिए कपड़े पर थोड़ा ईंधर या अमोनिया गिराया जा सकता है।

छात्रों से कहिए कि ज्यों ही उनको गन्ध मिले, वे हाथ उठाएं। हवा में कमरे के आर-पार की गन्ध के प्रसार की गति को देखिए।

कुछ ऐसे उदाहरण बताइए जब कि हमारी प्राण-शक्ति हमें विपत्ति से बचाती है।

2. पढ़ने के लिए आदर्श दूरी

छात्रों से कहिए कि वे कोई पुस्तक पढ़े और पुस्तक को उम दूरी पर रखें, जो पढ़ने के लिए सबसे अधिक सुखद पड़े। सामान्य दूरी 34 से 40 सेंटीमीटर तक होती है। यदि किसी छात्र को कम या अधिक दूरी सबसे अधिक सुखद लगती हो तो दृष्टि ठीक करने के लिए चायद उसे चश्मे की आवश्यकता हो सकती है।

3. उचित प्रकाश

कमरे को अन्धेरा करके जलते हुए 40 वाट के विद्युत् लैम्प को किसी खुली पुस्तक से ठीक 60 सेंटीमीटर ऊपर रखिए। आराम से पढ़ने के लिए इतना प्रकाश प्रायः काफी है। छात्रों को यह दिखाइए कि जब लैम्प को और दूर किया जाता है तो प्रकाश तीव्रता में घट जाता है। एक मीटर में कुछ कम दूरी पर उतना प्रकाश देने के लिए 100 वाट के बल्ब की आवश्यकता होगी, जितना 40 वाट का बल्ब 60 सेंटीमीटर पर देता है।

छात्रों को यह दिखाइए कि उन्हें किस स्थिति में बैठ कर पढ़ना चाहिए ताकि वे चकाचौध

में दब सकें। इस बात की जांच करिए कि कक्षा के प्रत्येक स्थान में पढ़ने के लिए पर्याप्त प्रकाश है या नहीं। यदि नहीं है तो छात्रों को बताइए कि इस प्रकार की असन्तोषजनक परिस्थितियों को किस प्रकार ठीक किया जा सकता है।

4. आंख का अनुकूलन

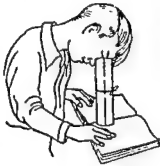
सफेद कागज के 10 या 12 ताब लेकर उनसे एक पोली नली बनाइए। ताबों की नाप ऐसी हो कि प्रत्येक ताब नली के ऊपर दो बार घूम जाए। उस नली के ऊपर खड़ का छल्ला चढ़ा दीजिए। नली को किसी पुस्तक के पृष्ठ पर खड़ा करिए और अपनी एक आंख को नली पर इस प्रकार दबा कर लगाइए कि नली की पेंदी या माथे से कुछ भी प्रकाश भीतर न घुस सके। आरम्भ में किसी शब्द को पढ़ना असम्भव होगा। यदि कोई शब्द तुरन्त पढ़ा जा सके तो नली पर कुछ ताब कागज और चढ़ा दीजिए।

दूसरी आंख को बन्द रखिए। नली के भीतर खुली आंख से मिनट, दो मिनट तक बिना प्रकाश को भीतर आने दिए देखते रहिए। कागज से होकर जो मंद प्रकाश आ रहा होगा उसमें छपाई धीरे-धीरे पढ़ी जा सकेगी।

ज्यों ही छपाई साफ-साफ पढ़ी जा सके, दर्पण में अपनी आंखें देखिए और आंखों के तारों (प्युपिल्लस) की नापें देखिए। एक मिनट तक पुतलियों को देखते रहिए और ध्यान दीजिए कि जब कक्षा का तीव्र प्रकाश आंखों पर पड़ना है तो उनकी नापें किम प्रकार बदलती हैं। प्रत्येक छात्र को यह धवनर देना चाहिए कि वह इस प्रयोग को स्वयं करके देखे।

छात्रों को आंम के तारे की नाप घट-बढ़ मकने की शक्ति के कुछ लाभ बताइए, उदाहरणार्थ तारों का छोटा होना आंम की

अग्नि प्रचण्ड प्रकाश में रक्षा करता है, उनका यदना बहुत मद प्रकाश में देखने में सहायता पहुंचाता है, नयन तारों का प्रकाश के अनुकूल घटना-बढ़ना विपत्ति में बचने में सहायक होता है।



5. क्या आप अपनी अन्ध-चिन्ता का पता लगा सकते हैं

जिस स्थान पर दृष्टि-तन्त्रिका (आप्टिक नर्व) अक्षिगोलक (आइबाल) में मिलती है, वहाँ एक छोटी-सी अन्ध-चिन्ता होती है, जिसका व्यास केवल कुछ ही मिलीमीटर होता है। इस अन्ध-चिन्ता का पता आप एक बहुत ही सरल प्रयोग से पा सकते हैं। सफेद कागज पर एक काला बिन्दु बनाइए और उससे 5 सेंटीमीटर दाहिनी ओर हट कर एक काला स्वस्तिक। कागज को मेज पर रख कर अपनी बाईं आंख बन्द कर लॉजिए और अपनी दाहिनी आंख से काले बिन्दु की ओर धीरे-धीरे घूरते रहिए। इस प्रकार घूरते हुए ही कागज को उठा लॉजिए और उसे धीरे-धीरे अपनी आंख की ओर लाइए। एक स्थिति ऐसी आएगी जब दाहिनी ओर वाला स्वस्तिक अदृश्य हो जाएगा। बाईं आंख की अन्ध-चिन्ता का पता पाने के लिए दाहिनी आंख को बन्द करिए और स्वस्तिक की ओर घूरते रहिए। जब कागज को आप आंख के कुछे पास लाएंगे तो काली चिन्ता अदृश्य हो जाएगी।

6. दृष्टि-भ्रम

लोगों के दैनिक जीवन में कई अत्यन्त वैचित्र्यपूर्ण दृष्टि-भ्रम होते हैं। जब चन्द्रमा और सूर्य क्षितिज के निकट होते हैं, तो वे

ऊंचे आकाश में होने की अपेक्षा, बहुत बड़े जान पड़ते हैं। जब वे पहाड़ों के पीछे से उदय होते देखे जाते हैं तब वे उस स्थिति की अपेक्षा बहुत अधिक घोघ्नता से चलते जान पड़ते हैं जब वे हमारे ऊपर होते हैं। सूर्य और चन्द्रमा के व्यास को यन्त्र से नापने पर अथवा उदय या अस्त होते समय उनके वेगों को नापने पर हमारी प्रथम धारणाओं का समर्थन नहीं होता। क्षितिज के पास की नापों और दूरियों का हमारा अनुमान अवास्तविक होता है क्योंकि तुलना की प्रमाप के लिए तब हम अपेक्षाकृत निकट पार्थिव वस्तुओं को चुनते हैं।

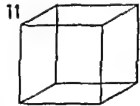
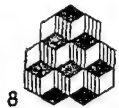
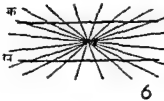
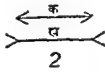
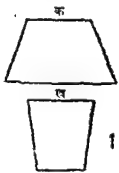
अध्याय 6 में बनाए गए थियोडोलाइट या ऐस्ट्रोलैब और पट्टक की सहायता से सूर्य या चन्द्रमा के उदय या अस्त के अक्षर पर उनके वेग को नापिए। इसकी तुलना उनके उस समय के वेग से करिए जब वे हमारे ऊपर थे।

हमारी दृष्टि प्रतिक्षण बदलती हुई इस दुनिया की स्थिर प्रतिछाया मात्र नहीं है। जिस प्रकार हमें किसी यन्त्र से काम लेना सीखना पड़ता है, उसी प्रकार हमें अपनी आंखों का उपयोग भी सीखना पड़ता है। दूरी, दिशा और स्थिति के हमारे अनुमान केवल इस पर निर्भर नहीं करते कि हमारी आंख का मूर्ति-पटल या रेटिना (इस अध्याय के प्रयोग ग-1 को देखिए) हमें क्या बताता है, वरन् उन्हें देखने के लिए उनमें इन पेशियों की जटिल गतियां जो आंख के लेंस को चलाती हैं, उन मांसपेशियों की गतियां जो अक्षिगोलक को अपने फोटर में सम्भालती हैं और साथ ही गर्दन और अगों को चलाने वाली पेशियों की गतियां और वे सब संकेत भी सम्मिलित हैं, जिन्हें ये सब पेशियां किसी काम को करते समय मस्तिष्क को भेजती हैं। हम अपनी पारोरीक गतियों में और अपनी आंखों की पेशियों की गतियों और रेटिना पर बने प्रकाश-चित्र में प्रतिदिन के जीवन के मायागण अनुभव में सम्बन्ध जोड़ना सीखते हैं।

हमारे प्रतिदिन के अनुभव का एक अंग

मह भी है कि प्रकाश सीधी रेखाओं में चलता है । हम वस्तुओं को एक रेखा में रखना सीखते हैं । वह सूक्ष्म समंजन, जिसके कारण हम किसी देसी हुई वस्तु को पकड़ सकते हैं, या किसी छुई हुई वस्तु को देख सकते हैं, अनायास अस्त-व्यस्त हो जाता है ।

कुछ भ्रमोत्पादक चित्र नीचे दिए जाते हैं । आप देखेंगे कि जिस वस्तु की आप जो नाप समझते हैं वह वास्तव में आपको धारणा से भिन्न है ।



13



12

से देखते रहिए, तब पुस्तक को धीरे-धीरे घुमा कर उल्टा कर दीजिए ।

संख्या 10 : भीतर का वर्ग कभी उभरा हुआ और कभी धंसा हुआ जान पड़ता है ।

संख्या 11 : कभी आप यह समझेंगे कि आप घन के माथे को देख रहे हैं तो कभी उसकी पेदी को ।

संख्या 12 : ध्यान से चित्र को देखिए और क ख तथा ख ग की लम्बाई की तुलना करिए ।

संख्या 13 . चित्र को सरसरी तौर पर देखिए,

संख्या 1, 2, 3, 4 . रेखा क और ख को ध्यान से देखिए और उनकी लम्बाइयों की तुलना करिए ।

संख्या 5 वाले स्तम्भों की ऊंचाईया विभिन्न जान पड़ती हैं ।

संख्या 6, 7 : क्षतिज रेखाओं को देखिए, क्या वे समानान्तर हैं ?

संख्या 8 : घनों (क्यूब्स) को गिनिए और तब सावधानी से इन्हें फिर गिनिए ।

संख्या 9 : गौड़ी को कुछ समय तक ध्यान

रखा यह वास्तव में पूर्ण वृत्त है ?

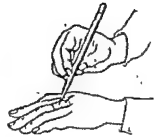
7. स्पर्श-ज्ञान

अपने हाथ की बीच की अंगुली (मध्यमा) की पहली मन्थि के पिछली ओर अर्थात् उस मन्थि की पीठ पर पैमिल में एक 1 सेटीमीटर का वर्ग बनाइए । पैसिल को मूव मुकीनी कर लीजिए और नोक को वर्ग के भीतर की त्वचा पर कई स्थानों पर दबाइए । जिन तन्त्रिकामों की महामतां से हमें स्पर्श, उष्मा, शीत और पीडा का ज्ञान या अनुभव होता है, उनके मिगल त्वचा में ही रहते

है। वर्ग के भीतर उन बिन्दुओं का पता लगाइए, जो इनमें से प्रत्येक का अनुभव कराते हैं।

कुछ ऐसी स्थितियों के उदाहरण दीजिए, जिनमें पड़ने पर स्पर्श, उष्मा, शीत और पीड़ा का ज्ञान हमें हानि अथवा खतरे से बचने में सहायता दे सकता है।

8. ताप का अनुभव करने वाली इन्द्रिय की जांच अध्याय-13, प्रयोग ख-1, पृष्ठ 185 देखिए।



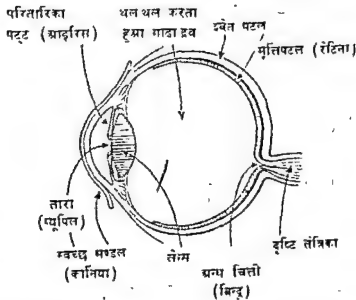
ग. मानव-शरीर के कुछ अंग

1. आंख

1. आंख का विच्छेदन करना

आप किसी बकरी या भेड़ की आंख भी ले सकते हैं। सामने की पारदर्शक झिल्ली या कॉर्निया को हटा दीजिए। तब पुतली (आइरिस) दिखाई पड़ेगी और उसके बाद मणिम लैन्स।

यह लैन्स आंख को दो भागों में बांट देता है। सामने के भाग में एक पतला द्रव होता है, जिसे नेत्र-रस (एकुअस ह्यूमर) कहते हैं और पिछले भाग में थल-थल करता हुआ एक गाढ़ा द्रव, जिसे काचामजल (विट्रियस ह्यूमर) कहते हैं।



लैन्स और काचामजल को हटाने पर, मृत्तिपटल (रेटिना) को अर्धानु प्रकाशग्राही तन को देखा जा सकता है; लैन्स के सम्मुख वाले स्थान में, जिसे पीत चित्ती (येलो स्पॉट) कहते हैं,

अनकों संवेदी कोशिकाएं (सेंसिटिव सेल्स) रहती हैं। वे तन्त्रिकाएं (नर्व्स), जो संवेदानाओं (सेंसेशंस) का ज्ञान कराती हैं, बाहरी श्वेत पटल (स्क्लेराटिक मेम्ब्रेन) के एक छेद से होकर बाहर निकलती हैं। इसलिए यह स्थान प्रकाश के प्रति सुग्राही (सेंसिटिव) नहीं होता और अन्ध-चित्ती (ब्लाइंड स्पॉट) कहलाता है।

2. किसी वस्तु का प्रतिबिम्ब मृत्तिपटल (रेटिना) पर किस प्रकार पड़ता है
सूई-छिद्र कैमरा से सम्बन्धित प्रयोग क-4, पृष्ठ 246, अध्याय-16 देखिए।

3. आंख का लैन्स मृत्तिपटल (रेटिना) पर किस प्रकार प्रतिबिम्ब बनाता है
उत्तल लैन्स से प्रतिबिम्ब बनने के विषय पर प्रयोग ग-10, पृष्ठ 254, अध्याय-16 देखिए।

2. हृदय

1. हृदय की धड़कन सुनने के लिए एक सरल उपकरण बनाना

एक स्टेथोस्कोप बनाइए और हृदय की धड़कन सुनने के लिए छात्रों को इसे इस्तेमाल करने दीजिए।

कांच की छोटी कीप, कांच की एक तिमूही नलिका (T ट्यूब या Y ट्यूब) और कुछ रबड़-नलिकाओं की सहायता से एक बहुत सन्तोषजनक दिखाऊ स्टेथोस्कोप बनाया जा सकता है। कीप की टोंटी पर 7 या 8 सेंटीमीटर लम्बी रबड़-नलिका चड़ा दीजिए। (किसी भी प्रकार की छोटी कीप से काम चल जाएगा, जैसे प्रयोगशाला की कांच की कीप या बच्चों की दूध वाली बोतलों को भरने वाली कीप)। इस छोटी रबड़-नलिका के दूसरे सिरे में तिमूही नलिका की मध्यस्थ नलिका डाल दीजिए और उस तिमूही नलिका की दोनों भुजाओं में अधिक लम्बी रबड़-नलिकाएँ जोड़ दीजिए।



स्टेथोस्कोप को काम में लाने के लिए एक छात्र से कहिए कि वह कीप को अपने हाथ के ऊपर अच्छी तरह से दबाए रहे और दूसरा छात्र लम्बी रबड़-नलिकाओं के सिरे को अपने कान में लगा ले। हृदय की ध्वनियाँ बड़ी स्पष्टता से सुनाई पड़ेंगी, यद्यपि छात्र उनका अर्थ न समझ सकेंगे। डाक्टर यह देखने के लिए स्टेथोस्कोप का उपयोग करते हैं कि हृदय की क्रिया साधारण है या नहीं।

यह स्वाभाविक ही है कि इस प्रयोग के बाद हम पर प्रश्न-वार्ता की जाए कि हृदय क्या काम करता है और अच्छा स्वास्थ्य बनाए रखने में उसका क्या महत्व है।

यहाँ पर हृदय को हानि पहुँचाने वाले जोखिम-पूर्ण कार्यों का भी विवेचन किया जा सकता है और उन रोगों का भी जिनसे कभी-कभी हृदय अस्वस्थ हो जाता है।

2. नाड़ी की गति देखना

छात्रों को नाड़ी की गति जानने की उचित रीति दिखाइए। दो अंगुलियाँ कलाई पर रखी जाती हैं तथा अगूठा कलाई की दूमरी और। कलाई को धीरे-से दबाइए। 15 और 30 सेकंड तक गिन कर नाड़ी की गति (अर्थात् 1 मिनट में धड़कनों की संख्या) जानने का अभ्यास करिए।

3. नाड़ी पर व्यायाम का प्रभाव

कई छात्रों को अपनी नाड़ी की गति विश्राम अवस्था में और कड़े व्यायाम के बाद नापने दीजिए। परिणामों के सार को एक सारणी में लिख लें।

4. नाड़ी की धड़कन के द्वारा हृदय की धड़कन देखना

दियामलाई के एक सिरे में चौड़े माथे की एक छोटी कील घसा दीजिए। अपना हाथ फैला दें, कलाई का भीतरी भाग ऊपर और धैतिज रहे। कलाई के उस स्थान पर, जहाँ आप नाड़ी का अनुभव कर सकते हैं, कील के माथे को रगड़ कर दियामलाई को खड़ी कर दीजिए। प्रत्येक बार हृदय की धड़कन होने पर दियामलाई का झुकना देखिए।

3. फेफड़े

1. फेफड़े किस प्रकार काम करते हैं

नीचे के चित्र में दिखाए गए उपकरण की सहायता से विद्यार्थियों को प्राचीर (दायाफ्राम) की क्रिया दिखाइए। इसमें रबड़ के गुब्बारे फेफड़े के रूप में हैं, रबड़ नलिका, स्वगन-नलिका (विड पाइप) हैं और खुनी पेंदी वाला कांच का बरतन अस्थिमय उर-मेखला (यॉनी थोरैसिक गॉडिल) निरूपित करता है। प्राचीर को नीचा करने में छात्रों की मुहा (कैविटी) की दाय कम्प हो जाती है और फेफड़ों में हवा चली जाती है। प्राचीर को उठाने में वायु का प्रवाह उल्टा जाता

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

है। सन्धर को बन्द रख कर प्राचीर हिलाने-ढुलाने की चेष्टा करिए।



2. अपने फेफड़े की धारिता को जानना

छात्रों को यह जानना रोचक लगेगा कि उनके

फेफड़े कितनी वायु विस्थापित कर सकते हैं। इसे बड़ी सरलता से नापा जा सकता है।

एक बड़ी बोतल को पानी से भरिए और उसमें दो छेद वाली डाट लगाइए। एक छेद में एक रबड़-नलिका लगा दीजिए। दूसरा छेद निकासी के लिए है। एक बरतन को दूसरे बड़े बरतन पर उलट दीजिए और किसी छात्र से कहिए कि रबड़-नलिका द्वारा एक बार पूरी सांस छोड़े। इसके बाद निकासी वाले छेद को अंगुली से बन्द कर दीजिए और पहले बरतन को बड़े बरतन से हटा लीजिए। किसी अंशकित ने मापिए कि पहले बरतन को फिर पूरा भर देने में कितने पानी की आवश्यकता पड़ती है। जितने पानी की आवश्यकता पड़े उतनी ही हवा सांस द्वारा बाहर निकाली गई थी।

अध्यापकों के लिए कुछ उपयोगी टिप्पणियां

1. कांच के बरतनों को साफ करना

एक लिटर पानी में 100 ग्राम सांद्र (कॉन्-ट्रेंटेड) सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाइए और उसमें 100 ग्राम पोटैसियम डाइक्रोमेट । कांच के बरतन इस घोल में भिगोए जा सकते हैं । घोल का उपयोग बार-बार किया जा सकता है ।

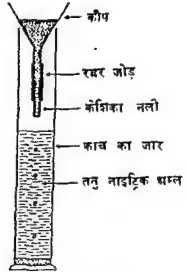
चेतावनी : यह घोल अत्यन्त क्षारक होता है अतः बड़ी सावधानी बरतनी चाहिए कि यह घोल त्वचा या कपड़ों पर न जाए । जब सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल को तनु (डाइल्यूट) करना हो तो चीनी मिट्टी या जबलपुरी मिट्टी के बरतन का उपयोग करिए । अम्ल को पानी में बहुत धीरे-धीरे छोड़िए (न कि पानी को अम्ल में) क्योंकि इस क्रिया में बहुत उष्मा निकलती है ।

ज्ञात कारणों से पड़े धब्बों को छुड़ाने के लिए शिक्षक को अपने रसायन-ज्ञान का उपयोग करना चाहिए । यदि गन्दे बरतन में पहले क्षार (अल्कली) अथवा क्षारीय प्रतिक्रिया वाला लवण रहा हो तो प्रत्यक्ष है कि पहले थोड़ा-सा तनु अम्ल लेकर देखना चाहिए कि वह साफ करना है या नहीं ? यदि धब्बा या रंग पोटैसियम परमेगनेट के कारण पड़ा हो तो सोडियम मल्फाइड के घोल में थोड़ा तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डाल कर इस अम्लीकृत घोल में काम लेना चाहिए, इत्यादि ।

क्षार काच को धीरे-धीरे खा डालते हैं और वे धोतले, जिनमें बहुत दिनों तक दाहक सोडा (कास्टिक सोडा) आदि रखा जाता है, पहले के समान दुबारा पारदर्शी नहीं हो सकेंगी ।

2. पारे को साफ करना

जब किसी तल पर बहने पर पारा 'पूछे'



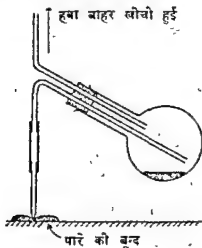
छोड़ने लगे तो उसकी सफाई आदि करनी चाहिए । एक लम्बे-से बरतन में, तनु नाइट्रिक अम्ल भर कर पारे को उसमें टपकने दीजिए । यह नाइट्रिक अम्ल उस माघारण तनु नाइट्रिक अम्ल की अपेक्षा, जिसका उपयोग छात्र कक्षाओं में अभिकर्मक के रूप में करते हैं, कुछ अधिक तनु होना चाहिए । यदि पारा अम्ल में बहुत पतली धारा में गिरे तो और भी अच्छा होगा । कीप के अन्त में लगी केशिका नली (कैपिलरी ट्यूब) से जाने पर पारा पतली धारा के ही रूप में नीचे आता है । इसके बाद पारे को एक पक्की बोतल में डाल कर और पानी मिला कर खूब जोर से हिलाया जाता है ताकि पारा अम्ल में मुक्त हो जाए । अन्त में फिल्टर पेपर के बीचोंबीच एक मूर्ई-छिद्र बनाइए और पारे को उसमें से निकलने दीजिए । इसके लिए फिल्टर पेपर को माघारण रीति से मोड़ कर कीप में रखा जाता है । कीप में पारे की जो अन्तिम बूंदें रह जाती हैं, उन्हें भ्रमण उस अवसर के लिए रख छोड़ना चाहिए जब पारे की फिर से सफाई की जाएगी । यदि विजोय रूप में गूले

पात्र की आवश्यकता हो तो अन्तिम बार छानने के पहले उसे एअर ओवन में गरम कर लेना चाहिए ।

3. नीचे गिरे हुए पारे को इकट्ठा करना और पारे में से हवा के बुलबुलों को दूर करना

पारा भरते समय नलिका में से हवा के बुलबुले निकलने लगते हैं । उन्हें दूर करने के लिए नलिका के पूरा भर जाने के पहले, उसको अंगुली से बन्द करके उलट दिया जाता है । तब हवा का एक बड़ा बुलबुला ऊपर चढ़ता है । जब नलिका को फिर उलटा जाता है, तो बड़ा बुलबुला अपना मार्ग उलट देता है और छोटे बुलबुलों को अपने साथ लेकर ऊपर आकर निकल जाता है । तब नलिका को भरने के लिए थोड़ा ही पारा डालना शेष रहता है, जो डाल दिया जाता है ।

तश्तरी, मेज या फर्श पर गिरे पारे को एक छोटी धोवन-त्रोतल (वाश-बाटन) में चूम कर इकट्ठा किया जा सकता है ।



4. जीव-विज्ञान सम्बन्धी सामग्री एकत्र करना

यदि इन वस्तुओं को अच्छी दशा में न रखा जाए तो इनका कुछ मूल्य नहीं रहता, और विविध प्रकार की वस्तुओं को सम्भाल कर रखने के लिए विभिन्न रीतियों की आवश्यकता पड़ती है ।

फूल और पौधे : गुलाब हुए नमूनों के संग्रह को माक-संग्रह (हर्बेरियम) कहते हैं । माक-संग्रह बनाने का प्रमुख उद्देश्य यह है कि सामान्य सर्दियों के लिए जात पौधे मुगमता से उपलब्ध रहें और नए-नए एकत्रित नमूनों का नामकरण मुगम हो । विविध प्रकार के फूलों, पत्तियों, फलों और जड़ों के उदाहरण दिखाने के लिए शिक्षक के पास गदा पर्याप्त सामग्री रहनी चाहिए । कोई भी नमूना तब तक पूर्ण नहीं माना जा सकता जब तक उस पौधे के सभी अंग उपस्थित न रहें ।

फूल और फूल दोनों एक ही समय में बहुधा उपलब्ध नहीं होते, इसलिए यह आवश्यक हो जाता है कि एक पौधे का पूर्ण नमूना एकत्र करने के लिए एक से अधिक बार प्रयत्न किया जाए ।

पौधों को समाचारपत्रों के कागजों के बीच में दबा कर सुखाया जा सकता है । इस काम के लिए विनेप कागज भी बिकता है परन्तु यदि नमूने के प्रत्येक और दो या तीन ताब समाचारपत्र रख दिए जाएं तो भी सन्तोषप्रद काम हो सकता है । एक ही साथ नमूने की कई तहें दबाई जा सकती हैं । प्रत्येक दो-चार तहों के बीच कड़ी नालीदार दफती रख देने से पौधा जल्दी सूखता है । दबाने के लिए कागजों सहित नमूनों को मेज पर रखना चाहिए, सबसे ऊपर पट्टा रखना चाहिए और उस पर काफी बोझ । परन्तु यदि नमूनों को जालीदार चौखटों के बीच रखा जाए, और चौखटों को कमानों, पंच, या पट्टों से एक-दूसरे पर दबाया जाए, तो नमूने शीघ्र सूखने लगते हैं । आरम्भ में कुछ दिनों तक नमूनों को प्रतिदिन निकाल कर नए कागजों के बीच रखना चाहिए, परन्तु जब वे कुछ सूख जाते हैं तो इतने शीघ्र कागज बदलने की आवश्यकता नहीं रहती ।

यदि 100 मिलीलिटर मेथिलेटेड स्पिरिट में 0.5 ग्राम मर्क्यूरिक क्लोराइड को घोला जाए और इस घोल को नमूनों पर ड्रग से हल्के-हल्के लगा दिया जाए तो उनमें फूफूदी लगने का डर कम रहता है । तब नमूनों को गोद या गले

से (लगभग 25×45 सेंटीमीटर के माप के) मजबूत ड्राईंग कागज पर, श्रवण कार्ड पर, जो विशेष रूप से इसी काम के लिए बनता है, चिपका देना चाहिए। गोंद या सरस बनाते समय उसमें थोड़ा मयूर्यूरिक बलोराइड डाल देना चाहिए, इससे नमूनों में कीड़े लगने की सम्भावना कम हो जाती है। चिपकाने की धजाय या विपत्रागे के बाद भी, नमूनों को काहें पर सी देना चाहिए, श्रवण चिपकाने वाले पारदर्शी फीते से चिपका देना चाहिए।

प्रत्येक नमूने पर कम-से-कम निम्न व्हीरा अंकित कर देना चाहिए : (क) नमूने का नाम तथा उसकी जाति, (ख) उस व्यक्ति का या लोगों का नाम जिन्होंने नमूने की पहचान की हो, (ग) प्राप्ति स्थान और दिनांक, तथा (घ) पाने वाले का नाम।

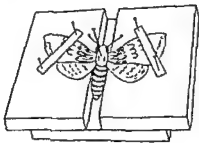
सम्भव है फल तथा अन्य स्थूल सामग्री को, जिनका नमूने से सम्बन्ध हो, अलग नाम लिख कर रखना पड़े, परन्तु छोटे बीजों को तो एक लिफाफे में रख कर आरोपण कार्ड पर टाका जा सकता है।

कीट : इन्हें मारने की सबसे अच्छी रीति यह है कि किसी चीड़े मुह की बोतल में उपयुक्त विष रख कर उस बोतल का उपयोग किया जाए। भारक बोतल निम्नलिखित रीति से मुगमता से बनाई जा सकती है। थोड़े से पेरिस-प्लास्टर को 20 प्रतिशत पोटैसियम सायनाइड के 20 प्रतिशत धोल में फेंट कर पतली लेई-सी बना ली जाती है (पोटैसियम और सोडियम सायनाइडों का बाजारू मिश्रण भी सन्तोपजनक होता है) और उसे शीघ्रतापूर्वक बोतल की पेंदी में लगभग 1 सेंटीमीटर की ऊंचाई तक उंडेल दिया जाता है। वहाँ वह शीघ्र कड़ा हो जाएगा। सोल्ता का एक टुकड़ा काट कर उसे सायनाइड और पेरिस-प्लास्टर पर रख दीजिए। उस कागज में पहले से ही बहुत-से छेद कर दीजिए, बोतल पर पंचदार ढक्कन हो या कस कर बैठने वाली वायु-अभेद्य डाट हो। तब यह बोतल कई महीनों तक काम दे सकेगी।

बोताघनी : पोटैसियम और सोडियम के सायनाइड घातक विष हैं और उनका प्रयोग बड़ी ही सावधानी से करना चाहिए।

भारक बोतल में डालने पर पकड़ा हुआ कीट पहले केवल अचेत हो जाता है। इसलिए उसे बोतल में कुछ घंटों तक रख छोड़ना चाहिए। तब वह मर जाएगा। फिर उसे निकाल कर आरोपण-पट्ट पर रखना चाहिए। साधारण आरोपण-पट्ट पर अर्ध बेलनाकार खाँचा बना रहता है। उसके बदले में निम्नलिखित ढंग से भी एक और पट्ट बनाया जा सकता है। चित्र में दिखाई गई रीति से एक मोटे गत्ते पर या सपोडित काग से बनाई गई चादर के एक टुकड़े पर उसी प्रकार के दो गत्ते आदि जड़ दिए जाएं, परन्तु उनके बीच कुछ जगह छूटी रहे। आरोपण-पट्ट केवल इतना ही बड़ा रहे कि वह कीट को सन्तोपजनक रीति से पकड़े रहे। तब एक लम्बी पतली पिन को, जो इसी काम के लिए बिकती है, कीट के वक्ष के बीच से पार कर दिया जाता है ताकि कीट खाँचे में अपनी ठीक स्थिति में स्थिर हो जाए। उसके बाद एक पतली चिमटी लेकर कीट के पंख, टांग और शृंग (एंटेना) को सावधानी से फँला दिया जाता है और कागज की पतली-पतली पट्टियाँ लगा कर उन्हें स्थिर कर दिया जाता है। (ये पट्टियाँ पिनों से जोड़ी जाती हैं, परन्तु पिनों कीट को छूने न पाएँ)। इस नमूने को भ्रम पूरी तरह सुखाना चाहिए—बरसात के दिनों में यह सरल नहीं है; हाँ, यदि कीट सहित पट्टे को शोपिय (डेसिकेटर) में कई दिनों तक पड़ा रहने दिया जा सके तो वह सूख सकता है। जब वह सूख जाए तो कागज की पट्टियों को हटा दिया जाता है, क्योंकि भ्रम कीट के विविध अंग अपने आप ही उचित स्थान में रहेंगे। सूखने से कीट चुरमुरा हो जाता है, इसलिए वक्ष वाली पिन को निकालने की चेष्टा नहीं करनी चाहिए। इस पिन को पकड़ कर कीट को मुत्राने वाले पट्टे से उठा लिया जाता है। फिर कीट को आरोपण-कार्ड पर उचित स्थिति में इसी पिन में टिका दिया जाता है, आरोपण-कार्ड गत्ते

या सपोडिन काग की चादर है, जिसे पहले मे काट कर टीन के चपटे डिब्बे अथवा किमी उपयुक्त बक्स के पंटे में बैठा दिया जाता है। बक्कन के बदले काच का उपयुक्त आवरण लगाया जा सकता है।



गरम देशों में नमूनों को सुरक्षित रखना कुछ कठिन होता है। वहाँ एक प्रमुख समस्या यह होती है कि नमूनों को विविध प्रकार की चींटियों में कैसे बचाया जाए। चींटियों की कुछ नन्ही जातियाँ आंतरंग (बिसरा) खाने के लिए लालायित रहती हैं, चाहे वह सूखी मिले चाहे ताजी और वे सिर, वक्ष (थोरेक्स) और पंख को छोड़ सब कुछ खा जाने पर तुल जाती हैं। इसलिए नमूनों को या तो ऐसे डिब्बों में रखना चाहिए जिनमें ये चींटियाँ न घुस सके, या डिब्बों को किसी ऐसे आधार पर रखना चाहिए जो चारों ओर से द्रव से घिरा हुआ हो। पानी का उपयोग करने पर उसमें बार-बार पानी डालने की आवश्यकता पड़ती है क्योंकि पानी सूख जाता है। फिर पानी के ऊपर तेल या कोई कीटाणुनाशी भी डालना पड़ता है ताकि मच्छर न उत्पन्न हों। मोटरकार के भीतर से निकाला गया इजिन का पुराना तेल पानी के बराबर ही अच्छा काम देता है और उस पर ध्यान देने की आवश्यकता भी कम ही रहती है। गम्भवतः सबसे अच्छा उपाय यह है कि नमूनों को किसी मेज पर रखा जाए और मेज की टाँगें तेल या किसी कीटाणुनाशी के वरतनों में डूबी रहें। यदि द्रव के बीच में छोटे डिब्बे उलट कर रख दिए जाए तो मेज की टाँगें साफ और सूखी रहेंगी। चींटियाँ तथा अन्य हानिकारक कीड़े इस द्रव को पार नहीं कर सकते।

ग्रन्थ जीव-वित्तीय नमूने : स्पल-जलचरों, रेंगने वाले जानवरों (सांप आदि), पक्षियों और स्तनधारी जीवों को मारने के लिए क्वोरोफार्म से काम लेना चाहिए। इसके लिए उन्हें किसी ऐसे बक्स में बन्द कर दिया जाता है, जिसमें क्वोरोफार्म से तर की गई हुई की गद्दी रखी गई हो। स्तनधारी 70 प्रतिशत ऐल्कोहल या 4 प्रतिशत फार्मेलिन में सुरक्षित रखे जा सकते हैं। स्पल-जलचर, रेंगने वाले जानवर, पौधे आदि (मॉल्स्क) और फ्रटेगिया (कड़े खोज वाले जानवर) आदि को सुरक्षित करने के लिए उन्हें ऐल्कोहल में रखना अधिक उचित होगा।

छोटे बंकालों की सफाई करने और सींग वाले बड़े बीटलों (चपडों) से आंतरंग निकालने का काम गरम देशों में चींटियों पर छोड़ा जा सकता है। इसके लिए मरे जानवरों को सुविधाजनक स्थान में छोड़ दिया जाता है। उनकी उपस्थिति का पता विविध प्रकार की चींटियों को शीघ्र लग जाता है। और थोड़े ही समय में पूर्णतया स्वच्छ नमूना पात्र बच रहता है। हड्डियों को पहले विरंजन चूर्ण (ब्लीचिंग पाउडर) लगा कर और बाद में हाइड्रोजन पराक्साइड का उपयोग करके दाँत साफ करने के पुराने ब्रश से रगड़ना चाहिए।

5. वानस्पतिक नमूने

यदि इनको तुरन्त ही दबाया न जा सके तो तब तक इन्हें ताजा रखने के लिए इन्हें टीन के किसी बन्द डिब्बे में रख कर प्रतीतक (रेफ्रीजरेटर) में रख देना चाहिए। यहाँ वे गुणमता में एक गप्पाह तक कड़े और ताजा रहेंगे।

6. हाय का संस्

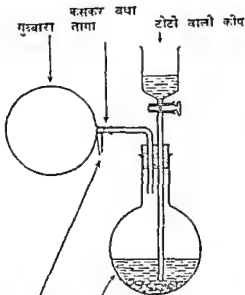
कम आयु के छात्रों को नैनस तथा देती जाने वाली वस्तु को बिना हिलाए-डुलाए पर रखने में कठिनाई पड़ती है और इसलिए के प्रतिबिम्ब को फोकस में नहीं उगाने। यदि एक हाय के प्रमूठ तथा तर्जनी से मनु को पकड़ा जाए और दूसरे हाय के प्रमूठ तथा तर्जनी

से लैन्स को पकड़ा जाए और विचली बंगुलियों के सिरे से दूसरे को दबाते रहें तो लैन्स और वस्तु को स्थिर रखना बहुत सरल हो जाता है।



7. हाइड्रोजन भरे गुब्बारे

खेलने के गुब्बारों को हाइड्रोजन से भरने के लिए साधारण थिसल-फनेल के बदले टोटो (टैप) वाली कोप से भी काम लिया जा सकता है। निकास-नलिका यथासम्भव बड़े व्यास की रहे। गुब्बारे के मुह को कांच-नलिका के एकदम सिरे पर बाधना चाहिए ताकि ठीक समय पर बिना कांच-नलिका से उतारे ही गुब्बारे के मुह को बांधा जा सके। बरतन में अम्ल उतारने दिया जाता है और तब टोटो बन्द कर दी जाती है। बरतन कोई मजबूत फ्लाम्क या धोतल हो।



8. उष्णदेशीय परिस्थितियों

प्रयोगशाला में गड़बड़ी के कई कारण होते हैं।

ये गड़बड़ियाँ विशेष कर गरम देशों में बरसात में होती हैं। वस्तुएं नष्ट हो जाती हैं, कागज चिपक जाते हैं, यन्त्रों में जंग लग जाता है, नमूनों में फफूंदी लग जाती है। लैन्सों पर ऐसी फफूंदी लगती है जो उनको बेकाम कर देती है और लैन्सों के साफ और सही-सही बैठाने गए तलों को घिस-घिस कर पूर्णतया चौपट कर देती है। ऊपर से चीटियाँ, दीमक तथा अन्य कीट भी अपना विनाशकारी कार्य सदैव जारी रखते हैं।

जिन वस्तुओं को वायु-अभेद्य बरतनों में रखा जा सकता है, उन्हें वही रखना चाहिए। कांच के बरतन, उदाहरणार्थ अमृतवान अथवा नमूने रखने के बरतन इस काम के लिए सर्वोत्तम हैं बसलैंकि उनके ढक्कनों की मन्धियों में अच्छी तरह से वसा (ग्रीज) लगा दी जाए। पेचदार ढक्कन वाले बरतन भी, जिनमें विलायती मिठाइयाँ आती हैं, बहुत उपयोगी होते हैं। धातु के डिब्बों को, उदाहरणार्थ विस्कुट के डिब्बों, केक के डिब्बों, इत्यादि को, डिब्बों और ढक्कन की सन्धि पर विसंवाही फोता (इन्सुलैटिंग टेप) चिपका कर, पर्याप्त वायु-अभेद्य बनाया जा सकता है।

माइक्रोस्कोप के लैन्सों को, जब उनसे काम न लिया जा रहा हो, शोपित्र (डेमिकेटर) में रखना चाहिए। मूडयो को वैसलिन मले हुए कपड़ों में धोसना चाहिए। धातु के उपकरणों, जैसे पेच मापनी (स्कू गेज), बनिपर कॅन्निपर्स, स्वरित्र (ट्यूनिंग फोर्क), इत्यादि को वसा (ग्रीज) चुपड़ कर रखना चाहिए। भभका धाम (रिटार्ट स्टैंड) के पैदे, छल्ले और सन्धरो (बर्नपो) के पैचों पर बार-बार तेल लगाना चाहिए। छुरी आदि पर वैसलिन चुपड़ कर उन्हें उनके गोलों या डिब्बों में रखना चाहिए। हथियारों के धातु वाले भागों को तेल लगे कपड़े में रगड़ना चाहिए।

लेई, गॉद और सरेम में कोई ऐना रासायनिक पदार्थ डाल देना चाहिए, जिसमें वे सड़ें नहीं। गरम देशों के लिए इस प्रकार की एक विशेष लेई मिलती है। परन्तु यदि निराक इमे स्वयं बनाना चाहें तो

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

बनाते समय इसमें मक्यूरिक क्लोराइड का थोड़ा-सा घोल डाल कर काम चलाया जा सकता है। (मक्यूरिक क्लोराइड न मिले तो कार्बोलिक ऐसिड का उपयोग किया जा सकता है; पाव भर लैई में 20 बूंद बिना पानी मिला कार्बोलिक ऐसिड काफी होगा)। 'इट इज इजी टु रिड्यूस ह्यूमिडिटी' शीर्षक पुस्तिका भी पढ़ लें; प्रकाशक है—दि कैल्सियम क्लोराइड इंस्टिट्यूट, 909 रिग बिल्डिंग, वाशिंगटन, डी० सी०, यू० एस० ए०।

9. पोषक घोल (पोशों के लिए)

एक लिटर आसुत जल (डिस्टिल्ड वाटर) में निम्नलिखित लवणों को घोलिए; लवण बिल्कुल विशुद्ध होने चाहिए :—

- 0. 70 ग्राम पोटासियम नाइट्रेट
- 0. 25 ग्राम कैल्सियम सल्फेट (जलयोजित)
- 0. 25 ग्राम कैल्सियम हाइड्रोजन फास्फेट (जलयोजित)
- 0. 25 ग्राम मैग्नीशियम सल्फेट (जलयोजित)
- 0. 08 ग्राम सोडियम क्लोराइड
- 0. 005 ग्राम लौह (फ़ेरिक) क्लोराइड (जलयोजित)

इस घोल को बनाने पर इसमें निम्नलिखित घोलों को डालना चाहिए :—

1 मिलीलिटर बोरिक अम्ल का 0. 06 प्रतिशत घोल।

1 मिलीलिटर मैगनीज क्लोराइड का 0. 04 प्रतिशत घोल।

10. अभिरंजक

आम तौर पर अभिरंजकों का बना-बनाया घोल खरीदना ही अच्छा होता है परन्तु निम्नलिखित योग (नुस्से) भी उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं :—

(क) ऐनीलीन सल्फेट : संतृप्त (सैचुरेटेड) घोल में कुछ बूंद तनु (डाइल्यूट) सल्फ्यूरिक अम्ल छोड़ दिया जाता है।

(ख) बोरैक्स कार्माइन : 100 मिलीलिटर पानी में 4 ग्राम बोरैक्स घोला जाता है, फिर 3 ग्राम कार्माइन डाल कर घोल को तब तक गरम

किया जाता है जब तक कि कार्माइन घुल न जाए। तब 70 प्रतिशत एथिल ऐल्कोहल 100 मिलीलिटर डाल कर घोल को छान लिया जाता है।

11. समुद्र-जल

2 लिटर पानी में निम्नलिखित वस्तुओं को घोल कर समुद्र-जल के बदले इस घोल से भी सन्तोषजनक काम लिया जा सकता है :—

- 45. 0 ग्राम सोडियम क्लोराइड
- 3. 5 ग्राम मैग्नीशियम सल्फेट
- 5. 0 ग्राम मैग्नीशियम क्लोराइड
- 2. 0 ग्राम पोटासियम सल्फेट

12. संचायकों के लिए घोल

(क) जस्ते के संचायक : बँटरी की विविध अवस्थाओं में बँटरी में सल्फ्यूरिक अम्ल का पतल्व निम्नलिखित होता है :

पूरा आवेशित (चार्ज) होने पर	1. 28
आधा आवेशित (चार्ज) होने पर	1. 21
निरावेशित होने पर	1. 15

ऊपर के अंक अनुमानित मात्र हैं। साधारणतः बँटरी निर्माताओं द्वारा बँटरी पर अंकित निर्देशों का पालन करना चाहिए (1. 28 पतल्व के सल्फ्यूरिक अम्ल को बनाने के लिए साधारण निर्देश निम्नलिखित हैं :—

बीकर में दो-तिहाई आसुत (डिस्टिल्ड) जल भरिए। उसमें साढ़ (कॉन्ट्रेटेड) सल्फ्यूरिक अम्ल धीरे-धीरे छोड़िए और मिश्रण को बराबर चलाने रहिए। जब मिश्रण लगभग खोलने लगें तो घोल को ठण्डा होने दें। फिर पहले ही की तरह सावधानी के साथ और अम्ल छोड़िए। जब पतल्व फिर खोलने लगें तब उसे ठण्डा होने दें। जब घोल का ताप कमरे के ताप के बराबर हो जाए तब पतल्व को अधिक अम्ल या अधिक जल छोड़ कर ठीक कर लिया जाता है। पतल्व को द्रवपतल्वमापी से नापा जाता है।

(ख) निकल-सोहो संचायक (निके संचायक) : इसमें जिम साहक मोठा का प्रयोग किया जाता

है उसका आपेक्षिक घनत्व निम्नलिखित रहता है :

घोल को आवश्यक घनत्व के लगभग बराबर घनत्व का बनाने के लिए चार पाउंड (2 किलोग्राम) दाहक सोडे को 1 गैलन (5 लिटर) पानी में घोलिए । इसमें और पानी डाल कर इसे आवश्यकतानुसार तनु किया जा सकता है ।

13. ध्रुव-सूचक कागज

सोल्ते को सोडियम सल्फेट के घोल में फेनाल्फथीन की कुछ बूंदे डाल कर तनु कर लिया जाता है । इस्तेमाल के पहले कागज को भिगो लीजिए और तारों को एक-दूसरे से कुछ दूर रख कर कागज से छुआइए । कागज का जो भाग ऋण ध्रुव से छू जाएगा वह लाल हो जाएगा ।

14. विद्युत्-लेपन (एलेक्ट्रोप्लेटिंग) के लिए विविध घोल

(क) ताँबा—300 मिलीलिटर पानी में लगभग 100 ग्राम तूतिया (कापर सल्फेट) के खे घोले जाते हैं, तब उसमें 6 ग्राम पोटैसियम बाइसल्फेट और 5 ग्राम पोटैसियम सायनाइड डाला जाता है । फिर पानी मिला कर घोल को 450 मिलीलिटर के बराबर कर दिया जाता है । (बनते समय घोल को ठण्डा रखना चाहिए ।)

(ख) चाँदी—लगभग 500 मिलीलिटर पानी में लगभग 20 ग्राम सोडियम सायनाइड (विप) और 40 ग्राम मणिम (क्रिस्टलाइन) सोडियम कार्बोनेट घोले जाते हैं । फिर अलग से 250 मिलीलिटर पानी में लगभग 20 ग्राम सिल्वर नाइट्रेट घोला जाता है और दूसरे घोल को पहले में धीरे-धीरे छोड़ा जाता है और पानी मिला कर मिश्रण को 1 लिटर के बराबर कर लिया जाता है ।

(घोलों में होकर कितनी विद्युत्-धारा प्रवाहित की जाए, यह उस विद्युत्-धारा के क्षेत्रफल पर निर्भर है, जिम पर चाँदी चढ़ाई जाएगी । 100 वर्ग सेंटीमीटर तल के लिए विद्युत्-धारा को 2 अंपियर से अधिक नहीं होना चाहिए । यदि

विद्युत् छोटा हो तो धारा को उसी अनुपात में कम होना चाहिए । इस प्रकार चढ़ाई गई चाँदी चमक-रहित होगी । उसमें वह चमक-दमक नहीं रहेगी, जिसकी लोग आशा करते हैं । चमक के लिए उमें किसी कड़े, चिकने अधातु-तल से, उदाहरणार्थ हड्डी की छुरी से, घोटना अर्थात् रगड़ना पड़ता है ।)

15. कांच पर पालिश (कांच पर चमकीला रजत दर्पण चढ़ाने के लिए)

पहले 100 मिलीलिटर जल (आसुत जल) में 12.5 ग्राम सिल्वर नाइट्रेट घोला जाता है और 100 मिलीलिटर जल (आसुत जल) में 32.5 ग्राम सोडियम पोटैसियम टार्टरेट अलग से घोला जाता है । दोनों घोलों को मिला कर 55° सेंटीग्रेड तक गरम किया जाता है और इसी ताप पर 5 मिनट तक रखा जाता है । तब मिश्रण ठण्डा किया जाता है तथा तलछट के ऊपर से साफ द्रव चंडेल लिया जाता है और उसमें (आसुत) जल मिला कर उसकी मात्रा 200 मिलीलिटर कर ली जाती है । इस घोल को हम घोल (क) कहेंगे । फिर 12 मिलीलिटर पानी में 1.5 ग्राम सिल्वर नाइट्रेट घोला जाता है । इसके बाद तनु क्रोमोनियम हाइड्राक्साइड का घोल पूर्वोक्त घोल में धीरे-धीरे इतना डाला जाता है कि जो तलछट पहले बनती है, वह लगभग सारी-की-सारी घुल जाए । इसमें (आसुत) जल मिला कर घोल को 200 मिलीलिटर कर लिया जाता है । यह घोल (ख) है । तब घोल (क) और (ख) मिलाए जाते हैं (जिस तल पर पालिश करना हो, उसे पहले बड़ी मावधानी से साफ कर लेना चाहिए ताकि कहीं भी चिकनाहट—तेल आदि—का नाम न रहे) फिर उमें पूर्वोक्त घोल में इस तरह झोंचा लटका देना चाहिए कि कांच का तल घोल के तल के नाम-मात्र ही नीचे रहे । घोल को किसी साफ परीक्षण-नलिका अथवा छोटी पलास्क में रखा जा सकता है और इस प्रकार इन वस्तुओं के भीतर पालिश चढ़ाया जा सकता है । घोल को थोड़ा-मा गरम कर देने में पालिश शीघ्र चढ़ता है ।

16. उष्माप्राही कागज

जल में कोबाल्ट क्लोराइड घोल कर उसे जल में घोले गए अमोनियम क्लोराइड में मिला दिया जाता है (काँई विशेष अनुपात आवश्यक नहीं)। तब घोल में इतना पानी मिलाया जाता है कि उमका रंग फीका गुलाबी हो जाए। फिल्टर पेपर (सोख्ता) को इस घोल से तर करके सूखने दिया जाता है। सूखन पर वह लगभग वर्ण-रहित जान पड़ता है परन्तु गरम करने पर उमका रंग चटक हरा हो जाएगा।

17. साधारण कामों के लिए विविध सीमेंट

आजकल बाजार में कई प्रकार के विशिष्ट सीमेंट (चिपकाने वाले पदार्थ) विकते हैं। जहाँ ये न मिलें, वहाँ निम्नलिखित सीमेंटों को प्रयोगशाला में बड़ी सुगमता से बनाया जा सकता है —

अम्ल-निर्पेक्ष सीमेंट

- 1 भाग रबड़ सोल्यूशन
- 2 भाग अलसी (तीसी) का तेल
- 3 भाग पिसी सफेद मिट्टी (पाइप-क्ले) (या ह्वाइटिंग, जो पुटीन बनाने के लिए विकती है)।

जल-कुण्ड के लिए सीमेंट

(क) पिये गन्धक, अमोनियम क्लोराइड और लोहे की रेतन (बुरादा, फार्मिक्स) को बराबर-बराबर अनुपात में मिलाइए। तब उसमें ज्वाना हुआ अलसी (तीसी) का तेल डाल कर अच्छी तरह मिलाइए। फिर सफेदा (ह्वाइट लेड) डाल कर गाढ़ा लेप बना लीजिए। जहाँ लगाना हो वहाँ इसे जमने के पहले ही लगाना चाहिए।

(ख) सोने की पन्नी चिपकाने वाले द्रव (गोल्ड साइज) में इतना सिन्दूर मिलाइए कि उससे लेई-सा गाढ़ा चिकना मिश्रण बन जाए और जहाँ लगाना हो तुरन्त लगाइए। कुछ दिनों तक कड़ा होने दीजिए और काम में लाने से पहले कुण्ड को लीजिए।

सेलुलायड सीमेंट

सेलुलायड की कतरनों को ऐसिटोन या ऐसिड ऐसिटेट में घोलिए। यह सीमेंट छोटे मंचायकों को बनाने में उपयोगी सिद्ध होता है।

लोहे के लिए सीमेंट

90 भाग महीन लौह रेतन

1 भाग गन्धक के फूल (महीन गन्धक, पनाम आब सल्फर)

1 भाग नीसादर (अमोनियम क्लोराइड)

ठीक उपयोग के पहले इनमें पानी मिला कर नम बना लेना चाहिए।

मोम

चेंटरटन कम्पाउंड

1 भाग आर्चैजल पिच

1 भाग रेजिन

इनको एक साथ पिघलाइए और इनमें 3 भाग फ्रेप रबड़ के महीन टुकड़े काट कर मिलाइए।

फेराडे सीमेंट

5 भाग रेजिन

1 भाग मधुमक्खी का मोम

1 भाग रामरज (नीली मिट्टी, पैतां पोतर)

टीन के बरतन में रेजिन और मोम को एकसाथ पिघलाइए और उसमें रामरज को फेंटिए।

बुड की मिश्र धातु (जो 70° मेट्रीकेड पर पिघलती है)

2 भाग सीसा

4 भाग रांगा

8 भाग विस्मय

2 भाग कैडमियम

डासैट की मिश्र धातु (जो 70° मेट्रीकेड पर पिघलती है)

5 भाग सीसा

3 भाग रांगा

8 भाग विस्मय

18. शलाई

शलाई टांके के द्वारा की जाती है। टांका एक मिश्रधातु है, जिसमें 66 प्रतिशत रॉंगा और 34 प्रतिशत सीसा (धातु) रहता है और टांका यान्त्रिक तथा विजली से सम्बन्धित कार्यों में दो धातुओं की सन्धि (जोड़) बनाने के लिए उपयोगी सिद्ध होता है। साधारणतः यह पेंसिल या छड़ी के रूप में विकता है। जहाँ इसे लगाना हो, वहाँ इसे पिघला कर तांबे की नुकीली इष्टिका से, जिसे कहिया कहते हैं, लगाया जाता है। कहिया विजली से भी गरम की जा सकती है (और साधारण कामों के लिए 75 वाट की कहिया ठीक रहेगी) या इसे बुन्सन ज्वाला (या स्पिरिट लैम्प या अंगीठी) में भी गरम किया जा सकता है।

इसे गरम करने के लिए चाहे किसी भी साधन का उपयोग किया जाए परन्तु पहले कहिया के तल को खुरब कर अथवा प्रद्रावक (फ्लक्स) में डुबा कर साफ कर लेना चाहिए अन्यथा टांका इसको पकड़ेगा नहीं। जब कहिया में ठीक ताप आ जाएगा तो टांके की छड़ी से थोड़ा-सा टांका कहिया के मुँह पर लगाने से वह मुँह के चारों ओर फैल जाएगा। झलने के पहले की इस आरम्भिक क्रिया को 'टांका चढ़ाना' (टिनिंग) कहते हैं। जहाँ पर जोड़ लगाना हो, उन तलों को भी साफ कर लेना चाहिए। उन पर भी टांका चढ़ाना चाहिए। इसके लिए तलों को गरम करना पड़ता है। तलों पर गरम कहिया रखी जाती है और जब टांका पिघलने लगे तब उसे कहिया की धार से रगड़ कर अभीष्ट स्थान में फैलाया जाता है।

जब दोनों तलों पर टांका फैला दिया जाए तब उनको एक-साथ करके और उचित स्थान में पकड़ कर कहिया से गरम करना चाहिए। ऐसा करने से दोनों तलों पर लगा टांका पिघल कर एक में मिल जाता है और ठण्डा होने पर जोड़ मजबूत बन जाता है। बड़े तलों को गरम करने में अधिक आंच की आवश्यकता पड़ती

है, जो स्वाभाविक भी है, और उन्हें अभीष्ट ताप तक गरम करने के लिए विधिष्ट ज्वाला की भी आवश्यकता पड़ सकती है।

शलाई में सफलता पाने के लिए तीन बातें आवश्यक हैं - मफाई, प्रद्रावक और उष्मा।

प्रद्रावक

सबसे अधिक उपयोगी प्रद्रावक (फ्लक्स) रोजिन है। तांबा, पीतल और टिन (रागे की कलई किया लोहा) के लिए तो यह विशय उपयोगी है परन्तु लोहे और इस्पात के लिए यह उतना सन्तोषजनक नहीं है।

'मरो हुआ' जिक क्लोराइड या 'मारी हुई स्पिरिट' का इस्तेमाल करना सबसे आसान होता है, परन्तु यह सक्षारक होता है (अर्थात् धातु को खा डालना है) और विजली के काम के लिए इसका प्रयोग न करना ही अच्छा है। जस्ते के टुकड़ों पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर इसे सुगमता से बनाया जा सकता है। जब अम्ल की सब क्रिया समाप्त हो, जाए तभी इसका इस्तेमाल करना चाहिए। आप चाहें तो तरल को छान कर उमें चौड़ मुह के बरतन में रख सकते हैं।

विशेष कामों के लिए बाजार में कई प्रकार के प्रद्रावक मिलते हैं। साधारण कामों के लिए 'फ्लक्साइड' सम्भवतः सर्वोत्तम है।

आजकल झालने का लेप (पेस्ट) भी मिलने लगा है। यह टांका और प्रद्रावक का मिश्रण होता है। इसे ब्रश से लगाया जाता है और केवल कहिया की आंच से ही इस द्वारा सन्तोषजनक जोड़ लगाया जा सकता है।

सीसे को सीसे से जोड़ने के लिए अथवा पीतल को सीसे से जोड़ने के लिए कड़ी चर्चों, पीतल, तांबा, टिन, जस्ता के लिए रोजिन, 'मारी हुई स्पिरिट' (अर्थात् जिक क्लोराइड) और सोहे तथा चादी के लिए 'मारी हुई स्पिरिट' उपयोगी हैं। झालने के बाद 'मारी हुई स्पिरिट' को पानी में धोकर दूर कर देना चाहिए, रोजिन या फ्लक्साइड को मैथिलेटेड स्पिरिट से धोना चाहिए।

19. ग्यामपट्ट के लिए रंग

निम्नलिखित रंग को लगाने से ग्यामपट्ट मन्तोपजनक काम देता है :—

100 ग्राम चपड़ा (लाल)

1,000 मिलिलिटर मैथिलेटेड स्पिरिट

100 ग्राम महीन पिसा प्युमिस पत्थर (सम्भवतः कपड़े से छानी गई सुखी—पिमी ईट—से काम चल जाएगा)

100 ग्राम कालिख (कोरा काजल, लैम्प ब्लैक) ।

चपड़े के धुलने में कुछ समय लगता है । इसलिए पहले स्पिरिट और चपड़े को मिलाना चाहिए । कुछ स्पिरिट कालिख में मिलाने के लिए रख लेनी चाहिए । इस मिश्रण को महीन कपड़े से छान कर चपड़े के धोल में डालना चाहिए । इस्तेमाल करने के पहले मिश्रण को खूब हिला-मिला लेना चाहिए ।

20. चमक-रहित काला रंग

'प्रकाश'-उपकरणों के भीतर रंगाई करने के लिए यह बहुत उपयोगी होता है । आप जो प्रकाश नहीं चाहते यह उसको परावर्तित नहीं होने देता । किरणें भी कम बिखरती हैं और प्रति-बिम्ब अधिक स्पष्ट हो जाते हैं । कालिख को सोने की पन्नी चिपकाने वाले द्रव (गोल्ड साइज) में मिलाया जाता है और उसमें इतना तारपीन (टरपेंटाइन) मिलाया जाता है कि मिश्रण इतना पतला हो जाए कि उससे रंगाई की जा सके । (मैथिलेटेड) स्पिरिट में धोले गए चपड़े के 5 प्रतिशत धोल में कालिख मिला कर भी काम चलाया जा सकता है ।

21. फ्लुओरेसिन धोल

(यह उपयोगी है, क्योंकि पनुओरेसिन के तनु—फोके—धोल में प्रकाश-रश्मि के चलने का मार्ग बहुत स्पष्टता से दिखाई पड़ता है) ।
1 ग्राम फ्लुओरेसिन को 100 मिलीलिटर मैथिलेटेड स्पिरिट में घोला जाता है ।

22. कांच काटना

(क) कांच की चादर : पहले कांच रगने के लिए कोई मजबूत सपाट तल तैयार करिए । एक मेज पर कंबल या नमदा (या ममाचारपत्रों की कई तहें) बिछा कर उनमें काम चलाया जा सकता है ।

एक पैमाना लीजिए । हीरे की कलम या कान की कर्तनी (ग्लास कटर) को मजबूती से पकड़ कर उस रेखा पर दौड़ाइए जहाँ पर आप कांच को काटना चाहते हैं । कांच को उलट दीजिए और हीरे की कलम (या कर्तनी) के बाउ वाले सिरे हल्के हाथ से रेखा के आसपास ठारने जाइए । यदि इससे कांच काट की रेखा पर धन्य न हो जाए तो कांच को फिर उलट लीजिए और खरोंच के दोनों ओर एक-एक हाथ से पकड़ कर खरोंच को कच्चा (हिज) मान कर कांच को बेधड़क मोड़ दीजिए ।

(ख) कांच की नलिका : नलिका को काटने की सबसे अच्छी विधि यह है कि उसे कांच काटने की छुरी (ग्लास नाइफ) में काटा जाए । और ध्रुव 'प्रविनाशी' छुरियां मिलती हैं । कुछ लोग रेती का भी उपयोग करते हैं परन्तु चीर लगाने के बदले यह कांच में गोल-सा खांचा बना देती है ।

जिस स्थान पर आप काटना चाहते हैं, उसको खरोंचिए और इस खरोंच के दोनों ओर कांच को झगूठे और भंगुलियों के बीच पकड़िए ।

फिर नलिका को सींच कर दोटुकड़े कर दीजिए, इस क्रिया में नलिका को जग-गा मोड़ना भी पड़ेगा ।

नलिका में बहुत छोटा टुकड़ा काट कर धन्य करने के लिए, खरोंच लगाने के बाद नलिका को एक हाथ से पकड़िए, और खरोंच की बियां कड़े धारदार पदार्थ, उदाहरणार्थ मैंग टैट (या तिकोनी रेती की कोर) पर रगिए, तथा किसी कड़ी बग्गु में छोटे गिरे की मदद से कांच टोकिए ।

मोटी नलिका को सफाई से काटने के लिए चारों ओर खरोंच कर लेनी चाहिए। फिर एक कांच की छड़ की नोक को इतना गरम करके, कि वह लगभग पिघलने लगे, खरोंच के एक ओर रखने से दोनों दिशाओं में चटक पड़ जाएगी। यदि दोनों ओर की चटकने की रेखाएं एक-दूसरे से ठीक नहीं मिलतीं तो नलिका को दो टुकड़ों में विभक्त करने के लिए इसके बिना चटक के भाग को कब्जा (हिज) मान कर नलिका को मोड़ना चाहिए।

(ग) बोतल की पेंदी को काट कर अलग करना : जितनी ऊंचाई पर काटना चाहें, वहां बोतल के चारों ओर खरोच लगा दीजिए। इस खरोंच के दोनों ओर भीगे सोस्ते की धज्जियां लपेट दीजिए।

गैस की पतली ज्वाला खरोंच के किसी बिन्दु पर पड़ने दीजिए। जब कांच इस बिन्दु पर चटकना आरम्भ करे तो बोतल को घुमाते जाइए।

कटी खुरदुरी सतह को रेशी से चिकना करिए या उसे किसी चपटे कांच-पट्टे (ग्लास प्लेट) पर, जिस पर कार्बोरंडम पाउडर का लेप चुपड़ा गया हो, रगड़ कर चिकना करिए।

(ये बोतलें विद्युत् विश्लेषण सम्बन्धी प्रयोगों में और परिच्छादक बेल-जार 'के रूप' में उपयोगी होती हैं। परिच्छादक की सन्धि को वायु-अम्ल बनाने के लिए नरम रबड़ के छल्ले (रिंग) का उपयोग किया जा सकता है।

(घ) यदि प्र० घा० (ए० सी०) या दि० धा० (डी० सी०) विजली उपलब्ध है तो प्रयोग (क) और (ग) के लिए खरोंच पर जर्मन सिल्वर अथवा निक्रोम के तार का बल्य रखा जा सकता है। विजली चालू करने पर तार गरम होकर लाल हो जाएगा और कांच को खरोंच के अनुदिश चटका देगा। विजली के पुराने बल्बों को काटने के लिए भी यह रीति उपयोगी है।

23. आग बुझाने के साधन (अग्निनाशक)

आग बुझाने के साधनों को किसी निश्चित

स्थान में इस प्रकार रखना चाहिए कि उनका प्रयोग तुरन्त किया जा सके। शिक्षक और छात्रों को जानना चाहिए कि उनका उपयोग ठीक ढंग से और शीघ्रतापूर्वक किस प्रकार किया जा सकता है।

प्राथमिक चिकित्सा किट

प्रत्येक प्रयोगशाला में या उसकी बगल के कक्ष में, और हो सके तो अलग अलमारी में, प्राथमिक चिकित्सा किट (फर्स्ट एड किट) रखा रहना चाहिए। इसे अच्छी दशा में रखना चाहिए, और शिक्षक को जानना चाहिए कि उसका कैसे उपयोग किया जाए।

24. नील-छाप (ब्लू प्रिंट)

पहला घोल :—पोटासियम फ़ेरीसायनाइड 10 ग्राम, पानी 50 मिलीलिटर।

दूसरा घोल :—फेरिक अमोनियम साइट्रेट 10 ग्राम, पानी 50 मिलीलिटर।

इन घोलों को अलग-अलग बनाया जाता है और अन्धेरे कमरे या मंद प्रकाश में रखा जाता है। इस्तेमाल के लिए दोनों घोलों के बराबर-बराबर भागों को एक में मिलाइए और कांच अथवा तामचीनी को कम गहरी तश्तरी में रखिए। कागज को प्रकाशग्राही बनाने के लिए घोल को कागज पर नरम, चौड़े ब्रुश से (अथवा कांच की पट्टी के एक सिरे पर किसी साफ पुराने कपड़े की आठ-दस तहें धाघ कर बनाए गए ब्रुश से) पोतिए, या इसके बढने कागज को घोल पर कुछ सेंकंड के लिए तैरा दीजिए। प्रकाशग्राही बना देने के बाद कागज को अन्धेरे कमरे में सूखने देना चाहिए।

किसी अपारदर्शी वस्तु को, जैसे पारदर्शक अथवा अर्धपारदर्शक (ट्रैनिंग) कागज पर काली स्याही से बना आरेख, अथवा जो कुछ भी छापना हो, उसको प्रकाशग्राही कागज पर रख कर चौसटे में कस दिया जाता है। तब उसे घूप में कुछ मिनटों तक (या तीव्र इन्फ्रिम प्रकाश में कई मिनटों तक) रखा जाता है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

फिर कागज को बहते पानी में अच्छी तरह धो डाला जाता है।

25. चपड़े का रंगलेप

पांच भाग मेथिलेटेड स्पिरिट में 1 भाग चपड़ा घोलिए।

26. साधारण मिश्रधातुओं को बनाना

कम ताप पर पिघलने वाली मिश्रधातुएं : साधारणतः इनको दुन्सन ज्वालक (या श्रंगीठी) की आंच की सहायता से बनाया जा सकता है। पहले विस्मय और रांगे को एकसाथ लगाया जाता है और तब दूसरे अवयव डाले जाते हैं। अनावश्यक आचसीकरण से बचने के लिए ताप को आवश्यकता से अधिक नहीं बढ़ाना चाहिए। नीचे बताए गए भाग तौल के अनुसार है :—

मिश्रधातु	सीसा रांगा	विस्मय	कंडमियम	
वुड की धातु	4	2	7	1
टांका	1	1	0	0
विद्युत् संगलक की धातु	8.5	2.5	1.3	0

अधिक ताप पर पिघलने वाली मिश्रधातुएं

इनको बनाने के लिए भट्टी की आवश्यकता पड़ेगी। पहले तांबे को गलाना चाहिए और तब अन्य सामग्री डालनी चाहिए।

मिश्रधातु	तांबा	रांगा	जस्ता
कांसा	80	5	15
पीतल, धातवर्ध (मैलिफ्लुल)	58	0	42
पीतल बलवां	72	4	24

27. कपड़ों को रंगाई

(क) सीधी रंगाई : सूती कपड़ों को रंगने के लिए उनकी माइई दूर करनी चाहिए। इसके लिए पहले उसे 5 मिनट तक तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के घोल में उबालिए। यह घोल 10 भाग पानी में एक भाग सांद्र (कंसंट्रेटेड) हाइड्रोक्लोरिक

अम्ल डालने से बनता है। निम्न गुस्से में सन्तोप-जनक रंग बनाया जा सकता है :—

कांगो रेड	0.5 ग्राम
सोडियम वाइक्रावॉनेट	2.0 ग्राम
सोडियम सल्फेट	1.0 ग्राम
जल (आसुत)	200.0 मिलीलिटर

कपड़े को इसमें 4 या 5 मिनट तक उबालना चाहिए और तब ठण्डे पानी में हल्के-से धोकर सुखा देना चाहिए।

कांगो रेड के बदले मेथिलीन ब्लू या प्रिम्मुनिन-आजून का उपयोग किया जा सकता है। पहले रंग और लवणों की मिला लेना चाहिए और तब बराबर चलाते हुए उनको धीरे-धीरे पानी में डालना चाहिए। सफेद रेगम, रैयान या ऊन को भी इसी प्रकार रंगा जा सकता है।

(ख) रंगस्थापक (माइेट) का उपयोग करना :

अमोनियम सल्फेट के तनु घोल में सफेद सूती वस्त्र को 10 मिनट तक उबाल कर रंगस्थापक का उपयोग दिखाइए। कुछ मिनटों तक उसे तनु अमोनियम हाइड्रोक्साइड में पड़ा रहने दीजिए। उसके बाद उसे हल्के-से धो डालिए। सफेद रेगम पर रंगस्थापक चढ़ाने के लिए उसे 5 मिनट तक टैनिंग अम्ल के घोल में उबालिए। इसके बाद उसे कुछ मिनटों तक वमन टार्टर के घोल में डाल देना चाहिए। रंगस्थापक के परिणाम का अध्ययन कुछ मिनटों तक ऐलिक्ट्रीन के घोल में रंगस्थापित तथा अरंगस्थापित सूती और रेशमी वस्त्रों को उबाल कर और फिर हल्के-से धोकर तथा सुखा कर किया जा सकता है।

(ग) बेसिक रंजक : मैलाकाइट घीन वा उपयोग करके छात्रों को दिखाइए कि बेसिक रंजकों का इस्तेमाल कैसे किया जाता है। रंगस्थापित तथा अरंगस्थापित सूती वस्त्र और रंगस्थापित तथा अरंगस्थापित रेशमी वस्त्र के नमूनों को मैलाकाइट घीन (अथवा मैथिलीन ब्लू) के घोल में 5 मिनट तक उबालिए। उन्हें तब हल्के-से धोकर सुखा लीजिए। मैलाकाइट घीन

घोल बनाने के लिए 1 ग्राम रंग को, 200 ग्राम पानी में घोलिए। 200 ग्राम पानी को एसेटिक अम्ल में अम्लीकृत कर दिया जाता है। फिर अम्लीकृत पानी में 40 ग्राम रंग वाला घोल डाला जाता है।

(घ) सूत्रज या विकसित रंजक : कपड़ों के रेशों के भीतर उन रंगों के बनाने के लिए जिन्हें सूत्रज (इनग्रेन) या विकसित (डेवेलपड) कहते हैं, तीन धोलों की आवश्यकता होती है। पहले में 0.1 ग्राम ट्रिम्प्युलिन और 0.1 ग्राम सोडियम वाइकार्बोनेट को 100 मिलीलिटर पानी में घोला जाता है। माड़ी छुड़ाए (या बिना माड़ी के) नूती कपड़े को इस घोल में 1 मिनट तक उवालिए और तब उसे दूसरे घोल में डाल दीजिए। इस घोल को बनाने के लिए 100 मिली-लिटर पानी में 0.5 ग्राम सोडियम नाइट्राइट और तीन मिलीलिटर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालना चाहिए। कपड़े को इसमें 15 मिनट तक पड़ा रहने दिया जाता है और तब उसे विकासक घोल में डाल दिया जाता है। विकासक घोल 100 मिलीलिटर पानी में 0.05 ग्राम सोडियम हाइड्रोक्साइड और 0.05 ग्राम फीनोल घोलने से बनता है। (फीनोल के बदले ऐल्फा नैप्योल या रिक्सोसिनल का उपयोग किया जा सकता है)। इस घोल को थोड़ा गरम रखना चाहिए और इसमें कपड़े को 20 मिनट तक पड़ा रहना चाहिए। इसके बाद कपड़े को हल्क-से धोकर मुत्ता लिया जाता है। कपड़ों को विविध प्रकार से रंग कर उनके परिणामों का अध्ययन करके यह ज्ञान प्राप्त करना चाहिए कि कौन-सी विधि उत्तम है।

28. दियासलाई बनाना

लकड़ी की छोटी सलाइया बनाइए अथवा दियासलाईयों (तीलियों) के सिर काट कर फेंक दीजिए और बची हुई तीलियों से काम लीजिए। इन तीलियों के सिरों को पिपले पैराफिन मोम (मोमबत्ती के मोम) में डुबा कर निकाल लीजिए। 2 ग्राम पिसे पोटैशियम क्लोरेट में 1

ग्राम ऐंटीमनी ट्राइ-सल्फाइड मिलाइए। मिश्रण को पीसना या घिसना नहीं चाहिए। दोनों चूर्णों को अंगुलियों से मिलाना चाहिए। पतला गोंद डाल कर लेप बनाइए। सलाइयों के पैराफिन लगे सिरों को इस मिश्रण में डुबाया जाता है और कड़ा होने के लिए उन्हें तीलियों का एक सिर नीचा रख कर 1 दिन के लिए लटका दिया जाता है। सलाइयों को घिसने के लिए लाल फास्फोरस और महीन सफेद बालू के बराबर आयतनों में गोंद डाल कर एक मिश्रण तैयार किया जाता है। इसे गत्ते या लकड़ी के तल पर फैना दिया जाता है और सुखाया जाता है। इस तल पर रगड़ने से सलाइयां जल उठती हैं।

इस प्रकार बनी दियासलाईयों की तुलना बाजार में विकने वाली दियासलाईयों और गर-सेपटी दियासलाईयों से करनी चाहिए।

29. रासायनिक 'फूल-उद्यान'

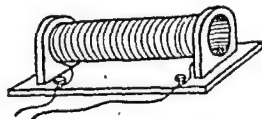
रासायनिक 'फूल-उद्यान' रसाकर्मण-क्रिया (आस्मोटिक ऐक्शन) से उत्पन्न होते हैं। जल-काच (वाटर-ग्लास या सोडियम सिलिकेट) का ऐसा घोल बनाइए जिसका घनत्व 1.1 हो। एक बीकर में इस घोल को 400 मिलीलिटर मात्रा ली जाती है और तब उसमें तांबे, लोहे, निकल और अलमिनियम के सल्फेटों, तांबे और लोहे के क्लोराइडों और तांबे, लोहे, कोबाल्ट, निकल और कैल्सियम के नाइट्रेटों के टुकड़े डाल दिए जाते हैं। इन टुकड़ों से 'फूल' बहुत शीघ्र उत्पन्न होते हैं। इन धातुओं के सिलिकेटों के क्षिल्लीदार थैले बन जाते हैं, जिनके भीतर सांद्रता बहुत होती है और इसी कारण ये थैले शीघ्र बढ़ते भी हैं।

30. चुम्बक बनाने में परिणलिका (सात्तेनायड) का उपयोग

गत्ते या प्लास्टिक की एक नलिका पर (जिसकी लम्बाई 13.5 सेंटीमीटर हो और व्यास 2.5 से 3 सेंटीमीटर तक हो) सं० 20 या सं० 22

वाले विसंवाही पदार्थयुक्त तावे के तार के 400 या 500 फेरे लपेटिए। लपेटने से पहले नलिका के प्रत्येक सिरे के लिए लकड़ी का एक आधार बना लिया जाता है। इन आधारों में नलिका की नाप के छेद रहते हैं। आधारों को नलिका पर सरेस से चिपका दिया जाता है और तार को नलिका में आधारों के बीच लपेटा जाता है। पेंदी के नीचे पेच कस कर इन आधारों को पेंदी पर कसा जाता है। कुंडली के दोनों सिरे पेंदी पर कसे टर्मिनल्स से सम्बद्ध कर दिए जाते हैं। यदि दिष्ट धारा (डी० सी०) की बिजली हो तो जितनी भी धारा कुंडली सहन कर सके उसमें जाने दी जा सकती है। यह कई अंपियर हो सकती है, सम्भव है कुंडली के साथ-साथ कोई प्रतिरोधी (रेजिस्टिंस) भी लगाना पड़े। जब कुंडली में विजली चालू की जाए तो उस छड़ के सिरे को, जिसे चुंबकित किया जा रहा है, कुछेक बार टॉक देना चाहिए। दिवसूचक और दण्ड-चुंबकों को फिर से चुंबकित किया जा सकता है।

इस परिनलिका का उपयोग प्रत्यावर्त धारा (ए० सी०) परिपथ में भी किया जा सकता है परन्तु परिपथ में एक टैप चाबी डाल देनी चाहिए और विद्युत्-धारा को इस चाबी की सहायता से केवल क्षण भर के लिए चालू करना चाहिए। यदि उस दण्ड में, जिसे चुंबकित किया जा रहा है, उचित ध्रुव नहीं उत्पन्न होते तो क्रिया को दोहराना चाहिए। यद्यपि इस रीति से पूर्ण चुंबकत्व नहीं उत्पन्न होता तब भी इसे एक पर्याप्त सीमा तक उत्पन्न किया जा सकता है। दो-चार बार परीक्षण करके देखना चाहिए।



परिशिष्ट—क
तौल और माप

रखिक माप

12 इंच	=	1 फुट
3 फुट	=	1 गज
5.5 गज	=	1 राड
16.5 फुट	=	1 राड
320 राड	=	1 मील
1,760 गज	=	1 मील
5,280 फुट	=	1 मील
6 फुट	=	1 फ़ैदम

वर्ग माप

144 वर्ग इंच	=	1 वर्ग फुट
9 वर्ग फुट	=	1 वर्ग गज
30 $\frac{1}{4}$ वर्ग गज	=	1 वर्ग राड
160 वर्ग राड	=	1 एकड़
640 एकड़	=	1 वर्ग मील
1 वर्ग मील	=	1 सेक्शन*
36 वर्ग मील	=	1 टाउनशिप*

घन माप

1,728 घन इंच	=	1 घन फुट
27 घन फुट	=	1 घन गज
लकड़ी की माप		
16 घन फुट	=	1 कार्ड फुट
128 घन फुट	}	= 1 कार्ड
8 कार्ड फुट		

गिनने की सारणों

12 एकक	=	1 दर्जन
--------	---	---------

12 दर्जन	=	1 ग्रोस
12 ग्रोस	=	1 बड़ा ग्रोस (प्रेट ग्रोस)*

24 ताव कागज	=	1 दस्ता
20 दस्ता अथवा		
480 ताव	=	1 रीम**

ऐवाहुंपायज तौल (भाल की तौल)

7,000 ग्रेन	=	1 पाउंड
16 औंस	=	1 पाउंड
100 पाउंड	=	1 अमरीकी हंड्रेडवेट*
2,000 पाउंड	=	1 अमरीकी टन*
2,240 पाउंड	=	1 घोस टन†

द्राय तौल (सोना, चांदी, मणि आदि के लिए)

24 ग्रेन	=	1 पेनीवेट
20 पेनीवेट	=	1 औंस
12 औंस	=	1 पाउंड
437 $\frac{1}{2}$ ग्रेन	=	1 औंस
7,000 ग्रेन	=	1 पाउंड

} ऐवाहुंपायज

480 ग्रेन	=	1 औंस
5,760 ग्रेन	=	1 पाउंड

} द्राय

दवाखानों की तौल

20 ग्रेन	=	1 स्क्रूपल
3 स्क्रूपल	=	1 ड्राम
8 ड्राम	=	1 औंस
12 औंस	}	= 1 पाउंड
5,760 ग्रेन		

*भारत में इसका प्रचार नहीं है।

**अथ साधारणतः 1 रीम में 500 ताव रहते हैं।

†भारत और इंग्लैंड में इसे टन कहते हैं, न कि घोस टन।

परिशिष्ट—ख

तारे और ग्रह

1. चमक क्रमानुसार तारों की सूची

तारा (क)	तारा मण्डल (ख)	उत्तर अथवा दक्षिण पहुंचने का समय		मध्याह्न में सूर्य की स्थिति से उत्तर या दक्षिण
		8 बजे मास (ग)	10 बजे रात मास (घ)	
सुद्वक (सिरियस)	श्वान (विग डाग)	फरवरी	जनवरी	10° द
अगस्त्य (कैनोपस)	नीतल (गिप आर्गों)	फरवरी	जनवरी	40° द
प्रथम किन्नर (ऐल्फा-सेंटारी)	किन्नर (सेंटार)	जून	मई	80° द
अभिजित (वेगा)	वीणा (लायर)	अगस्त	जुलाई	30° उ
ब्रह्महृदय (कैपेल्ला)	रथी (चैरियटियर)	जनवरी	दिसम्बर	70° उ
स्वाति (आर्कटयूरस)	भूतप (हंड्समैन)	जून	मई	0°
द्वितीय मृग या कालपुरुष (राइगेल)	मृग (ओरियन)	जनवरी	दिसम्बर	10° उ
प्रथम लघु श्वान (प्रोस्योन)	श्वानिका (लिटल डाग)	फरवरी	जनवरी	20° उ
वैतरणी भन्त (आखरनार)	वैतरणी (रिवर एरिडैन्स)	दिसम्बर	नवम्बर	30° द
द्वितीय किन्नर (बीटा-सेंटारी)	किन्नर (सेंटार)	जून	मई	80° द
प्रथम गरुड़ (आल्डेयर)	गरुड़ (ईगल)	गितम्बर	अगस्त	10° उ
आर्द्रा (बेटल्जुज)	मृग (ओरियन)	फरवरी	जनवरी	20° उ
प्रथम स्वस्तिक (ऐल्फा-क्रूमिस)	स्वस्तिक (मदर्न नास)	मई	अप्रैल	80° द
रोहिणी (गैल्डबर्न)	वृष (बुस)	जनवरी	दिसम्बर	40° उ

(क)	(ख)	(ग)	(घ)	(ङ)
द्वितीय मियुन (पोलक्स)	मियुन (हेवनली द्विन्स)	माच	फरवरी	30° उ
चित्रा (स्पाइका)	कन्या (विर्जिन)	मई	अप्रैल	30° द
ज्येष्ठा (ऐंटेरीज)	बृश्चिक (स्कापियन)	जुलाई	जून	50° द
प्रथम दक्षिणमीन (फार्मल् हाउट)	दक्षिण मीन (सदरन क्रिस)	अक्तूबर	सितम्बर	20° द
देनेब मघा	हंस (स्वैन)	सितम्बर	अगस्त	40° उ
(रेगुलस)	सिंह (लायन)	अप्रैल	माच	0°
द्वितीय स्वस्तिक (बीटा-कूमिस)	स्वस्तिक (सदरन क्रिस)	मई	अप्रैल	80° द
प्रथम मियुन (कैरटर)	मियुन (हेवनली द्विन्स)	माच	फरवरी	30° उ

सारणी 1 में निम्नलिखित सूचना है :

(क) सबसे अधिक चमकीले तारों के नाम, चमक के उतरते हुए क्रम में (पहले तारों के हिन्दी नाम हैं, कोष्ठकों में अंग्रेजी नाम हैं) ।

(ख) उस तारामण्डल का नाम, जिसमें वह तारा है (राशियों के नाम काले अक्षरों में हैं (इस स्तम्भ में भी पहले हिन्दी नाम हैं, फिर कोष्ठकों में अंग्रेजी नाम वे नहीं हैं जिन्हें गणित ज्योतिषी ठीक मानते हैं, बल्कि उनके स्थान पर वहां के बोलचाल के नाम हैं) ।

(ग) वह महीना, जिसमें तारा क्षितिज से अपनी महत्तम ऊंचाई पर, स्थानीय समय के अनुसार, लगभग 8 बज शाम पहुंचता है ।

(घ) वह महीना, जिसमें तारा क्षितिज से अपनी महत्तम ऊंचाई पर, स्थानीय समय के अनुसार लगभग 10 बजे रात शाम को पहुंचता है ।

(ङ) तारों की महत्तम ऊंचाई और स्तम्भ-ग में बताए गए महीने में स्थानीय समय के अनुसार

मध्याह्न पर सूर्य की ऊंचाई का अन्तर । उदाहरणार्थ ग्रहणहृदय को जनवरी में शाम को 8 बजे देखने के लिए द्रष्टा (दर्शक) को पहले उस स्थान पर देखना चाहिए, जहां उस दिन स्थानीय समय के अनुसार मध्याह्न में सूर्य था और तब उसे अपनी दृष्टि लगभग 70° उत्तर की ओर घुमाना चाहिए ।

टिप्पणियां :—प्रथम किन्नर और द्वितीय किन्नर दक्षिण स्वस्तिक के लिए 'निर्देशक' होते हैं । प्रथम किन्नर स्वस्तिक से दूर वाला तारा है । प्रथम किन्नर पृथ्वी से निकटतम चमकीला तारा है । वहां से पृथ्वी तक प्रकाश के जाने में लगभग 4 वर्ष लगते हैं ।

उन चार तारों में से, जिनसे दक्षिण स्वस्तिक की रूपरेखा बनती है, प्रथम स्वस्तिक सबसे अधिक दक्षिण में है और द्वितीय स्वस्तिक सबसे अधिक पूर्व में है ।

मियुन राशि में कैस्टर पोलक्स के उत्तर में है ।

2. ग्रह—सूर्य से अधिकतम दूरी के क्रम में

ग्रह	सूर्य से दूरी (करोड़ मील में)	व्यास (हजार मील में)	कक्षा में एक चक्कर लगाने का समय (वर्ष)
बुध (मरक्युरी)	3.6	3.2	0.24
शुक्र (वीनस)	6.7	7.85	0.62
पृथ्वी (अर्थ)	9.3	7.9	1.00
मंगल (मास)	14.2	4.25	1.88
बृहस्पति (ज्यूपिटर)	48.3	89	11.9
शनि (सैटर्न)	88.7	75	29.5
वारुणी (यूरेनस)	178.5	31	84
वरुण (नेपच्यून)	279.7	33	165
यम (प्लूटो)	367.5	4	248

सारणी-2 के स्तम्भों में ग्रहों के नाम, सूर्य से उनकी दूरी, उनके व्यास और कक्षा में एक चक्कर लगाने का समय दिया गया है।

वर्ष के विभिन्न समयों में तारों की सापेक्षता के अनुसार ग्रहों की स्थितियाँ भी बदलती रहती हैं। प्रत्येक ग्रह की चमक भी बदलती रहती है (किसी समय आकाश में ग्रहों की स्थिति क्या है, इसका पता पंचांग—ऐल्मनक—से लगाना चाहिए।)*

टिप्पणियाँ :

बुध—अधिक-से-अधिक केवल सूर्योदय के

आघ घंटे पहले या सूर्यास्त के आघ घंटे बाद तक दिखाई पड़ता है।

शुक्र—सूर्यास्त के तीन घंटे से अधिक बाद या सूर्योदय के तीन घंटे से अधिक पहले नहीं दिखाई देता।

मंगल, बृहस्पति और शनि बहुधा आकाश में बहुत चमकीले और स्पष्ट दिखाई पड़ते हैं।

शेष ग्रहों में से केवल बृहस्पति ही कोरी घाँस से देखा जा सकता है और यह एक मंद चमक वाला तारा मान्य पड़ता है।

*इस सम्बन्ध में भारत सरकार द्वारा प्रकाशित राष्ट्रीय पंचांग, जो हिन्दी, अंग्रेजी तथा भारत की प्रायः सभी भाषाओं में प्रकाशित होता है—भूतन्त्र 25 नए पते—उपयोगी होगा। —कनक

3. अक्षांश और दिनांक, जब मध्याह्न में सूर्य सिर के ठीक ऊपर रहता है

अक्षांश	दिनांक	अक्षांश	दिनांक
23. 5° उ	जून 21 ¹	जून	21 ¹
23° उ	जुलाई 3		10
22° उ	12		1
21° उ	19	मई	26
20° उ	24		21
19° उ	29		16
18 उ	अगस्त 2		12
17° उ	6		8
16° उ	9		5
15° उ	12		1
14° उ	16	अप्रैल	28
13° उ	19		25
12° उ	22		22
11° उ	25		19
10° उ	28		16
9° उ	31		13
8° उ	सितम्बर 2		11
7° उ	5		8
6° उ	8		5
5° उ	10		3
4° उ	13	मार्च	31
3° उ	16		29
2° उ	18		26
1° उ	21 ⁴		23 ³
भूमध्य रेखा	21 ⁴		21 ³

1 कर्क संक्रान्ति

2 मकर संक्रान्ति

अक्षांश	दिनांक	अक्षांश	दिनांक
23. 5° द	दिसम्बर 22 ²	दिसम्बर	22 ²
23° द	जनवरी 2		11
22° द	10		3
21° द	16	नवम्बर	27
20° द	21		22
19° द	25		18
18° द	29		14
17° द	फरवरी 2		10
16° द	5		7
15° द	9		3
14° द	12	अक्टूबर	31
13° द	15		28
12° द	17		25
11° द	20		22
10° द	23		20
9° द	26		17
8° द	28		14
7° द	मार्च 3		12
6° द	6		9
5° द	8		6
4° द	11		4
3° द	13		1
2° द	16	सितम्बर	29
1° द	18		26
भूमध्य रेखा	21 ³		23 ⁴

3 वसंत विषुव (महाविषुव)

4 शरद विषुव

परिशिष्ट—ग

तत्वों की सारणी

सं०	तत्व का नाम	संकेत	परमाणु क्रमांक	परमाणु भार
1	अक्टिनियम	Ac	89	227
2	अलमीनियम	Al	13	26.98
3	अमेरिकियम	Am	95	243
4	ऐंटीमनी	Sb	51	121.76
5	आर्गन	A	18	39.944
6	आर्सेनिक	As	33	74.91
7	ऐस्टैटिन	At	85	211
8	बेरियम	Ba	56	137.36
9	बर्केलियम	Bk	97	245
10	बेरिलियम	Be	4	9.013
11	बिस्मथ	Bi	83	209.00
12	बोरन	B	5	10.82
13	ब्रोमीन	Br	35	79.916
14	कैडमियम	Cd	48	112.41
15	कैल्सियम	Ca	20	40.08
16	कैलिफोर्नियम	Cf	98	(246)*
17	कार्बन	C	6	12.010
18	सौरियम	Ce	58	140.13
19	सीज़ियम	Cs	55	132.91
20	क्लोरीन	Cl	17	35.457
21	क्रोमियम	Cr	24	52.01
22	कोबाल्ट	Co	27	58.94
23	तांबा (कापर)	Cu	29	63.54
24	क्यूरियम	Cm	96	244
25	डिस्प्रोसियम	Dy	66	162.46
26	आइनस्टाइनियम	E	99	(253)*
27	एरबियम	Er	68	167.2

सं०	तत्व का नाम	संकेत	परमाणु क्रमांक	परमाणु भार
28	यूरोपियम	Eu	63	152.0
29	फर्मियम	Fm	100	(254)*
30	फ्लुओरीन	F	9	19.000
31	फ्रेंसियम	Fr	87	223
32	गैडोलिनियम	Gd	64	156.9
33	गैलियम	Ga	31	69.72
34	जर्मेनियम	Ge	32	72.60
35	स्वर्ण (गोल्ड)	Au	79	197.2
36	हैफ़नियम	Hf	72	178.6
37	हीलियम	He	2	4.003
38	होलमियम	Ho	67	164.94
39	हाइड्रोजन	H	1	1.0080
40	इंडियम	In	49	114.76
41	आयोडीन	I	53	126.92
42	इरिडियम	Ir	77	193.1
43	लोहा (आयरन)	Fe	26	55.85
44	क्रिप्टन	Kr	36	83.80
45	लैन्थैनिम	La	57	138.92
46	सीसा (लैड)	Pb	82	207.21
47	लिथियम	Li	3	6.940
48	ल्यूथोनियम	Lu	71	174.99
49	मैग्नेशियम	Mg	12	24.32
50	मैंगनीज	Mn	25	54.93
51	मैंगलेवियम	Mc	101	(256)*
52	पारा (मर्करी)	Hg	80	200.61
53	मोलिब्डेनियम	Mo	42	95.95

*यूरेनियम तत्वों के परमाणु भार अभी निर्दिष्ट नहीं हैं। इस सम्बन्ध में 'फिज़िकल रिव्यू' तथा अन्य वैज्ञानिक प्रकाशन देखने चाहिए। कोष्ठकों के नीचे दाहल्यता की द्रव्यमान संख्याएँ (भाग नंबर) प्रायः दि. अर्बं (डेसि) हैं।

सं०	तत्व का नाम	संकेत	परमाणु क्रमांक	परमाणु भार
54	नियोडियम	Nd	60	144.27
55	निओन	Ne	10	20.183
56	नेप्चूनियम	Np	93	237.07
57	निकल	Ni	28	58.69
58	नियोबियम	Nb	41	92.91
59	नाइट्रोजन	N	7	14.008
60	ओस्मियम	Os	76	190.2
61	ऑक्सीजन	O	8	16.0000
62	पैलेडियम	Pd	46	106.7
63	फास्फोरस	P	15	30.975
64	प्लैटिनम	Pt	78	195.23
65	प्लूटोनियम	Pu	94	239.08
66	पोलोनियम	Po	84	210
67	पोटैशियम	K	19	39.100
68	प्रेजीओसिमियम	Pr	59	140.92
69	प्रोमीथियम	Pm	61	145
70	प्रोटोएक्टिनियम	Pa	91	231
71	रेडियम	Ra	88	226.05
72	रैडान	Rn	86	222
73	रेनियम	Re	75	186.31
74	रोडियम	Rh	45	102.91
75	रुबीडियम	Rb	37	85.48
76	रुथेनियम	Ru	44	101.7
77	समेरियम	Sm	62	150.43

सं०	तत्व का नाम	संकेत	परमाणु क्रमांक	परमाणु भार
78	स्कैंडियम	Sc	21	44.96
79	सिलीनियम	Se	34	78.96
80	सिलिकन	Si	14	28.09
81	रजत (सिल्वर)	Ag	47	107.880
82	सोडियम	Na	11	22.997
83	स्ट्रोंशियम	Sr	38	87.63
84	गन्धक (सल्फर)	S	16	32.066
85	टैटलम	Ta	73	180.88
86	टैकनीशियम	Tc	43	99
87	टेल्यूरियम	Te	52	127.61
88	टर्बियम	Tb	65	159.2
89	थैलियम	Tl	81	204.39
90	थोरियम	Th	90	232.12
91	थूलियम	Tm	69	169.4
92	वर्ग (टिन)	Sn	50	118.70
93	टाइटेनियम	Ti	22	47.90
94	टंगस्टन	W	74	183.92
95	यूरेनियम	U	92	238.07
96	वैनेडियम	V	23	50.95
97	जोनान	Xe	54	131.3
98	इटर्बियम	Yb	70	173.04
99	इट्रियम	Y	39	88.92
100	यशदरन (ज़िंक)	Zn	30	65.38
101	ज़र्कोनियम	Zr	40	91.22

शिलाएं और खनिज

खनिज ऐसे प्राकृतिक अजीवोत्पन्न (अकार्बनिक) पदार्थ का नाम है जिसकी रासायनिक संरचना लगभग स्थिर हो और जिसके भौतिक लक्षण भी बहुत कुछ निश्चित हों।

धातुक उस शिला या खनिज को कहते हैं जिसमें एक या अधिक धातुएं हों और वे इतनी अधिक मात्रा में हों कि उनको निकालने से द्रव्य लाभ हो सके। लोहे और सीसे के कुछ धातुकों में 50 से 75 प्रतिशत तक धातु रहती है। दूसरी ओर प्रति टन एक घाँस (आवी छटाक) सोना देने वाले खनिज को अर्च्छा स्वर्ण खनिज समझा जाता है। बहुत कम ही ऐसा होता है कि धातु प्राकृतिक अवस्था में मिले। अनेक मूल्यवान धातुक धातु के आक्साइड, सल्फाइड या कार्बोनेट होते हैं।

खनिजों की पहचान

खनिज अपने गुण-धर्मों अथवा लक्षणों से पहचाने जाते हैं। कुछ खनिज सुगमता से पहचाने जा सकते हैं, दूसरों में सावधानी से परीक्षा करने की और बहुधा रासायनिक विदलेपण की भी आवश्यकता होती है। खनिजों के गुण-धर्म निम्नलिखित हैं :—

1. कुछ खनिजों के रंग बहुत निश्चित हैं, उदाहरणार्थ ऐस्पुराइट गहरे नीले रंग का होता है। परन्तु कुछ अन्य खनिज, उदाहरणार्थ स्फटिक, कई रंगों में पाए जाते हैं।

2. खनिज का रेशांक (स्ट्रीक) उस चिह्न के रंग को कहते हैं जो बिना चमक की चीनी

मिट्टी की कसौटी पर कगने से (रगड़ने से) बनता है। उदाहरणार्थ ग्रेफाइट का रेशांक काला होता है, हेमाटाइट का ललछाँह भूष, मैलाकाइट का हल्का हरा।

3. कुछ खनिज इस प्रकार टूटते हैं कि टूटने का तल चिकना और समान होता है। इन्हें बिब्लन (क्लीवेज) कहते हैं। उदाहरणार्थ गैलिन्या तीन समतलों में विदलित होता है। ये समतल परस्पर लम्ब होते हैं, फलतः गैलिन्या के कड़े टुकड़े को तोड़कर छोटे पन (क्यूब) बनाए जा सकते हैं।

4. खनिज की द्युति (लस्टर) का अर्थ है उसकी प्रकाश परावर्तित (रिफ्लेक्ट) करने की रीति। कई धातुओं में धातु की-सी द्युति होती है। हीरे की द्युति बड़ी चमकदार होती है और उसे हीरकीय (ऐडमैंटाइन) कहते हैं। किन्टोटाइल में, जो ऐस्बेस्टस का मुख्य प्राति स्थल है, रेशम की-सी द्युति होती है, कैमोसोन में, जो एक प्रकार की कड़ी मिट्टी है, मंद द्युति होती है।

5. खनिजों की कठोरता 1 से 10 तक कुछ भी हो सकती है। टैल्क इतना नरम होता है कि नख से खुरचा जा सकता है, और इतनी कठोरता 1 है। सबसे अधिक कठोरता हीरे में है, जो ज्ञात पदार्थों में सबसे अधिक कठोर होता है। इसकी कठोरता 10 है। नख (नागून) की कठोरता लगभग 2½ है और चक्र के फन की कठोरता लगभग 5½ होती है। खनिजों के किसी भी नमूने की कठोरता को खनिजों की निम्नलिखित मानक (स्टैंडर्ड) श्रेणी से तुलना

पत्थर का कोयला और पेट्रोलियम ऐसे पदार्थों से निकले हैं जो आरम्भ में जीवोत्पन्न थे, परन्तु समय ने उनको इस प्रकार बदल दिया है कि वे अब खनिज राज्य के सदस्य समझे जाते हैं।
इन्हें प्रायः 'खनिज ईंधन' कहा जाता है।

करके ज्ञात किया जा सकता है । कठोरता की जांच करने में सावधानी बरतनी चाहिए । यदि एक खनिज दूसरे को खरोचता है तो रगड़ कर मिटाने की चेष्टा करने पर, खरोच मिटेगी नहीं । यदि वह मिटाया जा सकता है तो उसका अर्थ है कि नरम खनिज का चूर्ण बड़े खनिज पर चिपक गया है और खरोच नहीं पड़ी है ।

1. टैल्क
2. जिप्सम
3. कैल्साइट
4. प्लुगोराइट
5. ऐपैटाइट
6. आर्थोक्लेज फेल्डस्पार
7. स्फटिक (क्वार्ट्ज)
8. टोपाज
9. कोरडम
10. हीरा

6. **आपेक्षिक गुरुत्व**—वह संख्या है जो यह बताती है कि उस पदार्थ का एक घन इंच (अथवा आयतन का कोई अन्य एकक) एक घन इंच पानी से कितना गुना भारी है । यदि स्फेलाइट की, जो जस्ते का धातुक है, 1 घन इंच की तौल पानी के 1 घन इंच की तौल की 4 गुनी है, तब हम कहते हैं कि स्फेलाइट का आपेक्षिक गुरुत्व 4 है । अधिकांश खनिजों का आपेक्षिक गुरुत्व 2 और 4 के बीच रहता है । तरल पेट्रोलियम का आपेक्षिक गुरुत्व 1 से कम है क्योंकि वह पानी पर तैरता है । विद्युत् सोने का आपेक्षिक गुरुत्व 19 है ।

7. **अम्ल में बुदबुदाना** कुछ खनिजों का गुणधर्म होता है । यदि, चूनापत्थर, संगमरमर या कैल्साइट पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की एक बूंद डाल दी जाए, तो एक रासायनिक क्रिया होगी जिससे गैस के बुलबुले निकलेंगे । इसी को बुदबुदाना (एफरव्सेन्स) कहते हैं । यह प्रयोग उन खनिजों की पहचान के लिए किया जा सकता है जिनमें इस गुण का रहना हम जानते हैं ।

8. **खनिजों के स्फाटीय रूपों में बड़ी विभिन्नता** होती है । यहाँ केवल 4 स्फाटीय रूपों का उल्लेख

किया जाएगा : घनाकार स्फाट, जिसके प्रतिनिधि गैलना और हैलाइट (साधारण नमक) हैं; पडभुज (6 भुजा वाले) जैसे स्फटिक; अष्टफलक (आक्टाहेड्रन), जैसे पाइराइट और हीरा; और समभुज फल (राम्बोहेड्रना) जैसे कैल्साइट ।

शिलाओं के वर्ग

शिला दो या अधिक खनिजों के मेल से बनी रहती है—यद्यपि कुछ शिलाएं प्रायः पूर्णतया एक ही खनिज के भी बनी होती हैं । ग्रैनाइट तीन खनिजों से बना है—स्फटिक या विल्लीर, फेल्डस्पार और अन्नक (माइका) । दूसरी ओर बलुआ पत्थर (सैंडस्टोन) और क्वार्ट्ज आइट प्रधानतः क्वार्ट्ज ही होते हैं, पत्थर और संगमरमर प्रधानतः कैल्साइट है । यह याद करना जरूरी है कि खनिजों की रासायनिक संरचना निश्चित होती है, परन्तु शिलाओं की नहीं ।

शिलाओं को तीन वर्गों में बांटा जाता है : आग्नेय (इग्निम), अक्सादी (सेडिमेंटरी) और कायान्तरित (मेटामॉर्फिक) ।

जब पिघली शिला ठण्डी होकर जमती है तो वह **आग्नेय शिला** बन जाती है । उदाहरणार्थ 1. ग्रैनाइट, जो लाल या सुरमई (प्रे) होता है और प्रधानतः स्फटिक, फेल्डस्पार और अन्नक से बना रहता है; उसकी चित्तीदार आकृति का कारण है विभिन्न खनिज स्फाटों का दिखाई पड़ते रहना । 2. बेसाल्ट, जो ज्वालामुखी पर्वतों से निकले पिघले पदार्थ (लावा) का साधारण रूप है और जो ह्रापन लिए काले रंग का होता है; इसमें कभी-कभी छोटे गड्ढे भी दिखाई पड़ते हैं, जो सम्भवतः भाप के कारण बने रहते हैं । 3. ओबसिडियन, जो ज्वालामुखीय कांच है, और काले, भूरे, हरे, इत्यादि रंगों का होता है । 4. प्यूमिस पत्थर, जो सफेद से लेकर सुरमई रंग तक का होता है, सरंध्र (पोरस) होता है तथा पानी पर तैरता है । 5. स्कोरिया, जो काने, सुरमई, या श्यामल लाल रंग का होता है और पत्थर के कोयले की राख की तरह दिखाई पड़ता है ।

विान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का आकर ग्रन्थ

अथसावी शिला पानी में बँठी तलछट में बनती है। उदाहरणार्थ 1. चूने का पत्थर, सफेद से सुरमई तक, प्रमुखतः कॅल्साइट से बना, बहुधा समुद्री प्राणियों के जीवाश्म उसमें मिलते हैं, अम्ल में बुदबुदाता है, लिमोनाइट (लौह आक्साइड) के कारण बहुधा पीले सहित भूरे रंग का रहता है। 2. बलुआ पत्थर, सुरमई अथवा लाल, मुख्यतः स्फटिक, इसमें बालू के कण दिखाई पड़ते हैं। 3. शैल, गाड़े सुरमई रंग का, काला मा लाल, साधारणतः पतली परतों में विभक्त किया जा सकता है, आर्द्र रहने पर मिट्टी की गंध आती है; तेल वाला शैल काला होता है। 4. विटमिनयुक्त कोयला : काला, कार्बन तथा कार्बन-यौगिकों से निर्मित, इसमें कड़े शैल आदि अपद्रव्य भी हो सकते हैं। 5. सम्पीडितारम, गोल पत्थर जो एक में जुड़ जाते हैं।

कायान्तरित शिलाएं वे हैं जिनकी काया दाव और ताप के कारण वदन गई है। उदाहरणार्थ 1. नाइस : प्रधानतः कायान्तरित ग्रेनाइट, स्फटिक, फेल्डस्पार और अन्नक, बहुधा परतों में मिलते हैं, अन्नक सफेद जाति का हो सकता है, जिसे मस्कोवाइट कहते हैं मा काली जाति का (बायोटाइट) 2. संगमरमर : कायान्तरित चूना-पत्थर, अनेक रंग, पालिश करने पर सुन्दर, अम्ल में बुदबुदाता है। 3. क्वार्ट्जाइट : कायान्तरित बलुआ पत्थर, बहुत ही कड़ा और ठोस, सुरमई अथवा लाल, बालू के कण, दृढ़ता में परस्पर चिपके हुए। 4. स्लेट : कायान्तरित शैल, साधारणतः काला, तोड़ने पर पतली परतें निकलती हैं, शैल से कड़ा। 5. ऐंबासाइट : विटमिनी कोयले से कड़ा और कम गई (पूर) देने वाला, उत्तम ईंधन।

परिशिष्ट—ड

धनत्व-सारणी

(ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर में)		मैग्नीशियम	
ऐल्कोहल 95%	0.807	संगमरमर	1.74
अल्मीनियम	2.7	पारा	2.5-2.8
पीतल	8.4	दूध	13.6
कार्बन टेट्राक्लोराइड	1.6	निकल	1.03
ऐथ्रासाइट कोल	1.4-1.8	पैराफिन	8.9
तावा	8.93	प्लैटिनम	0.824-0.94
पेट्रोल	0.75	समुद्र-जल	21.5
सीस कांच	3.0-3.6	चांदी	1.03
किसीस कांच	2.4-2.7	रागा	10.5
सोना	19.3	लकड़ी-ग्राबनूस	7.3
बर्फ	0.917	बांस (ग्रॉक)	1.2
लोहा	7.1-7.9	चीड़	0.7-0.9
सीसा	11.4	लिंगनम वाइटी	0.4-0.6
		जस्ता	1.33
			7.1
पत्थर, ईंट, सीमेंट (कण्ट के अनुसार)			
गोमेद	2.615	ग्रेनाइट	2.560-2.720
एस्फाल्टम	1.390	बजरी	1.600-1.920
ईंट (नरम)	1.600	जिप्सम	2.080-2.400
ईंट (साधारण)	1.790	हार्नब्लैंड	3.200-3.520
ईंट (कड़ी)	2.000	बिना बुझा चूना	0.800-0.880
ईंट (कसी)	2.160	चूना-पत्थर	2.720-3.200
ईंट (अग्नि सह)	2.250-2.400	मैग्नीशिया (कार्बोनेट)	2.400
चूने में ईंट का काम	1.600	संगमरमर	2.560-2.880
सीमेंट में ईंट का काम	1.790	पत्थर के ब्लॉकों की दीवार	2.240-2.560
सीमेंट (रोजिन डेल)	0.960	पत्थर की दीवार	2.240-2.880
सीमेंट (पोर्टलैंड)	1.250	चूने का गारा	1.440-1.600
चिकनी मिट्टी	1.920-2.400	पिच	1.150
कंक्रीट	1.920-2.240	पेरिस-प्लास्टर	1.180-1.280
हीरा	3.530	चीनी मिट्टी	2.380
मिट्टी (पौली)	1.150-1.280	स्फटिक	2.640
मिट्टी (कुटी)	1.440-1.760	बालू	1.440-1.760
एमरो	4.000	बलुआ पत्थर	2.240-2.400
किसीस कांच	2.520	स्लेट	2.720-2.880
सीस कांच	3.000-3.600	सिल्वर डी	2.650-2.800
कांच (हर)	2.640	ट्रेप	2.720-3.400
		टाइल	1.760-1.920

परिशिष्ट—च

उष्मा सम्बन्धी स्थिरांक

पदार्थ	विशिष्ट उष्मा	गतनांक ('सें)	स्वयनांक ('सें)	सैद्धिक प्रसार गुणांक (प्रति 'सें)
ठोस				
घर्लमीनियम	0.22	658	2,200	0.000023
पीतल	0.092	900		0.0000189
तांबा	0.092	1,083	2,300	0.0000167
कांच (साधारण)	0.16	1,100		0.000085
बर्फ	0.50	0		
लोहा	0.12	1,530	3,000	0.000012
शोषा	0.031	327	1,755	0.000029
पारा	0.033	-39	356.7	
रंग्या	0.055	232	2,260	0.000023
जस्ता	0.093	419	907	0.000029
द्रव				
ऐल्कोहल (एथिल)	0.58	-130	87.3	
ग्लिसरीन	0.576	17	290	
मिट्टी का तेल	0.5-0.6			
पारा	0.033		357	
सल्फ्यूरिक अम्ल	0.34	10.5	330	
पानी	1.00		100	
गैस				
हवा	0.24		-190	
ऐल्कोहल (एथिल)	0.41			
धमोनिया गैस	0.52	-78	-33	
कार्बन डाइ-प्रोक्साइड	0.20	-56.6	-79	
हाइड्रोजन	3.36			
नाइट्रोजन	0.25			
प्रोक्साइड	0.22			
भाप	0.48			

त्रिभिन्न तापमापियों का तुल्यांक

	परम	सेंटीग्रेड	फारेनहाइट	रोमर
परम शून्य	0° प	-273° में	-459° फा	-218° रो
फारेनहाइट शून्य	255° प	-18° में	0° फा	-14° रो
जल का हिमांक	273° प	0° में	23° फा	0° रो
जल का क्वथनांक	373° प	100° में	212° फा	80° रो

सेंटीग्रेड से फारेनहाइट में परिवर्तन

सें	फा	में	फा	में	फा	सें	फा
0	32						
1	34	26	79	51	124	76	169
2	36	27	81	52	126	77	171
3	37	28	82	53	127	78	172
4	39	29	84	54	129	79	174
5	41	30	86	55	131	80	176
6	43	31	88	56	133	81	178
7	45	32	90	57	135	82	180
8	46	33	91	58	136	83	181
9	48	34	93	59	138	84	183
10	50	35	95	60	140	85	185
11	52	36	97	61	142	86	187
12	54	37	99	62	144	87	189
13	55	38	100	63	145	88	190
14	57	39	102	64	147	89	192
15	59	40	104	65	149	90	194
16	61	41	106	66	151	91	196
17	63	42	108	67	153	92	198
18	64	43	109	68	154	93	199
19	66	44	111	69	156	94	201
20	68	45	113	70	158	95	203
21	70	46	115	71	160	96	205
22	72	47	117	72	162	97	207
23	73	48	118	73	163	98	208
24	75	49	120	74	165	99	210
25	77	50	122	75	167	100	212

आपेक्षिक आर्द्रता (प्रतिशत) — फा

शुष्क तापमापी का ताप °फा	आर्द्र तापमापी में कमी (°फा) अर्थात् आर्द्र तथा शुष्क तापमापियों के पाठ्यांकों का अन्तर																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
120	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	69	67	64	62	59	57	55	53	51	48	
118	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	69	66	63	61	59	56	54	52	50	48	
116	97	94	90	87	84	82	79	76	73	71	68	65	63	61	58	56	54	51	49	47	
114	97	94	90	87	84	81	79	76	73	70	68	65	63	60	58	55	53	51	48	46	
112	97	94	90	87	84	81	78	75	73	70	67	65	62	59	57	55	52	50	48	46	
110	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54	51	49	47	45	
108	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	49	46	44	
106	96	93	90	87	84	80	77	74	71	68	66	63	60	58	55	52	50	48	45	43	
104	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	60	57	54	52	49	47	44	42	
102	96	93	90	86	83	80	77	73	70	67	65	62	59	56	54	51	48	46	43	41	
100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	55	53	50	47	45	42	40	
	99	98	96	95	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	80	79		76		72	
	98	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	57	54	52	49	46	44	41	39
	96	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	57	54	51	48	45	43	40	38
	94	96	93	89	85	81	78	75	71	68	65	62	59	56	53	50	47	44	42	39	36
	92	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40	38	35
	90	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	34
		89	87	86	85	83	82	81	79	78	76	75	73	72	70	69	67		63		59
	88	96	92	88	84	80	77	73	69	66	63	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32
	86	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	52	49	45	42	39	36	33	31
	84	96	92	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	51	47	44	41	38	35	32	29
	82	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	56	53	49	46	43	40	36	33	30	27
	80	96	91	87	83	79	74	70	66	63	59	55	52	48	45	41	38	35	31	28	25
		79	77	76	74	73	72	70	68	67	65	63	62	60	58	56	54		50		44
	78	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	50	47	43	40	36	33	30	28	23
	76	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38	34	31	28	24	21
	74	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	52	48	44	40	36	33	29	26	22	19
	72	95	90	85	80	76	71	67	63	58	54	50	46	42	38	34	31	27	23	20	16

70	95	90	85	80	75	71	66	62	57	53	49	44	40	36	32	28	24	21	17	14
69	67	66	64	62	61	59	57	55	53	51	49	47	44	42	39		33		26	
68	95	90	84	79	75	70	65	60	56	51	47	43	38	34	30	26	22	18	15	11
66	95	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41	36	32	28	23	20	16	12	8
64	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	30	25	21	17	13	9	5
62	94	88	83	77	72	66	61	56	51	46	41	37	32	27	23	18	14	10		5
60	94	88	82	77	71	65	60	55	50	44	39	34	29	25	20	15	11	6		2
58	57	55	53	51	49	47	45	43	40	38	35	32	29	25	21					
58	94	88	82	76	70	64	59	53	48	42	37	31	26	22	17	12	7		2	
56	94	87	81	75	69	63	57	51	46	40	35	29	24	19	13	8	3			
54	93	87	80	74	68	61	55	49	43	38	32	26	21	15	10	5				
52	93	86	79	73	66	60	54	47	41	35	29	23	17	12	6					
50	93	86	79	72	65	59	52	45	38	32	26	20	14	8	2					
48	46	44	42	40	37	34	32	29	26	22	18									
48	92	85	77	70	63	56	49	42	36	29	22	16	10	4						
46	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19	12	6							
44	92	84	75	68	60	52	45	37	29	22	15	8								
42	91	83	74	66	58	50	42	34	26	18										
40	91	82	73	65	56	47	39	30												
38	35	33	30	28	25															

टिप्पणी : इस सारणी में ओषांक कालें अको में हैं ।

आपेक्षिक आर्द्रता (प्रतिशत)—सैं

शुष्क ताप-मापी का ताप °से	आर्द्र तापमापी में कमी (°से)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20				
50	94	89	84	79	74	70	65	61	57	53	46	40	33	28	22				
45	94	88	83	78	73	68	63	59	55	51	42	35	28	22	16				
40	93	88	82	77	71	65	61	56	52	47	38	31	23	16	10				
35	93	87	80	75	68	62	57	52	47	42	33	24	16	8					
30	92	86	78	72	65	59	53	47	41	36	26	16	8						
25	91	84	76	69	61	54	47	41	35	29	17	6							
20	90	81	73	64	56	47	40	32	26	18	5								
15	89	79	68	59	49	39	30	21	12	4									
10	87	75	62	51	38	27	17	5											

परिशिष्ट—ज

ग्रीक वर्णमाला

ऐल्फा (a)	...	...	Α α	न्यु (n)	...	Ν ν
बीटा (b)	...	...	Β β	एक्सआई (x)	...	Ξ ξ
गामा (g)	...	...	Γ γ	ओमिगन (o)	...	Ο ο
डेल्टा (d)	..	...	Δ δ or δ	पी (p)	...	Π π
एप्साइलन (e)	..	..	Ε ε	रौ (r)	...	Ρ ρ
जीटा (z)	...	..	Ζ ζ	सिगमा (s)	..	Σ σ or σ
ईटा (h)	...	...	Η η	टाउ (t)	...	Τ τ
थीटा (th)	...	...	Θ θ	अप्साइलन (u)	...	Υ υ
आइभोटा (i)	...	..	Ι ι	फाई (ph)	...	Φ φ or
कैपा (k)	...	...	Κ κ	चाई (ch)	...	Χ χ
लैम्ब्डा (l)	...	...	Λ λ	साई (ps)	...	Ψ ψ
म्यू (m)	...	...	Μ μ	ओमेगा (o)	...	Ω ω

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0129	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4 9 13 17	21	26 30 34 38	20	24 28 32 37				
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4 8 12 15	19	23 27 31 35	19	22 26 30 33				
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3 7 11 14	18	21 25 28 32	17	20 24 27 31				
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3 7 10 13	16	20 23 28 30	16	19 22 25 29				
14	1481	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3 6 9 12	15	18 21 24 28	15	17 20 23 26				
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3 6 9 11	14	17 20 23 26	14	16 19 22 25				
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3 5 8 11	14	16 19 23 24	13	15 18 21 23				
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	3 5 8 10	13	15 18 20 23	12	15 17 19 22				
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2 5 7 9	12	14 16 19 21	12	14 16 18 21				
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2 4 7 9	11	13 16 18 20	11	13 15 17 19				
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2 4 6 8	11	13 15 17 19						
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2 4 6 8	10	12 14 16 18						
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2 4 6 8	10	12 14 15 17						
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2 4 6 7	9	11 13 15 17						
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	1 4 5 7	9	11 12 14 16						
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2 3 5 7	9	10 12 14 15						
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2 3 5 7	8	10 11 13 15						
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2 3 5 6	8	9 11 13 14						
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	1 3 5 6	8	9 11 12 14						
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	2 3 4 6	7	9 10 12 13						
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1 3 4 6	7	9 10 11 13						
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1 3 4 6	7	8 10 11 12						
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1 3 4 5	7	8 9 11 12						
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1 3 4 5	6	8 9 10 12						
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1 3 4 5	6	8 9 10 11						
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1 2 4 5	6	7 9 10 11						
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5 47	5658	5670	1 2 4 5	6	7 8 10 11						
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1 2 3 5	6	7 8 9 10						
38	5799	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1 2 3 5	6	7 8 9 10						
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1 2 3 4	5	7 8 9 10						
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1 2 3 4	5	6 8 9 10						
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1 2 3 4	5	6 7 8 9						
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1 2 3 4	5	6 7 8 9						
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1 2 3 4	5	6 7 8 9						
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1 2 3 4	5	6 7 8 9						
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1 2 3 4	5	6 7 8 9						
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1 2 3 4	5	6 7 7 8						
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1 2 3 4	5	6 7 8 8						
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1 2 3 4	4	5 6 7 8						
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1 2 3 4	4	5 6 7 8						
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7058	7067	1 2 3 3	4	5 6 7 8						

इस सारणी के उस भाग के प्रकाशन-अधिकार मेसर्स मैग्नीटन एण्ड कम्पनी लिमिटेड के पास सुरक्षित है, जिसमें लघुगणक की 1,000 से 2,000 सख्याएँ प्रकृत हैं। परन्तु कम्पनी ने शैक्षणिक प्रयोग के लिए इसके पुनर्मुद्रण की इजाजत दे रखी है।

विज्ञान-शिक्षण के लिए यूनेस्को का प्रकार ग्रन्थ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	7079	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7134	7142	7150									
52													2	3	3	4	5	6	7
53													2	2	3	4	5	6	7
54													2	2	3	4	5	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7467	7475	1	2	2	3	4	5	6	7	8
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	6	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8123	1	1	2	3	3	4	5	6	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	6	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	6	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	6	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	5	6	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	5	6	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8519	8526	8532	8539	8545	8551	8557	8563	8569	8575	1	1	2	2	3	4	4	5	6
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	6
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	6
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	2	4	4	5	6
75	8751	8758	8764	8770	8776	8782	8787	8793	8799	8805	1	1	2	2	3	4	4	5	6
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	4	4	5	6
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	4	4	5	6
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	4	4	5	6
79	8978	8983	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	4	4	5	6
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	4	4	5	6
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9123	9128	9133	1	1	2	2	3	4	4	5	6
82	9139	9145	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	4	4	5	6
83	9191	9198	9201	9206	9211	9217	9222	9227	9232	9237	1	1	2	2	3	4	4	5	6
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	4	4	5	6
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	4	4	5	6
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	4	4	5	6
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	4	4	5
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	4	4	5
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9537	0	1	1	2	2	3	4	4	5
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	4	4	5
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9629	9633	0	1	1	2	2	3	4	4	5
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	4	4	5
93	9685	9690	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	4	4	5
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	4	4	5
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	4	4	5
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9858	9863	0	1	1	2	2	3	4	4	5
97	9868	9873	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	4	4	5
98	9913	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	4	4	5
99	9958	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9994	0	1	1	2	2	3	4	4	5

टिप्पणी :—ये सारणियाँ ऐसे बनाई गई हैं कि सम्पन्न के प्रयोग में प्राप्त सीमा
 अधिकतम 4-संक अनुमान के एक इकाई नीचे या ऊपर के व्यतिक्रम मिलेगी होगी।
 उदाहरण के लिए, अगर प्राप्त सम्पन्न 0.5014 है तो अधिकतम 4-संक अनुमान
 0.5013, 0.5014 या 0.5015 में से कोई एक होगा। इन प्रकार की विनियमनाओं
 की एक श्रृंखला गणना के प्रयोग से हमने बट बट नहीं उतार प्राप्त नहीं किया जा सकता।

