4. धारा विद्युत और चुंबकत्व

थोड़ा याद करो । परमाणु में कौन-कौन से घटक होते हैं ?

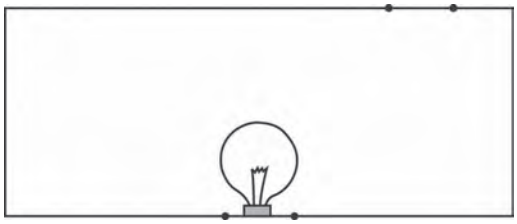
परमाणु में इलेक्ट्रॉन (ऋण आवेशित कण) और प्रोट्रॉन (धन-आवेशित कण) पाए जाते हैं जिसके कारण पदार्थ विद्युतीय दृष्टि से उदासीन (Neutral) होते हैं, फिर भी उनमें परमाणु पाए जाने के कारण उनमें ऋण आवेश और धन आवेश होता ही है । इसलिए ऐसा कह सकते हैं, कि हमारे आसपास पाए जानेवाले पदार्थों में विद्युत आवेश भरपूर मात्रा में समाविष्ट होता है । काँच की छड़ रेशम के कपड़े से रगडने पर क्या होता है ? पदार्थ आवेशित कैसे होते हैं ? स्थिर आवेश और चल आवेश किसे कहते हैं ? चल विद्युत एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ पर स्थानांतरित होती है । यह ऋण आवेश होता है । चल ऋण आवेशित कणों को इलेक्ट्रॉन कहते हैं । क्या यह ऋण आवेश प्रवाहित कर सकते हैं ? पानी जिस प्रकार ऊपर से नीचे की ओर प्रवाहित होता है, उसी प्रकार क्या विद्युत को प्रवाही बना सकते हैं ? स्थिर वस्तुको गतिशील करने के लिए बल लगाना पड़ता है यह तुमने पढ़ा ही है । किसी सुचालक में से इलेक्ट्रॉनों को यदि गतिशील करके प्रवाहित किया जाए तो हमें ''धारा विद्युत'' प्राप्त होती है ।

धारा विद्युत (Current Electricity) : जब बादलों से जमीन पर बिजली गिरती है तब शक्तिशाली विद्युत प्रवाह प्रवाहित होता है, तो कोई भी संवेदना हमें मस्तिष्क की ओर जाने वाले सुक्ष्म विद्युत प्रवाह से प्राप्त होती है । घर में तारों से, बिजली के बल्ब से, अन्य उपकरणों से प्रवाहित होनेवाले विद्युत प्रवाह का तुम्हें परिचय है ही । रेडियो के इलेक्ट्रिक सेलों (electric cells) में से और वाहन की बॅटरी से धन आवेशित तथा ऋण आवेशित ऐसे दोनों आवेशों के प्रवाह के कारण विद्युत धारा का निर्माण होता है ।

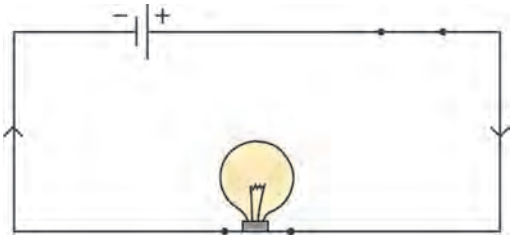
स्थिर विद्युत विभव (Electrostatic Potential) : पानी अथवा द्रव पदार्थ ऊँचे स्तर से नीचे की ओर प्रवाहित होता है । ऊष्मा सदैव अधिक तापमानवाली वस्तु से कम तापमानवाली वस्तु की ओर प्रवाहित होती है । उसी प्रकार धन आवेश की प्रवृत्ति उच्च विद्युत स्तरवाले बिन्दु से निम्न विद्युत स्तर वाले बिन्दु की ओर प्रवाहित होने की होती है । विद्युत आवेश के प्रवाह की दिशा निश्चित करनेवाले विद्युत स्तर को विद्युत स्थिर विभव (Electrostatic potential) कहते हैं ।

विभवांतर (Potential difference) : 'जलप्रपात की ऊँचाई', 'गरम तथा ठंडे' पदार्थ के तापमान में पाए जानेवाला अंतर इसी प्रकार दो बिन्दुओ के विभव में पाए जानेवाले अंतर को विभवांतर कहते हैं । यह हमारे दृष्टि से बहुत ही रोचक है ।

करो और देखो ।



4.1 (अ) विद्युत परिपथ



4.1 (आ) विद्युत परिपथ

तांबे के तार को जोड़कर आकृति 4.1 (अ) में दिखाए अनुसार 'परिपथ' पूर्ण करो । बल्ब में से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती ऐसा ही दिखाई देता है । अब इसी परिपथ में आकृति 4.1 (आ) में दिखाए अनुसार बाजार में उपलब्ध एक 1.5 वोल्ट का शुष्क सेल जोड़ो । अब तार में से विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है यह बल्ब के प्रकाशित होने के कारण ध्यान में आएगा । विद्युत सेल के दो सिरो में पाए जानेवाले विभवांतर के कारण तार में इलेक्ट्रॉन्स प्रवाहित होते हैं । वे विद्युत सेल के ऋण सिरे से धन सिरे की ओर प्रवाहित होते हैं । सांकेतिक विद्युत धारा यह विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है और उसे तीर के चिह्न द्वारा आकृति में दिखाया गया है । विद्युत परिपथ क्या है वह इसी पाठ में आगे देखेंगे । आकृति 4.1 (अ) में विद्युत सेल न होने के कारण किसी भी प्रकार का विभवांतर नहीं है । इसलिए विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती । परिपथ में विद्युत सेल के कारण विभवांतर का निर्माण होते ही स्थिर विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है । आकृति 4.1 (आ) । विभवांतर की SI प्रणाली में इकाई वोल्ट (Volt) है । इस विषय में अगली कक्षा में हम अधिक जानकारी प्राप्त करनेवाले हैं ।

विचार करो ।

किसी एक पानी के पाइप से आनेवाला पानी का प्रवाह कैसे मापेंगे ? विशिष्ट समय में उसमें से कितने लीटर पानी बाहर निकला इसके आधार पर वह ज्ञात कर सकते हैं । फिर विद्युत धारा कैसे मापोगे ?

विद्युत धारा यह विद्युत आवेशित कणों के प्रवाह के कारण निर्मित होती है यह हमने देखा है । किसी एक तार में से 1 सेकंड में प्रवाहित होनेवाले विद्युत आवेश को इकाई विद्युत धारा कहते हैं । विद्युत धारा की SI प्रणाली में इकाई कूलॉम प्रति सेकंड अर्थात एम्पियर (Ampere) है ।

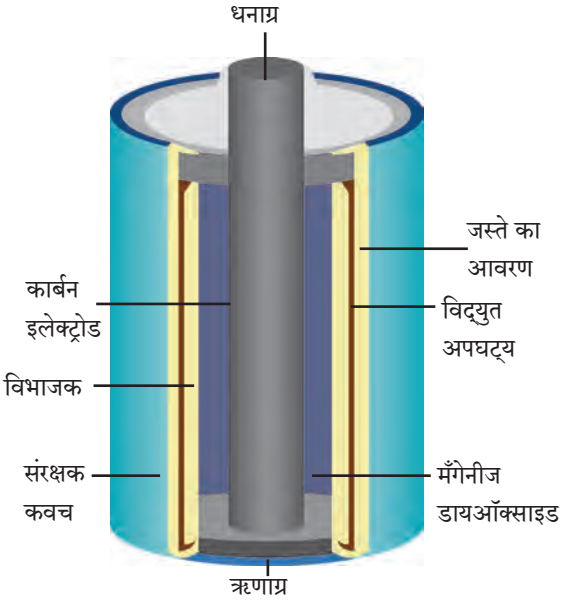
1 Ampere = 1A = 1 Coulomb/1 second = 1 C/s विद्युत धारा एक अदिश राशि है ।

विद्युतसेल (Electric Cell) : किसी एक परिपथ में एक समान विद्युत आवेश का प्रवाह निर्माण करने के लिए एक स्रोत की आवश्यकता होती है । ऐसे एक सर्व सामान्य साधन को विद्युत सेल कहते हैं । विविध प्रकार के विद्युत सेल आज उपलब्ध हैं । वे हाथघड़ी से लेकर पनडुब्बियों तक ऐसे अनेक यंत्रो में उपयोग में लाए जाते हैं । विद्युत सेल के अतिरिक्त सौर सेल (Solar cell) तुम्हें मालुम होगा । विभिन्न विद्युत सेलों का मुख्य कार्य उसके दो सिरों में विभवांतर मौजूद रखना है । विद्युत आवेश पर कार्य कर विद्युत सेल यह विभवांतर को मौजूद रखता है, यह तुम आगे पढोगे । विद्युत सेल के कुछ प्रकार फिलहाल उपयोग में लाए जाते हैं, उस विषय में हम जानकारी प्राप्त करेंगे ।

शुष्क विद्युत सेल (Dry Cell) : हमारे रेड़ियो संच में, दीवार पर लगी घड़ी में, बॅटरी में इस शुष्क सेल का उपयोग करते हैं । वे 3-4 आकारों में उपलब्ध होते हैं । शुष्क विद्युत सेल की रचना आकृति 4.2 में दिखाए अनुसार होती हैं ।

करो और देखो ।

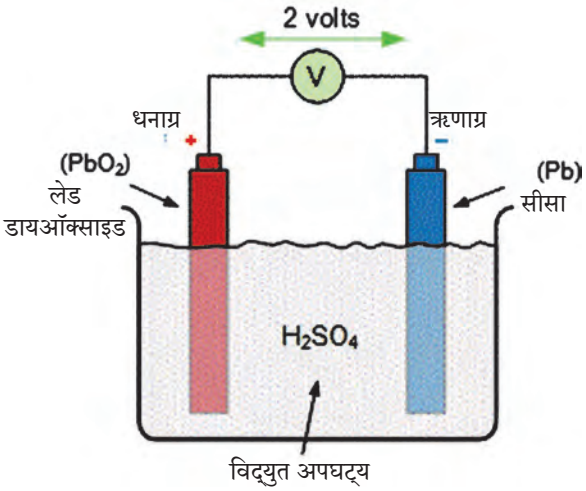
एक अनुपयोगी हुआ शुष्क विद्युत सेल लेकर उसके बाहर का आवरण निकालो । उसके अंदर एक सफेद आवरण दिखाई देगा । यह जस्ते के धातु (Zn) का आवरण है । यह सेल का ऋण सिरा है । अब यह भी आवरण धीरे से तोड़ दो । जस्ते के आवरण के अंदर एक और आवरण होता है इन दोनों आवरणों में विद्युत अपघट्य (विश्लेषी) (Electrotyte) पदार्थ भरा होता है । विद्युत अपघट्य पदार्थ में धन आवेशित तथा ऋण आवेशित आयन होते हैं । उनके द्वारा विद्युत प्रवाहित होती हैं । यह विद्युत अपघट्य पदार्थ अर्थात $ZnCl_2$ (जिंक क्लोराइड) और NH_4Cl (अमोनियम क्लोराइड) इनके गीले मिश्रण की लुगदी (प्रलेप) होती है । सेल के मध्य भाग में एक ग्रेफाइट की छड़ होती हैं यह सेल का धन सिरा होता है । छड़ के चारों ओर MnO_2 (मैगनीज डाय ऑक्साइड) का मिश्रण भरा होता है । इन सभी रासायनिक पदार्थों के रासायनिक अभिक्रिया द्वारा दोनों सिरों पर (graphite rod, zinc) विद्युत आवेश तैयार होता है और परिपथ में से विद्युत धारा प्रवाहित होती है ।



4.2 शुष्क सेल

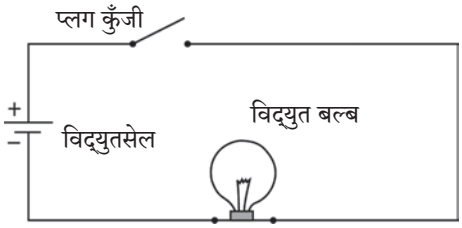
इस विद्युत सेल में गीले मिश्रण की लुगदी का उपयोग करने के कारण रासायनिक अभिक्रिया मंदगति से घटित होती है । इसलिए अधिक विद्युत धारा इससे प्राप्त नहीं कर पाते । द्रव पदार्थ का उपयोग करनेवाले विद्युत सेल की तुलना में इनकी संग्रहण कालमर्यादा (Shelf life) अधिक होती है । शुष्क विद्युत सेल उपयोग में आसान होते हैं, कारण वे खड़े-आड़े, तिरछे किसी भी तरह रखे जाते हैं और चालक साधनों में आसानी से उपयोग में लाए जाते हैं ।

लेड–अम्ल विद्युत सेल (Lead-Acid Cell) : आकृति 4.3 में लेड़–अम्ल विद्युत सेल की रचना दिखाई गई है । उसका सिद्धांत देखेंगे । इस प्रकार के सेल का विद्युत विमोचन (Electric discharge) होने के बाद भी उसे पुनः विद्युत आवेशित कर सकते हैं । लेड़–अम्ल विद्युत सेल में सीसे (Pb) का एक विद्युतग्र (Electrode) तथा लेड़ डायआक्साइड़ (PbO_2) यह दूसरा विद्युतग्र (Electrode) तनु सल्फ्युरिक अम्ल में डूबा होता है । PbO_2 इस विद्युतग्र पर धन आवेश तो Pb इस विद्युतग्र पर ऋण आवेश होता है । दोनों में विभवांतर लगभग 2V होता है । सेल के पदार्थों की रासायनिक अभिक्रियासे दोनों विद्युतग्रों पर विद्युत आवेश तैयार होता है और परिपथ में लगे उपकरण में से (जैसे विद्युत बल्ब में) विद्युत धारा प्रवाहित होती है ।



4.3 लेड–अम्ल विद्युतसेल

4.4 (अ) सेलधारक



4.4 (ब) सरल विद्युत परिपथ

इस प्रकार के विद्युत सेलों की अधिक मात्रा में विद्युत धारा प्रवाहित करने की क्षमता होती है । इसके कारण वाहनों में, ट्रक में, मोटर साईकल, अखंड विद्युत शक्ति पूर्तिवाले यंत्रों (UPS) में लेड़ अम्ल विद्युत सेल का उपयोग करते हैं ।

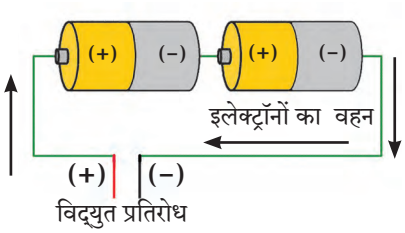
निकेल–कॅड़मियम सेल (Ni-Cd cell) : आजकल भिन्न भिन्न प्रकार के साधन, उपकरण उपलब्ध हैं । जिन्हें यहाँ वहाँ लेकर जाना पड़ता हैं । ऐसे साधनों के लिए निकेल कॅड़मियम विद्युत सेल का उपयोग करते हैं । यह सेल 1.2 V विभवांतर देता हैं तथा इसे पुनः आवेशित किया सकता हैं ।

विद्युत परिपथ (Electric Circuit) : सेल धारक (Cell holder) आकृति 4.4 (अ) विद्युत बल्ब और प्लग कुँजी को विद्युतवाहक तारों से जोड़ने पर तथा सेल धारक में शुष्क सेल रखने पर बल्ब प्रकाशित होता है । इसका अर्थ बल्ब में से विद्युत धारा प्रवाहित होती हैं, तथा बल्ब प्रकाशित होता है । सेल निकालते ही बल्ब से प्रवाहित विद्युत धारा खंड़ित होती है और बल्ब का प्रकाशित होना बंद हो जाता है । इस प्रकार के विद्युत घटकों के सुव्यवस्थित संयोजन को विद्युत परिपथ कहते हैं । : ⊣⊢. परिपथ आकृति 4.4 (ब) में दिखाया गया हैं । विद्युत सेल + – इस चिह्न द्वारा दर्शाया गया है । हमारे घर में भी इसी प्रकार के विद्युत परिपथ का संयोजन किया होता है, परंतु विद्युत सेल के अतिरिक्त बाहर से तारों के द्वारा विद्युत की आपूर्ति की जाती है । इस विषय में तुम आगे पढ़ोगे ।

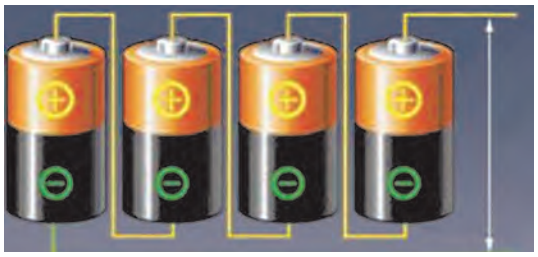
सेलों का संयोजन : विद्युत परिपथ में कभी–कभी एक से अधिक सेलों को एक साथ जुड़े हुए तुमने देखा होगा (आकृति 4.5 अ)। ट्रांझिस्टर, रेड़ियो में 2–3 शुष्क सेल 'श्रेणी क्रम' में संयोजित किए हुए दिखते हैं । ऐसा करने का उद्देश्य, एक सेल के विभवांतर की अपेक्षा अधिक विभवांतर प्राप्त करना होता हैं जिसके कारण अधिक विद्युत धारा प्राप्त होती है । विद्युत सेल आकृति 4.5 (आ) में दिखाए अनुसार जोड़ने पर उसे सेलों की बॅटरी (Battery of cell) कहते हैं । इस श्रेणी क्रम संयोजन में एक सेल का धन सिरा दूसरे के ऋण सिरे से तथा दूसरे का धन सिरा तीसरे के ऋण सिरे से जोड़ते हैं जिससे यदि प्रत्येक सेल का विभवांतर 1V हो तो तीन सेलो का कुल विभवांतर 3 V होगा ।

खोजो

लिथियम (Li) आयन विद्युत सेल आधुनिक साधनों में उपयोग में लाते हैं । उदाहरणार्थ, स्मार्टफोन, लॅपटॉप इत्यादि । ये सेल पुनः आवेशित किए जाते हैं । इसमें Ni-Cd सेल की अपेक्षा अधिक ऊर्जा का संचयन किया जाता हैं ।



(अ)



(आ)

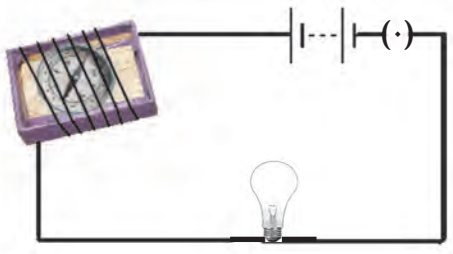
4.5 विद्युत सेलों का संयोजन

थोड़ा सोचो ।

बाजार में मिलनेवाली मोटर की बॅटरी तुमने देखी होगी उसे सेल न कहकर बॅटरी (Battery) कहते हैं । क्यों ?

धारा विद्युत का चुंबकीय प्रभाव : (Magnetic effects of electric current)

करो और देखो ।

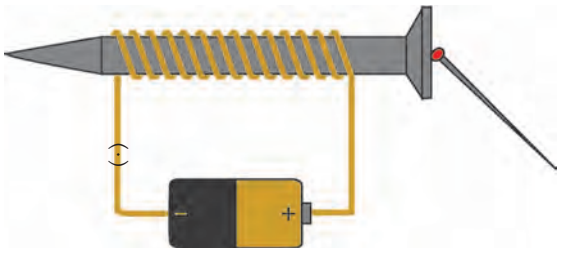


4.6 धारा विद्युत का चुंबकीय परिणाम

कृति 1 : किसी एक अनुपयोगी माचिस के बाक्स जैसे डिब्बे के अंदरवाला ट्रे लो, उसमें छोटीसी चुंबक सुई रखो । अब विद्युत सुचालक का लंबा तार लेकर उसे ट्रे के चारो ओर लपेटो । विद्युत सेल, प्लग कुँजी इसे तार तथा बल्ब से जोड़कर परिपथ पूर्ण करो । (आकृति 4.6)

अब चुंबक सुई की स्थिति देखो । एक चुंबक पट्टी लेकर उसे चुंबक सुई के पास लेकर जाओ, क्या दिखाई दिया? चुंबकसुई के तरफ नजर रखकर परिपथ की प्लगकुँजी दबाओ, बल्ब प्रकाशित होगा अर्थात विद्युत धारा का प्रवाह शुरू हुआ हैं यह ध्यान में आएगा । चुंबक सुई अपनी दिशा बदलती हैं क्या? अब प्लग कुँजी को खुला करो, चुंबक सुई पुनः अपनी मूल दिशा में स्थिर होती है क्या? इस प्रयोग से तुम क्या निष्कर्ष निकालोगे?

चुंबक सुई अर्थात एक छोटासा चुंबक ही होता है यह तुम्हें मालुम है । छड़ चुंबक को चुंबक सुई के पास लेकर जाने चुंबकसुई अपनी दिशा को परिवर्तित करती है यह तुमने देखा है । उसी प्रकार परिपथ में विद्युत धारा शुरू करने पर भी चुंबकसुई अपनी दिशा परिवर्तित करती है, यह भी निरीक्षण तुमने किया । अर्थात तार में से विद्युत धारा प्रवाहित करने पर चुंबकीय क्षेत्र का निर्माण होता है । हान्स ख्रिस्तियन ओरस्टेड़ इस वैज्ञानिकने ऐसा निरीक्षण सर्वप्रथम स्पष्ट किया था । संक्षिप्त में ऐसा कह सकते हैं कि ''किसी विद्युत सुचालक तार में से विद्युत धारा प्रवाहित करने से उस तार के आसपास चुंबकीय क्षेत्र का निर्माण होता हैं ।

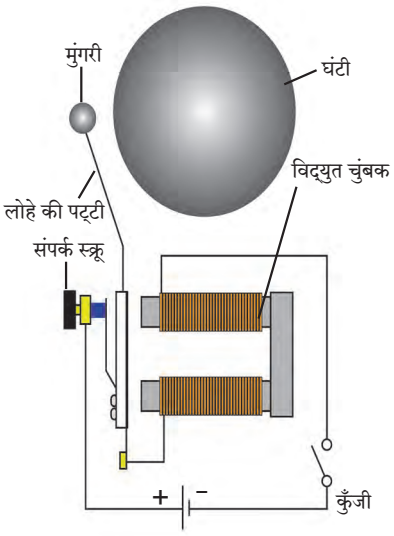


4.7 विद्युत चुंबक

कृति 2 : लगभग 1 मीटर लंबी विद्युत अवरोधक आवरणवाली तांबे की नरम (लचीली) तार लेकर लोहे के किसी कील या स्क्रू पर कसकर लपेटो । तार के दोनों सिरे आकृति 4.7 में दिखाए अनुसार विद्युत परिपथ के साथ जोड़ो, परिपथ में विद्युत सेल और प्लग कुँजी भी जोड़ो । स्क्रू के पास 2-4 लोहे की आलपिनें रखो । अब प्लग कुंजी बंद करके परिपथ में से विद्युत प्रवाह शुरू करो । आलपिने, स्क्रु के सिरे से चिपकी हुई दिखाई देंगी । प्लग कुँजी खुली करते ही आलपिनें, चिपकी हुई स्थिति में ही रहेंगी क्या?

तार में से विद्युत धारा प्रवाहित होने पर स्क्रु के चारो ओर लपेटे गए तार के कुंड़ल (Coil) में चुंबकत्व का निर्माण होता है और इसी के कारण स्क्रु में भी चुंबकत्व का निर्माण होता है । विद्युत प्रवाह खंडित होते ही वह नष्ट हो जाता है । कुंड़ल एवं स्क्रु इस संहिता को विद्युत चुंबक कहते हैं । विद्युत चुंबक के विविध उपयोग तुमने पिछली कक्षा में देखे हैं । विज्ञान अनुसंधान में उपयोगी तीव्र चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करने के लिए विद्युत चुंबक का उपयोग करते हैं ।

विद्युत घंटी : घरों के प्रवेश द्वार पर लगी साधी विद्युत घंटी तुमने देखा हैं । ऐसी बंद पड़ी कोई एक घंटी खोल कर देखो आकृति 4.8 में विद्युत घंटी का बाह्य आवरण निकाला गया है । हमें दिखाई देता है कि उसमें भी विद्युत चुंबक का ही उपयोग किया गया है । इस घंटी का कार्य कैसे चलता है, यह हम देखेंगे । तांबे की तार एक लोहे के टुकड़े पर अनेक बार लपेटी गई है । यह कुंड़ल विद्युत चुंबक के रूप में कार्य करता है । एक लोहे की पट्टी मुंगरी के साथ विद्युत चुंबक के पास जुड़ी होती है । इस पट्टी के संपर्क में स्क्रु होता है । विद्युत परिपथ आकृति 4.8 में दिखाए अनुसार संयोजित किया गया है । स्क्रु पट्टी से जुड़ते समय परिपथ में से विद्युत धारा प्रवाहित होती है और इसके कारण कुंड़ल का विद्युत चुंबक बनता है और वह लोहे की पट्टी को आकर्षित करता हैं जिसके कारण घंटी पर मुंगरी का प्रहार होकर ध्वनि का निर्माण होता है । परंतु उसी समय संपर्क स्क्रु का लोहे की पट्टी से संपर्क टुटता है और परिपथ का विद्युत प्रवाह खंडित होता है । इस स्थिति में विद्युत चुंबक का चुंबकत्व नष्ट हो जाता है और लोहे की पट्टी पुनः पीछे की ओर आकर संपर्क स्क्रु को चिपकती है जिसके कारण तुरंत फिर से विद्युत प्रवाह शुरू होता है और ऊपर्युक्त क्रिया पुनः घटित होकर मुंगरी घंटे पर प्रहार करती है । यह क्रिया बार-बार होती हैं और घंटे से ध्वनि उत्पन्न होती है ।



4.8 विद्युत घंटी

स्वाध्याय

1. नीचे दिए गए रिक्त स्थानों की पूर्ति योग्य शब्द लिखकर करो ।

   (चुंबकत्व, 4.5V, 3.0V, गुरूत्वाकर्षण, विभवांतर, विभव, अधिक, कम, OV)

   अ. जलप्रपात का पानी ऊँचे स्तर से नीचे गिरता है, इसका कारण.....

   आ. किसी एक परिपथ में इलेक्ट्रांस ..... विभववाले बिन्दु से ..... विभववाले बिन्दु की ओर प्रवाहित होते हैं ।

   इ. विद्युत सेल का धनाग्र और ऋणाग्र विद्युतस्थिर विभव का अंतर अर्थात उस सेल का ..... है ।

   ई. 1.5 V विभवांतरवाले 3 विद्युत सेलों को बॅटरी के स्वरूप में जोड़ा गया है, तो इस बॅटरी का विभवांतर ..... V होगा ।

   उ. किसी विद्युत वाहक तार से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा तार के चारों ओर ..... का निर्माण करती है ।

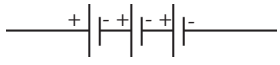
2. 3 शुष्क विद्युत सेलों को विद्युत सुचालक तार से जोड़कर उनकी बॅटरी बनानी है । तार किस प्रकार से जोड़ोगे आकृति सहित स्पष्ट करो ।

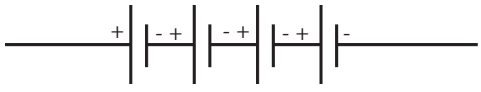
3. एक विद्युत परिपथ में एक बॅटरी और एक बल्ब जोड़कर बॅटरी में दो समान विभवांतर वाले विद्युत सेल संयोजित किए गए हैं । यदि बल्ब प्रकाशित न होता हो, तो वह किस कारण नहीं होता है इसकी खोज करने के लिए कौन-कौन से परीक्षण करोगे ।

4. प्रत्येक 2 V विभवांतर वाले विद्युत सेल नीचे दिए अनुसार बॅटरी के स्वरूप में जोड़े गए तो उस बॅटरी का कुल विभवांतर ज्ञात करो ।

5. शुष्क विद्युत सेल की रचना, कार्य और उसका उपयोग इसका संक्षिप्त में वर्णन आकृति की सहायता से करो ।

6. विद्युत घंटी की रचना व कार्य का आकृति की सहायता से वर्णन करो ।

(i) 

(ii) 

उपक्रम :

पाठ में की गई सभी कृतियों को विज्ञान प्रदर्शन में प्रस्तुत करो ।

JGBM4K