10

विद्यूत धारा और चुम्बकत्व

आज का युग संचार का युग है। विद्युत के बिना इस युग की कल्पना असंभव है। ऐसा लगता है कि जैसे विद्युत से हमारा जन्म-जन्मांतर से अटूट रिश्ता है। जानते हैं, जिस विद्युत को हम सभी उपयोग करते हैं उसका जन्मदाता कौन है? आकाश में बिजली की चमक और बादलों की गर्ज से हम सभी भली-भांति परिचित हैं। क्या है यह आकाश में चमकती हुई बिजली?

मान लीजिए दिन छिपने को है, आकाश में बादल गर्ज रहे हैं और अचानक घर की बिजली गायब हो जाती है। आपका छोटा भाई हवा भरे गुब्बारे को अपनी कमीज से रगड़ कर दीवार के पास लाता है, परंतु आज वह गुब्बारा दीवार से नहीं चिपकता, नीचे गिर पड़ता है। आप अंधेरे में अपने स्वेटर अतारते हैं परंतु आज न तो चिट-चिट की आवाज आती है और न ही छोटी-छोटी चिंगारियां ही दिखाई देती है। आप अंधेरा भगाने के लिए टार्च निकालते हैं परन्तु आज वह भी धोख दे रही है, लगता है उसके सेलों ने काम करना बंद कर दिया है। आपके पड़ोस के कारखाने में जनरेटर चलाकर मशीनें चलाई जा रही हैं। कारखाने में बल्ब जलते दिखाई दे रहे हैं और जनरेटर व मशीन का शोर सुनाई दे रहा है। आप कुछ सोचने लगते हैं। आपके मन में उठते उन सवालों में से अनेकों के जवाब आप इस पाठ का अध्ययन करने के बाद पा सकेंगे।

उद्देश्य

यह पाठ पढ़ने के बाद आप सक्षम होंगे :

- विद्युत आवेश तथा इलेक्ट्रान सिद्धांत को समझ पाने में;
- मुक्त रूप से लटका चुम्बक सदा एक ही दिशा में क्यों ठहरता है?
- विद्युत धारा के विषय में जान पाने में;
- चुम्बक के उपयोग समझ पाने में; और
- दिन धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा में अन्तर कर सकेंगे।

10.1 स्थिर विद्युत आवेश

यदि मौसम साफ हो तो यह प्रयोग करके देखिए। अपने सूखे बालों से प्लास्टिक की कंघे को रगड़कर छोटे-छोटे काजग के टुकड़ों के पास लाइए। आप यह देखेंगे कि कागज के टुकड़े कंघे की ओर खिंचते हैं और उससे चिपक जाते हैं। इसी प्रकार यदि आप हवा भरे गुब्बारे को अपनी कमीज से रगड़कर दीवार के पास ले जाएं तो यह गुब्बारा आपके हाथों से खिंचकर दीवार से चिपक जाता है। ऐसा क्यों होता है? जब हम वस्तुओं को रगड़ते हैं तो इन पर विद्युत आवेश आ जाता है इस प्रकार की विद्युत को स्थिर विद्युत कहते हैं। इस प्रकार की विद्युत के साथ सर्वप्रथम अब से 2600 वर्ष पूर्व ग्रीस के वैज्ञानिक थेल्स ने कई खोज की। हो सकता है अन्य वैज्ञानिकों ने भी इसके विषय में अध्ययन किए हों, परंतु थेल्स ने अपने प्रेक्षणों को लिखकर रखा, इसीलिए इस खोज का श्रेय उन्हीं को जाता है। इसके पश्चात् 2100 वर्ष तक इस क्षेत्र में कोई महत्वपूर्ण खोज नहीं हुई। अब से लगभग 500 वर्ष पूर्व विलियम गिल्बर्ट ने स्थिर विद्युत से संबंधित प्रयोग किए और सबसे पहले 'विद्युत बल' और 'विद्युत आकर्षण' जैसे शब्दों का उपयोग किया।

सन् 1752 ई. में बेंजामिन फ्रेंकलिन ने यह सिद्ध किया कि आकाश में बिजली

का चमकना वास्तव में विद्युत के कारण ही है। उसने अपने प्रयोग द्वारा बादलों में उत्पन्न विद्युत को गीली पतंग की डोर द्वारा पृथ्वी तक पहुँचाया। उन्होंने दो प्रकार के विद्युत आवेशों की खोज की-घनात्मक एवं ऋणत्मक। फ्रेंकलिन के प्रयोगों के बाद सैंकड़ों वर्ष तक वैज्ञानिक विद्युत आवेश का स्रोत जानने का प्रयत्न करते रहें। अन्ततः बीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में इस प्रश्न को हल करने वाला इलेक्ट्रॉन-सिद्धान्त विकसिक हुआ।

इलेक्ट्रॉन सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार प्रत्येक पदार्थ उत्यन्त सूक्ष्म कणों, जिन्हें परमाणु कहते हैं, से मिलकर बनता है। प्रयोगों द्वारा यह पाया गया कि परमाणु स्वयं दो प्रकार के अत्यन्त सूक्ष्म विद्युत कणों से मिलकर बना है। इसमें से एक प्रकार के कण को प्रोटॉन कहते हैं, जिस पर घनात्मक विद्युत आवेश होता है तथा दूसरे प्रकार के कण को इलेक्ट्रॉन कहते हैं, जिस पर ऋणात्मक विद्युत आवेश होता है। प्रत्येक परमाणु के नाभिक में जितने घनावेशित प्रोटॉन होते हैं उनते ही ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर कक्षाओं में परिक्रमा करते रहते हैं। इसीलिए परमाणु को 'विद्युत उदासीन' कहते हैं। जब हम दो वस्तुओं को परस्पर रगड़ते हैं तो एक वस्तु के इलेक्ट्रॉन दूसरी वस्तु में स्थानान्तरित हो जाते हैं। जो वस्तु इलेक्ट्रॉन खो देती है, वह घनावेशित हो जाती है। इसके विपरीत जिस वस्तु पर इलेक्ट्रॉन चले जाते हैं, वह ऋणावेशित हो जाती है।

इस प्रकार हम देखते हैं कि आवेश दो प्रकार के होते हैं-(1) घन आवेश तथा (2) ऋण आवेश। परम्परा के अनुसार काँच की छड़ को रेशम से रगड़ने पर काँच की छड़ जिस आवेश से आवेशित होती है उसे घन आवेश कहते हैं। इसके विपरीत, प्लास्टिक के पैमाने को ऊन से रगड़ने पर पैमाना जिस आवेश में आवेशित होता है उसे ऋण आवेश कहते हैं। ये आवेश परस्पर कैसा व्यवहार करते हैं इसे जानने के लिए एक क्रियाकलाप करते हैं :

क्रियाकलाप 10.1

आपको क्या करना है : आवेशों में परस्पर व्यवहार का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : दो काँच की छड़ें, प्लेट, परखनली, दो प्लास्टिक के पैमाने, छड़, रेशम का टुकड़ा, ऊन, धागा, स्टैण्ड।

आपको कैसे करना है : एक काँच की छड़ को रेशम से रगड़कर आवेशित कीजिए और फिर उसे चित्र की भांति स्टैण्ड से लटकाइए। एक अन्य काँच की छड़ को भी इसी प्रकार आवेशित करके पहली छड़ के आवेशित सिरे के निकट लाइए। आप क्या देखते हैं? लटकी हुई छड़ दूसरी छड़ से दूर भागने लगती है। यही प्रयोग दोनों प्लास्टिक के पैमाने को ऊन से रगड़कर दोहराइए। इस बार क्या होता है?

निष्कर्ष : इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? यही न कि सजातीय आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

आखिर ऐसा क्यों?

अब काँच की एक छड़ को रेशम से रगड़कर पहले की भांति फिर लटकाइए। पहले की ही भांति प्लास्टिक के पैमाने को ऊन से रगड़कर स्टैण्ड से लडकी काँच की छड़ के आवेशित सिरे के निकट लाइए। इस बार आप क्या देखते हैं? अब काँच की छड़ प्लास्टिक के पैमाने से दूर नहीं भागती वरन् उस की और आकर्षित होती है। इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? जाहिर है कि विजातीय आवेश एक दूसरे की अपनी ओर आकर्षित करते हैं।

आप जानते हैं सभी वस्तुओं की बनावट समान नहीं होती। हम अपने घरों पर बिजली के जिन तारों का उपयोग करते हैं उनकी बनावट को ध्यान से देखिए। उसमें धातु के तार के ऊपर रबड़ अथवा प्लास्टिक का खोल चढ़ा होता है।

विद्युत मोटर की कुण्डलियों अथवा ट्यूब लाइट को चोक की कुण्डली के तार को ध्यान से देखिए। इस पर ऐनामिल पेंट चढ़ा होता है। जानते हैं धातु के तारों पर यह खोल अथवा आवरण क्यों चढ़े होते हैं? धातु के तार में विद्युत आवेश आसाने से प्रवाहित हो जाता है जबकि रबड़, प्लास्टिक अथवा ऐनामिल आवेश को अपने में से प्रवाहित नहीं होने देते।

आकाश में बिजली चमकना और मेघ गर्जन

बचपन में आपको आकाश में बिजली चमकने के साथ ही मेघ गर्जन की भयंकर आवाज सुन कर डर लगता होगा और उनके बारे में जानने की इच्छा भी होती होगी। जानते हैं आकाश में बिजली कब चमकती है?

आकाश में बिजली का चमकना प्राय: गर्म मौसम में गर्म हवाओं के ऊपर उठने के कारण होता है। गर्म हवाएं तेजी से ऊपर उठते समय जल के नन्हें कणों को बादलों तक ले जाती हैं। जब जल कण तथा हिमकण चक्कर खाते हुए वायु में तीव्र गति से उड़ते हैं तो वायु से घर्षण के कारण आवेशित हो जाते हैं। छोटे-छोटे धनावेशित हिम-क्रिस्टल उड़कर बादलों के शिखर तक उठ जाते हैं तथा ऋणावेशित ओले नीचे बादलों की तली में चले जाते हैं। जब विपरीत प्रकृति के आवेशों वाले दो बादल एक-दूसरे के निकट आते हैं, तो उनके आवेश स्थिर नहीं रह पाते वरन् तीव्र गति से वायु में होकर एक बादल से दूसरे बादल में चले जाते हैं। इससे वायु चालक बन जाती है। फलस्वरूप, थोड़े समय के लिए बहुत अधिक मात्रा में विद्युत आवेश चालक वायु से विसर्जित होता है। यही विद्युत विसर्जन प्रकाश की अत्यधिक तीव्र रेखा (तड़ित) के रूप में हमें आकाश में दिखाई पड़ता है, जिसे बोलचाल में हम बिजली चमकना भी कहते हैं। इस विद्युत विसर्जन के कारण वायु में अत्यधिक तीव्रता के संपीड़न व विरलन होते हैं, जिनके कारण भयंकर आवाज होती है, जिसे मेघ गर्जन कहते हैं। प्रत्येक तड़ित के साथ मेध गर्जन अवश्य होता है।

यद्यपि आकाश में आवेश द्वारा उत्पन्न तड़ित बहुत थोड़े समय के लिए दिखाई

देती है, परन्तु इसमें विशाल मात्रा में प्रकाश व ऊष्मा उत्पन्न होती है। क्या आप तड़ित से होने वाले हानि का अनुमान लगा सकते हैं? कभी-कभी बादलों और पृथ्वी के बीच भी तड़ित दिखाई देती है, जिसके कारण भवनों तथा वृक्षों को अत्यधिक हानि होती है।

वे पदार्थ, जिनसे विद्युत आवेश सरलता से प्रवाहित हो जाता है विद्युत चालक कहलाते हैं। इसके विपरीत ये पदार्थ जिनमें आवेश प्रवाहित नहीं हो पाता विद्युतरोधी कहलाते हैं।

सभी धातुएं विद्युत चालक होती हैं। हमारा शरीर भी विद्युत चालक है। जल तथा नमी भी विद्युत चालक होते हैं। रबड़, प्लास्टिक, सूखी लकड़ी, ऐनामिल पेंट विद्युतरोधी पदार्थों के कुछ उदाहरण हैं। शुष्क वायु विद्युतरोधी होती है, जबकि नम वायु विद्युत रोधी नहीं होती। यही कारण है कि स्थिर विद्युत के प्रयोग शुष्क मौसम में ही किए जाते हैं। मौसम में नमी हो, तो कांच अथवा प्लास्टिक की छड़ रगड़े जाने पर आवेशित होकर शीघ्र ही अनावेशित हो जाती है। ऐसा क्यों होता है इस पर विचार कीजिए।

पाठगत प्रश्न 10.1

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

   (i) आवेश दो प्रकार के होते हैं .... तथा ....।

   (ii) सजातीय आवेशों में .... तथा विजातीस आवेशों में .... होता है।

   (iii) दो बादलों के बीच अत्यधिक विद्युत विसर्जन की घटना .... कहलाती है।

   (iv) घर्षण द्वारा आवेशित होने पर दोनों वस्तुएं परिणाम में .... परन्तु प्रकृति में .... आवेश ग्रहण करती है।

(v) जिन पदार्थों में आवेश आसानी से प्रवाहित हो जाता है उन्हें .... कहते हैं।

(vi) जिन पदार्थों से आवेश प्रवाहित नहीं होता उन्हें .... कहते हैं।

2. यही उत्तर चुनिए :

(i) इनमें विद्युत चालक कौन है

(a) चॉक (b) रबड़ (c) शुष्क वायु (d) नींबू का रस

(ii) इनमें कौन विद्युत रोधी है

(a) नमकीन पानी (b) तांबा (c) जस्ता (d) शुष्क वायु

10.2 विद्युत धारा

हमने पढ़ा कि विद्युत आवेश धातु के तार से प्रवाहित हो जाता है। आवेश के प्रवाह को ही 'विद्युत धारा' कहते हैं। जरा सोचिए, किसी चालक से विद्युत धारा के प्रवाह की आवश्यक शर्त क्या है? इसे समझने के लिए चित्र में नली AB से जुड़े दो बर्तनों पर विचार कीजिए। इस नली में किस बिन्दु से किस बिन्दु की ओर जल प्रवाहित होगा? नली में जल का प्रवाह कब तक निरंतर बना रहेगा? नली में जल का प्रवाह बना रहे इसके लिए क्या करना चाहिए? यदि नली के बिन्दु A पर जल का दाब नली के बिन्दु B पर जल के दाब से अधिक बना रहे तो नली में A से B की ओर निरन्तर जल प्रवाहित हो सकता है। इसके लिए बिन्दु A पर जल की निरन्तर आपूर्ति होते रहना आवश्यक है।

ठीक इसी प्रकार किसी चालक AB के सिरे A से सिरे B की ओर इलेक्ट्रॉन का प्रवाह निरन्तर बनाए रखने के लिए यह आवश्यक है कि सिरे A पर इलेक्ट्रानों की निरन्तर आपूर्ति होती रहे। विद्युत सेल एक ऐसी ही युक्ति होती है। विद्युत सेलों में रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा सेल के एक सिरे (ऋण

टर्मिनल) पर इलेक्ट्रॉनों की निरन्तर आपूर्ति हो सकती है। सर्वप्रथम वोल्टा ने एक विद्युत सेल बनाया था, जिस वोल्टीय सेल कहते हैं। इस सेल का ऐतिहासिक महत्व है। व्यवहार में इसे कहीं भी उपयोगी नहीं किया जाता। आप भी वोल्टा की भांति अपना विद्युत सेल बना सकते हैं।

क्रियाकलाप 10.2

आपको क्या करना है : नींबू से विद्युत सेल बनाना।

आपको क्या चाहिए : बेकार शुष्क सेल, चाकू, रेगमाल, बिजली के 40 cm लम्बे दो तार, 1.5V का टार्च बल्ब, टार्च बल्ब होल्डर, नींबू।

आपको कैसे करना है : शुष्क सेल को तोड़कर उसकी कार्बन छड़ निकालिए। सेल के जिंक को बर्तन को काटकर लगभग 1cm चौड़ी पट्टी काटिए। इस पट्टी को रेगमाल से अच्छी तरह रगड़कर साफ कीजिए। बिजली के दो तारों को लेकर बल्ब होल्डर के दो सिरों से जोड़िए। बल्ब होल्डर में बल्ब लगाइए। दोनों तारों के मुक्त सिरों में से एक को जिंक की पट्टी से बांधिए तथा दूसरे को कार्बन की छड़ से चित्र की भांति जोड़िए। नींबू में कुछ दूरी पर दो झिरी बनाइए। इनमें से एक झिरी में जिंक की प्लेट तथा दूसरी झिरी में कार्बन की छड़ भली भांति धंसाइए। टार्च बल्ब को ध्यान से देखिए। आप देखेंगे कि टार्च बल्ब धीमे-धीमे जल रहा है।

आखिर ऐसा क्यों?

बल्ब का जलना क्या दर्शाता है? बल्ब तथा जल सकता है जब उससे विद्युत धारा प्रवाहित होती है, अर्थात् आवेश का निरन्तर प्रवाह होता है। आवेश निरन्तर तभी बहता है जब जिंक की पट्टी पर निरन्तर इलेक्ट्रॉन पहुंचते हैं। वास्तव में नींबू के भीतर नींबू के रस तथा जिंक के बीच रासायनिक अभिक्रिया होती है, इसके कारण रासायनिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में रूपान्तरित होती है।

शुष्क सेल

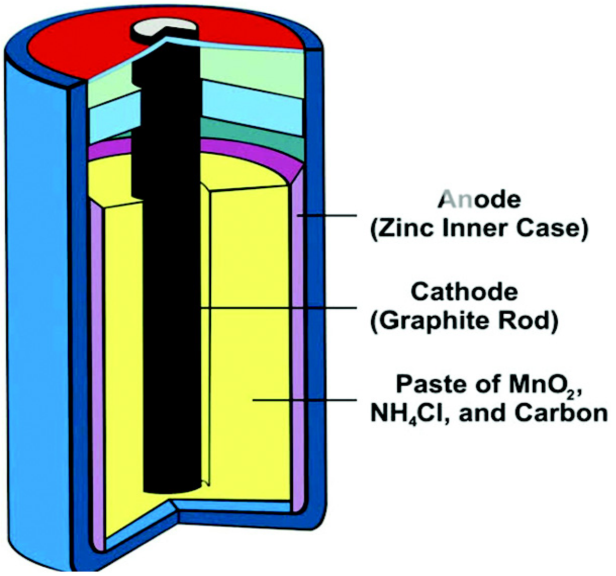
यदि आप अपने इस सेल को कुछ देर के लिए ऐसे ही छोड़ दें, तो आप यह पाएंगे कि बल्ब जलना बन्द हो गया है। वास्तव में इन सेलों में बहुत से दोष होते हैं। इन दोषों को दूर करके उपयोग में लाने योग्य शुष्क सेल बनाए जाते हैं। शुष्क सेल की बनावट का अध्ययन करने के लिए टार्च में उपयोग होने वाला साधारण शुष्क सेल लीजिए और नीचे दिए गए क्रियाकलाप के अनुसार उसके विभिन्न भागों का प्रेक्षण कीजिए।

क्रियाकलाप 10.3

आपको क्या करना है : शुष्क सेल की बनावट का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : इस्तेमाल किया हुआ शुष्क सेल (बड़ी टार्च का), चाकू

आपको कैसे करना है : सेल को सावधानी से काटिए। उसके भागों को ध्यान से देखिए। सामने दिए गए आरेख से सेल के भागों का मिलान कीजिए।



चित्र 10.1 शुष्क सेल की बनावट

जरा सोचिए : क्या इस सेल को शुष्क सेल कहना सही है? नए शुष्क सेल में, वास्तव में कार्बन की छड़ और जिंक में बर्तन की बीच का पदार्थ गीला होता है। यदि वाष्पन के कारण यह पदार्थ सुख जाए तो सेल बिना उपयोग में आए ही बेकार हो जाता है। यही कारण है कि वाष्पन को रोकने के लिए सेल को ऊपर से सील किया जाता है।

आपने यह अनुभव किया होगा कि शुष्क सेल काफी भारी और मंहगे होते हैं। यदि अधिक विद्युत धारा की आवश्यकता हो, तो ये बहुत जल्द बेकार हो जाते हैं। आकार में बड़े होने के कारण भी इनका उपयोग व्यवहारिक नहीं माना जाता। अत: विद्युत धारा के अच्छे स्रोत की खोज चलती रही।

संचायक सेल

सन् 1860 में प्लान्टे ने लैड की प्लेटों से एक 'संचायक सेल' बनाया। इसी सेल के सुधरे रूप को हम अपनी कार, बस आदि में उपयोग करते हैं। 'संचायक सेल' नाम से आप भ्रम में पड़ सकते हैं और ये सोच सकते हैं कि संचायक सेल में विद्युत का भण्डारण ठीक इसी प्रकार होता होगा, जैसे शीत भण्डारों में फलों तथा सब्जियों का होता है। ऐसा सोचना वास्तव में सही नहीं है।

संचालक सेल की संरचना में एक बर्तन में तनु सल्फयूरिक अम्ल भरा होता है और उसमें दो प्रकार की प्लेट क्रमश: रखी होत है। सेल भी चार्ज अवस्था में इनमें कुछ प्लेट लैड परॉक्साइड की होती है तथा उतनी ही संख्या में अन्य प्लेट लैड की होती है। दोनों प्लेटों की रासायनिक बनावट भिन्न होने के कारण यह सेल भी अन्य विद्युत सेलों की भांति विद्युत धारा प्रदान करता है।

जब संचायक सेल की धनात्मक व ऋणात्मक प्लेटों को किसी चालक से जोड़कर विद्युत धारा प्राप्त करते हैं, तो उसकी दोनों प्लेटों पर लैड सल्फेट एकत्र होने लगता है। जब सेल को दुबारा चार्ज करते हैं तो लैड सल्फेट की परत हट जाती है। और ऋणात्मक प्लेट पर लैड तथा धनात्मक प्लेट पर लैड

परॉक्साइड एकत्र हो जाता है। इन सेलों के उपयोग में दो सावधानियां अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं :

1. इन सेलों में द्रव पदार्थ पूरी तरह भरा होना चाहिए।
2. इन सेलों को सदैव चार्ज अवस्था में रखना चाहिए। इनकी वोल्टता कभी भी 108V से कम नहीं होनी चाहिए।

आपने विद्युत से चलने वाली कलाई घड़ियां देखी होंगी। जानते हैं, इनमें कैसा सेल उपयोग किया जाता है? यदि संभव हो तो किसी घड़ी की दुकान पर इन सेलों को ध्यान से देखिए। ये सेल बटन के आकार के होते हैं, जिनकी वोल्टता 1.35V होती है। इनमें मरकरी ऑक्साइड अथवा सिल्वर ऑक्साइड तथा जिंक के इलेक्ट्रोड होते हैं। इनका उपयोग घड़ियों के अतिरिक्त कमरों तथा श्रवण-यंत्रों में, जहां कम भार तथा छोटा आकार महत्वपूर्ण होता है, परन्तु विद्युत धारा की मांग कम होती है, किया जाता है।

पाठगत प्रश्न 10.2

1. निम्नलिखित सेलों की वोल्टता कितनी होती है

   (i) शुष्क सेल (ii) बटन सेल

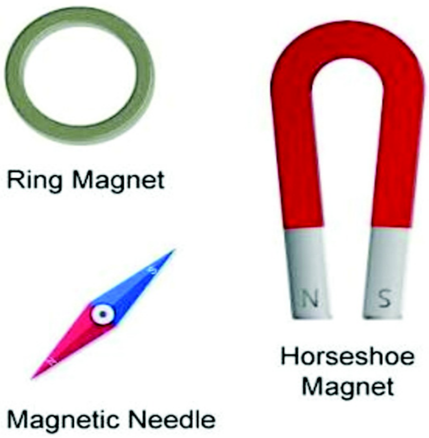
2. एक ऐसे सेल का नाम बताइए जिसे बार-बार चार्ज किया जा सकता है?

10.3 चुम्बक

अब से लगभग 2800 वर्ष पूर्व ग्रीस देश के मैग्नेसिया नामक स्थान पर एक अजीब घटना घटी। भेड़ चराते समय एक चरवाहे ने यह अनुभव किया कि एक चट्टान उसकी लोहे की टोपी जड़ी छड़ी को अपनी ओर खींच रही है। उसके उस चट्टान के कुछ टुकड़े लिए, जिनमें चमत्कारी गुण पाए गए। लोहे को अपनी और खींचने के अतिरिक्त इसमें एक आश्चर्यजनक गुण यह भी था कि मुक्त रूप से लटकाने पर यह सदा एक ही दिशा में रुकती थी। इस गुण

के कारण ही इस खनिज चट्टान को लोड स्टोन (अर्थ है, जो दिशा बताए) कहा गया। मैग्नेसिया नामक स्थान पर पाए जाने के कारण इस खनिज को मैग्नेटाइट भी कहते हैं। कदाचित बाद में इसे मैग्नेट कहा जाने लगा। हिन्दी में इसे चुम्बक कहते हैं। चट्टान के रूप में पाए जाने वाले चुम्बक को 'प्राकृतिक चुम्बक' कहते हैं। इस चुम्बक को व्यवहार में उपयोग करना सुविधाजनक नहीं है। चुम्बक हमारे जीवन का अभिन्न अंग बन चुका है। अपनी आवश्यकतानुसार कृत्रिम ढंगों से हम भांति-भांति के चुम्बक बनाते हैं और उन्हें उपयोग कष्ठरते हैं।

अपने घर तथा पास पड़ोस में ऐसी युक्तियों का पता लगाइए, जिनमें चुम्बक प्रयोग किए जाते हैं। संभव हो तो उन चुम्बकों को ध्यान से देखिए। आपकों अधिकतर चुम्बक नीचे दी गई आकृतियों जैसे दिखाई देंगे।



चित्र 10.2 विभिन्न आकृतियों की चुम्बकें

क्रियाकलाप 10.4

आपको क्या करना है : चुम्बक के दैशिक गुण का अध्ययन करना।

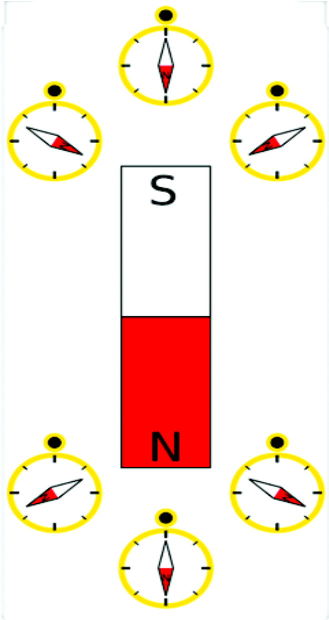
आपको क्या चाहिए : कोई छड़ चुम्बक, धागा, स्टैण्ड

आपको कैसे करना है : एक चुम्बक को बीच से बांधकर चित्र की भांति किसी स्टैण्ड अथवा खूंटी पर लटकाइए। स्टैण्ड लोहे का नहीं होना चाहिए तथा पास में लोहे की वस्तुएं भी नहीं होनी चाहिए। कुछ देर में चुम्बक ठहर

जाएगा। जिस दिशा में चुम्बक ठहरता है उस पर चिह्न लगाइए। अब चुम्बक को धीरे से किसी अन्य दिशा में घुमाकर छोड़ दीजिए। जिस दिशा में यह अंतिम रूप से ठहर जाए उसका प्रेक्षण करिए।

आपने क्या देखा : आप यह देखेंगे कि चुम्बक सदैव ही एक ही दिशा में (उत्तर-दक्षिण) आकर ठहरता है।

निष्कर्ष : ठहरे हुए चुम्बक का जो सिरा उत्तर दिशा की ओर संकेत करता है उसे उत्तर-ध्रुव कहते हैं तथा दक्षिण की ओर संकेत करने वाले सिरे को दक्षिण-ध्रुव कहते हैं।



चित्र 10.4 चुम्बक का दैशिक गुण

क्रियाकलाप 10.5

आपको क्या करना है : चुम्बकीय ध्रुवों के बीच बलों का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : दो छड़ चुम्बक, धागा, स्टैण्ड

आपको कैसे करना है : पिछले क्रियाकलाप की भांति दोनों छड़ चुम्बकों को बारी-बारी से स्टैण्ड से लटकाइए और इनके उत्तर-ध्रुवों तथा दक्षिण

ध्रुवों पर क्रमशः 'उ' तथा 'द' लिखिए। एक चुम्बक को स्टैण्ड से लटका कर छोड़ दीजिए तथा दूसरे चुम्बक को अपने हाथ में पकड़कर चित्र की भांति इसके उत्तर-ध्रुव को बारी-बारी से लटके चुम्बम के दोनों ध्रुवों के निकट लाइए, ध्यान रखिए दोनों चुम्बक एक दूसरे को छूने नहीं चाहिए। अपने प्रेक्षणों को नोट कीजिए। अपना प्रयोग दूसरे चुम्बक के दक्षिण-ध्रुव के साथ भी दोहराइए और प्रेक्षणों को ध्यान से देखिए।

आपने क्या देखा : दोनों चुम्बकों के उत्तर-ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं, दोनों चुम्बकों के दक्षिण-ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं परन्तु, एक चुम्बक का उत्तर-ध्रुव दूसरे चुम्बक के दक्षिण-ध्रुव को अपनी और आकर्षित करता है।

संक्षेप में इन निष्कषों को एक नियम के रूप में इस प्रकार भी लिख सकते हैं कि 'संजातीय ध्रुवों में प्रतिकर्षण तथा विजातीय ध्रुवों में आकर्षण होता है'।

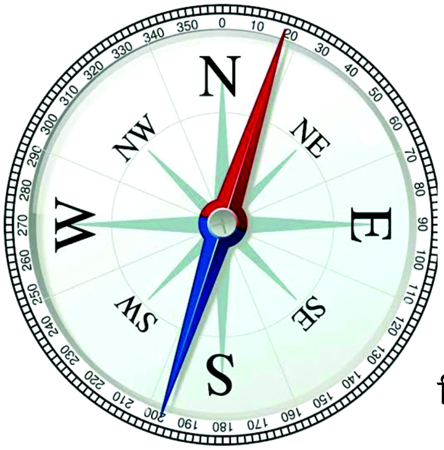
इस नियम के आवेशों के लिए बताए गए नियम से तुलना कीजिए। इनमें आप क्या समानताएं पाते हैं?

कदाचित आप यह सोच रहे होंगे कि आवेशों व चुम्बकीय-ध्रुवों में आकर्षण व प्रतिकर्षण का गुण समान है। फिर चुम्बक लटकाए जाने पर सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ही क्यों ठहरता है, जबकि आवेशित छड़ किसी भी दिशा में ठहर जाती है? यदि हम आपसे यह कहें कि जिए पृथ्वी पर हम सब रहते हैं वह स्वयं एक विशाल चुम्बक की भांति व्यवहार करती है, तो आपको यह सुनकर आश्चर्य हो सकता है। परन्तु यह एक सच्चाई है। अभी आपने चुम्बकीय ध्रुवों के बीच आकर्षण व प्रतिकर्षण के नियमों का अध्ययन किया है। यदि पृथ्वी एक विशाल चुम्बक है, तो इसके भी दो ध्रुव होने चाहिए।

पृथ्वी के चुम्बक का दक्षिण-ध्रुव पृथ्वी के भौगोलिक उत्तर-ध्रुव के निकट (उत्तरी कनाडा के समीप) तथा उत्तर-ध्रुव पृथ्वी के भौगोलिक दक्षिण ध्रुव के निकट है।

चुम्बक के उपयोग

1. सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ही ठहरने के गुण के कारण चुम्बक का उपयोग दिक्-सूचक यंत्र बनाने में किया जाता है।
2. लोहे की वस्तुओं को अपनी ओर आकर्षित करने के गुण के कारण चुम्बक का उपयोग कूड़े-करकट से लोहा पृथक् करने में किया जाता है।



चित्र 10.4 दिक् सूचक

पाठगत प्रश्न 10.3

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :
   (i) मुक्त रूप से लटका चुम्बक सदैव .... दिशा में ठहरता है।
   (ii) सजीतीय ध्रुवों में .... तथा विजातीय ध्रुवों में .... होता है।
   (iii) पृथ्वी एक विशाल .... की भांति व्यवहार करती है।
   (iv) दिशा बताने के कारण प्राकृतिक चुम्बक को .... कहा जाता है।
   (v) अपने भौगोलिक उत्तर ध्रुव के निकट ही पृथ्वी का चुम्बकीय .... ध्रुव स्थित है।
2. दिक्-सूचक सुई को चुम्बकीय सुई क्यों कहते हैं?
3. चुम्बकीय सुई का क्या उपयोग है? वह चुम्बक के किस गुण का उपयोग करती है?

10.4 दिष्ट धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा

आप जानते हैं कि जब हम किसी बन्द परिपथ में कोई विद्युत सेल, जैसे शुष्क सेल जोड़ दें तो परिपथ के धातु के तारों में एक स्थायी विद्युत धारा बहने लगती है। एक ही दिशा में विद्युत धारा के ऐसे स्थायी प्रवाह को 'दिष्ट धारा' (Direction Current या D.C.) कहते हैं। परन्तु हमारे घरों दुकानों तथा कारखानों में बल्ब जलाने अथवा विद्युत मोटर तथा अन्य विद्युत उपकरणों के चलाने में दिष्ट धारा का उपयोग नहीं होता। हम अपने अधिकांश कार्यों में 220 वोल्ट की प्रत्यावर्ती धारा (Alternate Current या A.C.) का उपयोग करते हैं। जानते है। कि इसे प्रत्यावर्ती क्यों कहते हैं? यह धारा शून्य से आरम्भ होकर एक दिशा में प्रवाहित होती हुई अपने अधिकतम परिमाण पर पहुंचकर घटने लगती है और शून्य पर पहुंच जाती है। इस बिन्दु पर धारा की दिशा विपरीत हो जाती है और पहले की भांति शून्य से अधिकतम परिमाण पर पहुंचकर फिर घटती हुई शून्य हो जाती है। विद्युत धारा का एक दिशा में बढ़ने, बढ़कर शून्य तक घटने, फिर विपरीत दिशा में शून्य से बढ़ने और फिर घटकर शून्य तक पहुंचने का यह चक्र एक सेकेण्ड में 50 बार दोहराया जाता है। यही कारण है कि हमारे घरों में प्रयोग होने वाली प्रत्यावर्ती धारा की आवृति 50 हट्र्ज होती है। ग्राफ द्वारा दिष्ट धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा को चित्र की भांति दर्शाया जाता है।

जनित्र (जनरेटर) अथवा डायनेमो

अब से लगभग 170 वर्ष पूर्व इंग्लैंड के वैज्ञानिक माइकल फैराडे ने चुम्बक के एक ऐसे गुण की खोज की जिसका उपयोग आज भी समस्त विश्व में विद्युत उत्पादन में किया जाता है। उन्होंने जो प्रयोग किए आप स्वयं भी कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 10.6

आपको क्या करना है : विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : विद्युत रोधी आवरणयुक्त तांबे का तार छड़ चुम्बक, गैल्वैनोमीटर।

आपको कैसे करना है : किसी बेलनाकार वस्तु पर तांबे के तार को लपेटकर लगभग 25 लपेटों वाली एक कुण्डली बनाइए। बेलनाकार वस्तु को हटा दीजिए तथा तांबे के तार के दोनों सिरों से विद्युत रोधी आवरण को खुरचकर साफ कर दीजिए। इन दोनों सिरों की गैल्वेनोमीटर के दोनों टर्मिनलों से चित्र की भांति जोड़ दीजिए। यह भली भांति सुनिश्चित कर लीजिए के चुम्बक का एक सिरा कुण्डली के भीतर-बाहर आसारी से किया जा सके।

अब तेजी से चुम्बक के किसी एक सिरे को कुण्डली के भीतर ले जाइए और गैल्वैनोमीटर की सुई को ध्यान से देखिए। क्या सुई में कोई विशेष विक्षेप आया, यदि हां तो किस दिशा में? अपने प्रयोग को चुम्बक के दूसरे सिरे के साथ भी दोहराइए तथा अपने प्रेक्षणों को तालिका में लिख लीजिए।

आपने क्या देखा : चुम्बक को कुण्डली की ओर ले जाने वाली कुण्डली से वापस लाते समय गैल्वैनोमीटर में विक्षेप आता है। विक्षेप का आना यह दर्शाता है कि चुम्बक की गति के समय कुण्डली में कोई विद्युत धारा प्रेरित होती है। जब चुम्बक की गति नहीं होती तो कुण्डली में कोई विद्युत धारा भी प्रेरित नहीं होती।

जनित्रों में विद्युत उत्पन्न करने के लिए इसी सिद्धांत का उपयोग किया जाता है। चित्र में जनित्र की आतंरिक व्सवस्था दर्शायी गयी है। इसमें एक आयताकार कुण्डली शक्तिशाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच तीव्र गति से घूमती है, जिससे कुण्डली में प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न होती है, इसे कुण्डली के दोनों

सिरों से युक्तियों द्वारा उपयोग के लिए परिपथों में भेज दिया जाता है। बड़े-बड़े बिजली घरों में विद्युत का बड़े पैमाने पर उत्पादन होता है। इन बिजली घरों में उपयोग होने वाले जनित्र बहुत बड़े आकार के होते हैं जिनकी कुण्डली बहुत बड़ी तथा भारी होती है। इन कुण्डलियों को चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाना अत्यन्त जटिल कार्य होता है। इसलिए बड़े-बड़े जनित्रों में कुण्डली को स्थिर रखते हैं और चुम्बक को घुमाते हैं।

आजकल जो नए विद्युतघर बन रहे हैं उन सभी में प्रत्यावर्ती धारा का ही उत्पादन किया जाता है। उत्पन्न होते समय इस धारा की वोल्टता 22000 वोल्ट या इससे भी अधिक होता है। इस विद्युतधारा को उपभोक्ताओं तक संचरण लाइनों द्वारा भेजा जाता है। संचरण लाइनों द्वारा भेजने से पूर्व प्रायः ट्रांसफॉमरों द्वारा विद्युत धारा की वोल्टता 1,32,000 वोल्ट तक बढ़ायी जाती है। वोल्टता को बढ़ाने का कारण यह है कि अधिक वोल्टता पर विद्युत संचरण में विद्युत ऊर्जा की हानि बहुत कम होती है। आपने अपने घर के पास सड़कों पर विद्युत उप-स्टेशन देखें होंगे, जहां बड़े-बड़े ट्रांसफॉर्मर लगे होते हैं। उपभोक्ताओं को 220 वोल्ट पर विद्युत वितरण करने के पहले विभिन्न उप-स्टेशनों पर विद्युत की वोल्टता को धीरे-धीरे कम करते जाते हैं।

उच्च वोल्टता की प्रत्यावर्ती विद्युत धारा बहुत खतरनाक होती है, अतः संचार-व्यवस्था में मोटे तारों की ऊँची-ऊँची मीनारों के बीच लगाया जाता है। प्रत्येक मीनार पर खतरे का लाल चिह्न लगाया जाता है।

घरेलू विद्युत परिपथ

अपने घर की विद्युत वायरिंग को ध्यान से देखिए। इसमें कितने तारों का उपयोग किया गया है? विद्युत से चलने वाले किसी उपकरण, जैसे विद्युत इस्तरी, केतली, मिक्सी आदि के तार का प्रेक्षण कीजिए। इनमें तीन पिन वाले प्लग उपयोग किए जाते हैं। तीन कोड की तारों में प्रायः तीन रंग के आवरण युक्त तार होते हैं। विद्युत्मय तार (Live wire) प्रायः लाल, उदासीन तार

(Neutral wire) काला तथा भू-तार (Earth wire) हरा होता है। स्विच सदैव विद्युन्मय तार से जोड़ा जाता है। भू-तार घर के निकट पृथ्वी में दबी धातु की मोटी प्लेट से जोड़ा जाता है। यह सुरक्षा का एक साधन है तथा विद्युत आपूर्ति को किसी भी प्रकार प्रभावित नहीं करता।

विद्युत चुम्बक

हम जानते हैं कि यदि किसी तार की कुण्डली के भीतर कोई चुम्बक तेजी से लाए तो कुण्डली के तार में विद्युत धारा प्रवाहित होती है। यदि हम किसी कुण्डली में विद्युत धारा प्रवाहित करें और कुण्डली के पास कोई चुम्बक मुक्त रूप से लटक रहा हो विद्युत धारा का चुम्बक पर क्या प्रभाव होगा? यह जानने के लिए एक क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप 10.7

आपको क्या करना है : विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : लोहे की 8cm लम्बी कील, लगभग 1 मीटर लम्बा ऐनामिल चढ़ा तांबे का तार चुम्बकीय सुई, दो शुष्क सेल, छोटी-छोटी कीलें अथवा आलपिन।

आपको कैसे करना है : तार को कील पर लगभग 50 बार कसकर लपेटिए। तार के दोनों खुले सिरों पर ऐनामिल को खुरच कर हटा दीजिए। अब इन सिरों को शुष्क सेलों के साथ चित्र की भांति जोडिए तथा कुण्डली युक्त कील की छोटी-छोटी कीलों तथा चुम्बकीय सुई के निकट लाइए।

आपने क्या देखा : कुण्डली युक्त कील विद्युत धारा प्रवाहित करने पर चुम्बक की तरह व्यवहार करती है। क्या धारावाही कुण्डली चुम्बकीय सुई को भी प्रभावित करती है?

निष्कर्ष : कुण्डली में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर कील चुम्बक बन जाती है। इस चुम्बक को विद्युत चुम्बक कहते हैं। इस विद्युत चुम्बक की छड़ चुम्बक से तुलना कीजिए।

विद्युत से खतरे और सावधनियां

हम सभी जानते हैं कि विद्युत ऊर्जा का एक अत्यन्त महत्वपूर्ण तथा सुविध ाजनक साधन है। तथापि, इसके उपयोग में सावधानियां बरतना तथा सुरक्षा के उपायों का पालन करना अत्यन्त अनिवार्य है। जरा सी लापरवाही से हमें 'विद्युत आघात' लग सकता है जो मृत्यु का कारण तक बन सकता है। जानते हैं अधिकतर आघात किस कारण से लगते हैं? घिसे हुए बिजली के तारों, अथवा विद्युत उपकरणों के धातु के भागों को छूने से विद्युत आघात लगते हैं।

विद्युत आघात से बचने के कुछ सरल उपाय हैं। जब हम नंगे पैर हों अथवा हमारा शरीर गीला हो तो हमें किसी भी विद्युत उपकरण का स्पर्श नहीं करना चाहिए। स्नानघर में विद्युत तारों तथा विद्युत उपकरणों से छेड़छाड़ नहीं करनी चाहिए।

आप जानते ही हैं कि घरों के विद्युत परिणामों में फ्यूज लगे होते हैं। हमें इन फ्यूजों में फेर बदल नहीं करनी चाहिए। ये हमारी सुरक्षा के लिए होते हैं। फ्यूज तार आवश्यकता से अधिक मोटा नहीं लगाना चाहिए वरना अधिक विद्युत ध ारा प्रवाहित होने पर फ्यूज सुरक्षा नहीं कर पाएगा और तारों में आग लगने का खतरा बना रहेगा।

जिन विद्युत उपकरणों को प्रयोग करते समय छूने की आवश्यकता होती है जैसे विद्युत इस्तरी, रेफरीजिरेटर आदि उन्हें सदैव ही 'भू-तार' लगाकर 'भू सम्पर्कित' अवश्य करना चाहिए।

जब भी सभी कोई फ्यूज उड़ने का कारण ज्ञात करना आवश्यक होता है। उस कारण को समाप्त करके की उचित दिखाई दे तो तुरन्त परिपथ के स्विच को बन्द कर देना चाहिए।

पाठगत प्रश्न 10.4

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

   (i) किसी सेल के टर्मिनलों को तार से जोड़ने पर इलेक्ट्रॉन .... टर्मिनल से .... टर्मिनल में जाते हैं।

   (ii) शुष्क सेल में कार्बन की छड़ .... इलेक्ट्रोड के रूप में कार्य करती है।

   (iii) विद्युत चुम्बकीय प्रेरण द्वारा विद्युत पैदा करने वाली युक्ति को .... अथवा .... कहते हैं।

   (iv) विद्युत फ्यूज परिपथ की .... करता है।

   (v) विद्युत उपकरणों के फ्रेम का भूमि से संबंध करने वाले तार को .... कहते हैं।

   (vi) हमारे घरों में प्रयोग होने वाली प्रत्यावर्ती धारा की आवृति ......है।

आपने क्या सीखा

- आवेश दो प्रकार के होते हैं धनावेश तथा ऋणदेश।
- सजातीय आवेशों में प्रतिकर्षण तथा विजातिय आवेशों में आकर्षण होता है।
- सामान्य परमाणु में धनावेशित प्रोटॉनों की संख्या ऋणवेशित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है, अतः परमाणु विद्युत उदासीन होता है।
- जब घर्षण के कारण कोई वस्तु इजेक्ट्रॉन खो देती है, तो वह धनावेशित हो जाती है।
- जिन पदार्थों से आवेश प्रवाहित हो जाता है उन्हें 'चालक' तथा जिनसे आवेश प्रवाहित नहीं होते उन्हें 'विद्युतरोधी' कहते हैं।

- जब दो विजातीय आवेशों के बादल एक दूसरे के निकट आते हैं तो विद्युत विसर्जन होता है, जिसे तड़ित कहते हैं।
- प्रत्येक तड़ित के पश्चात मेघ गर्जन अवश्य होता है।
- चुम्बक के दो ध्रुव होते हैं उत्तर ध्रुव तथा दक्षिण ध्रुव। सजातीय ध्रुवों में परिकर्षण तथा विजातीय ध्रुवों में आकर्षण होता है।
- पृथ्वी एक विशाल चुम्बक की भांति व्यवहार करती है, जिसका उत्तर ध्रुव भौगोलिक दक्षिण ध्रुव के निकट तथा दक्षिण ध्रुव भौगोलिक उत्तर ध्रुव के निकट हे।
- स्वतंत्रता पूर्वक लटका चुम्बक सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरता है।
- आवेश के प्रवाह को विद्युत धारा कहते हैं। विद्युतधारा दो प्रकार की होती है-दिष्ट धारा और प्रत्यावर्ती धारा।
- शुष्क सेल व संचायक सेल के दिष्ट धारा प्राप्त होती है। इन सेलों में रासायनिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित होती है।
- जब कोई चुम्बक किसी बन्द कुण्डली के पास गति करता है तो कुण्डली में विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के कारण विद्युत धारा प्रवाहित होती है।
- जनित्र द्वारा विद्युत उत्पादन में विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का उपयोग होता है।
- विद्युत तारों को कभी भी नंगा नहीं छोड़ना चाहिए। नंगे विद्युत तारों से विद्युत आघात लग सकता है।
- जिन विद्युत उपकरणों को कार्य करते समय छूने की आवश्यकता होती है, उन्हें अवश्य ही भू सम्पर्कित करना चाहिए।
- विद्युत वाही परिपथों में सुरक्षा के लिए एक युक्ति का उपयोग किया जाता है, जिसे 'सुरक्षा फ्यूज' या 'फ्यूज' कहते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. विद्युत-रोधी क्या होते हैं? तीन विद्युत-रोधी पदार्थों के नाम लिखिए।
2. बिजली का काम करने वाले मिस्त्री हाथ में रबर के दस्ताने क्यों पहनते हैं?
3. कांच की छड़ को रेशम के कपड़े से रगड़ें तो कांच की छड़ धनावेशित होती है। क्या रेशम के कपड़े पर भी कोई आवेश आएगा? समझाइये।
4. जब हम नाइलोन से बने वस्त्र अंधेरे में उतारते हैं तो चट-चट की ध्वनि के साथ चिंगारियाँ सी दिखाई देती हैं। ऐसा क्यों होता है?
5. स्तम्भ 'क' में दी गई सूचना का मिलान स्तम्भ 'ख' में दिये गये शब्द से कीजिए :

	स्तम्भ 'क'	**स्तम्भ 'ख'**
1.	विशाल आवेशों का विसर्जन	(क) कुचालक
2.	आवेशों का प्रवाह	(ख) स्थिर विद्युत
3.	धारा प्रवाहित करने में अक्षम पदार्थ	(ग) विद्युत धारा
4.	सजातीय आवेशों का परस्पर प्रतिकर्षण	(घ) तड़ित

6. तांबे की छड़ को सीधे हाथ में पकड़ कर आवेशित क्यों नहीं किया जा सकता।
7. मैग्नेटाइट को लोड-स्टोन क्यों कहते हैं?
8. किसी तार से विद्युत धारा प्रवाहित करने पर पास रखी चुम्बकीय सूई में विक्षेप क्यों होता है?
9. विद्युत सेल क्या होते हैं? शुष्क सेल की संरचना चित्र द्वारा समझाइये।
10. भू-सम्पर्कण का क्या महत्व है?
11. विद्युत आघात से बचने के लिए क्या सावधानियां बरतनी चाहिए?

उत्तरमाला

10.1

1. (i) धनावेश, ऋणावेश (ii) प्रतिकर्षण, आकर्षण (iii) तड़ित (iv) समान, विपरीत (v) चालक (vi) विद्युत रोधी

2. (i) D (ii) D

10.2

1. (i) 1.5V (ii) 1.35V

2. संचायक सेल

3. इसके दोनों सिरों को बल्ब से साथ किसी सेल के दोनों ध्रुवों से जोड़ेंगे।

10.3

1. (i) उत्तर-दक्षिण, (ii) प्रतिकर्षण, आकर्षण, (iii) चुम्बक, (iv) दिक्-सूचक, (v) दक्षिण

2. इसमें एक छोटा चुम्बक लगा होता है।

3. दिशा जानने के लिए चुम्बक के सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरने के गुण का उपयोग करते हैं।

10.4

1. (i) धनात्मक, ऋणात्मक, (ii) धनात्मक, (iii) जनित्र, डायनेमो, (iv) सुरक्षा, (v) भू-तार, (vi) 50 हर्टज्