4. धाराविद्युत आणि चुंबकत्व

थोडे आठवा. अणूमध्ये कोणकोणते घटक असतात ?

अणूमध्ये इलेक्ट्रॉन (ऋणप्रभारित कण) व प्रोटॉन (धनप्रभारित कण) असतात त्यामुळे एकंदरीत वस्तू विद्युतदृष्ट्या उदासीन (neutral) असते. तरीही त्यात अणू असल्याने त्यात ऋणप्रभार व धनप्रभार असतोच. म्हणूनच असे म्हणता येईल, की आपल्या सभोवतालच्या वस्तूंमध्ये 'विद्युतप्रभार' भरपूर प्रमाणात भरून राहिलेला असतो. काचेची कांडी रेशमी कापडावर घासल्यावर काय होते ? वस्तू प्रभारित कशा होतात ? स्थिर आणि चल प्रभार कशाला म्हणतात ? चल विद्युत एका वस्तूवरून दुसऱ्या वस्तूवर स्थानांतरित होते. हा ऋणप्रभार होय. चल ऋणप्रभारित कणांना इलेक्ट्रॉन असे म्हणतात. हा ऋणप्रभार प्रवाही करता येईल का ? पाणी जसे उंचावरून खालील भागाकडे वाहत जाते, त्याप्रमाणे विद्युत प्रवाही बनविता येईल का ? स्थिर वस्तूला गती देण्यासाठी बल लावावे लागेल हे तुम्ही शिकला आहात. एखाद्या सुवाहकामधील इलेक्ट्रॉन्सना जर गती देऊन वाहते केले तर आपल्याला 'धारा विद्युत' मिळते.

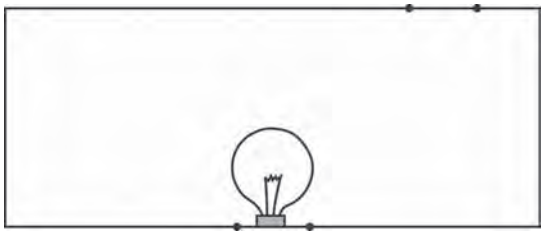
धाराविद्युत (Current Electricity) : जेव्हा ढगातून जमिनीवर वीज पडते तेव्हा मोठा विद्युतप्रवाह वाहतो, तर कोणतीही संवेदना आपल्याला मेंदूकडे जाणाऱ्या सूक्ष्म विद्युतप्रवाहाने होते. घरामध्ये तारांमधून, विजेच्या बल्बमधून, उपकरणांमधून वाहणाऱ्या विद्युत प्रवाहाचा तुम्हांला परिचय आहेच. रेडिओच्या विद्युत घटांमधून (electric cells) आणि मोटारीच्या बॅटरीमधून धनप्रभारित अन् ऋणप्रभारित अशा दोन्ही कणांच्या वहनामुळे विद्युतप्रवाह निर्माण होतो.

विद्युतस्थितिक विभव (Electrostatic Potential) : पाणी किंवा द्रव पदार्थ उंच पातळीतून खालील पातळीकडे वाहतात. उष्णता नेहमी अधिक तापमानाच्या वस्तूकडून कमी तापमानाच्या वस्तूकडे वाहते. त्याचप्रमाणे धनप्रभाराची प्रवृत्ती अधिक विद्युतपातळीच्या बिंदूपासून कमी विद्युतपातळीच्या बिंदूपर्यंत वाहण्याची असते. विद्युतप्रभाराच्या वहनाची दिशा ठरविणाऱ्या या विद्युतपातळीस विद्युतस्थितिक विभव (electrostatic potential) असे म्हणतात.

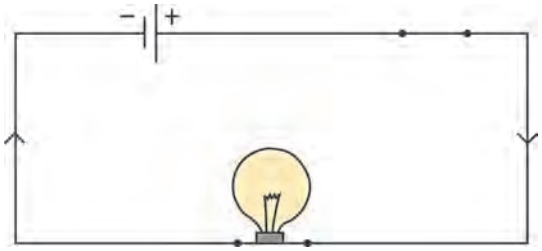
विभवांतर (Potential difference) : 'धबधब्याची उंची', 'उष्ण व थंड' वस्तूंच्या तापमानातील फरक, याचप्रमाणे दोन बिंदूच्या विभवांमधील फरक म्हणजे 'विभवांतर' आपल्या दृष्टीने रोचक आहे.

करून पहा.

तांब्याची जोडणीची तार घेऊन आकृती 4.1 (अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे 'परिपथ' तयार करा. बल्बमधून विद्युतप्रवाह वाहत नाही असेच दिसते. आता याच परिपथात आकृती 4.1 (आ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बाजारात मिळणारा एक दीड व्होल्टचा कोरडा विद्युतघट जोडा. आता तारेतून विद्युतप्रवाह वाहत आहे हे बल्ब लागल्यामुळे लक्षात येईल. विद्युतघटाच्या दोन टोकांमधील विभवांतरामुळे तारेतील इलेक्ट्रॉन्स प्रवाहित होतात. ते विद्युतघटाच्या ऋण टोकाकडून धन टोकाकडे वाहतात. सांकेतिक विद्युतप्रवाह उलट दिशेने वाहतो व तो बाणाने आकृतीत दाखविला आहे. विद्युतपरिपथ म्हणजे काय ते याच पाठात पुढे पाहू.



4.1 (अ) विद्युत परिपथ



4.1 (आ) विद्युत परिपथ

आकृती 4.1 (अ) मध्ये विद्युतघट नसल्यामुळे कोणतेही विभवांतर नाही, म्हणून विद्युतप्रवाह वाहत नाही. परिपथात विद्युतघटामुळे विभवांतर निर्माण झाल्याबरोबर स्थिर विद्युतप्रवाह वाहू लागतो (आकृती 4.1 (आ)). विभवांतराचे एकक SI पद्धतीत व्होल्ट (Volt) हे आहे. याविषयी पुढील इयत्तेत आपण अधिक जाणून घेणार आहोत.

विचार करा. एखाद्या नळीतून येणारा पाण्याचा प्रवाह कसा मोजायचा ? विशिष्ट वेळात त्यातून किती लीटर पाणी आले, यावरून ते काढता येईल. मग विद्युतप्रवाह कसा मोजाल ?

विद्युतप्रवाह हा विद्युतप्रभारित कणांच्या वहनामुळे निर्माण होतो हे आपण पाहिले. एखाद्या तारेतून 1 सेकंद एवढ्या वेळात वाहणाऱ्या विद्युत प्रभाराला एकक विद्युतप्रवाह म्हणता येईल. विद्युतप्रवाहाचे SI एकक कूलोम प्रति सेकंद म्हणजेच अँपिअर (Ampere) हे आहे.

1 Ampere = 1A = 1 Coulomb/1 second = 1 C/s विद्युतप्रवाह ही अदिश राशी आहे.

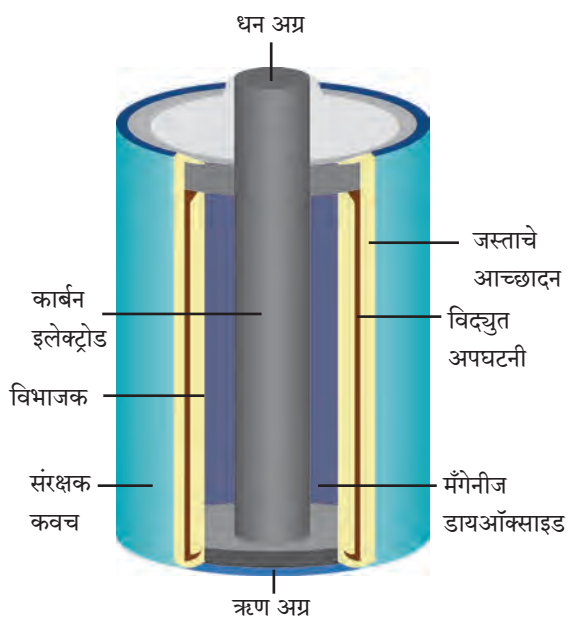
विद्युतघट (Electric cell) : एखाद्या परिपथामध्ये सतत विद्युतप्रभाराचा प्रवाह निर्माण करण्यासाठी एका स्त्रोताची गरज असते, असे एक सर्वसाधारण साधन म्हणजे विद्युतघट. विविध तऱ्हेचे विद्युतघट आज उपलब्ध आहेत. ते मनगटी घड्याळांपासून पाणबुड्यांपर्यंत अनेक यंत्रांमध्ये वापरले जातात. विद्युतघटांपैकी सौरघट (solar cell) तुम्हांला माहीत असतील. विविध विद्युतघटांचे मुख्य कार्य त्याच्या दोन टोकांमधील विभवांतर कायम राखणे हे होय. विद्युतप्रभारावर कार्य करून विद्युतघट हे विभवांतर कायम राखतात, हे तुम्ही पुढे शिकाल.

विद्युतघटांचे काही प्रकार हल्ली वापरात आहेत, त्याबद्दल आपण जाणून घेऊया.

कोरडा विद्युतघट (Dry Cell) : आपल्या रेडिओ संचामध्ये, भिंतीवरील घड्याळामध्ये, विजेरीमध्ये हे कोरडे विद्युतघट बसविले जातात. ते 3-4 आकारांत उपलब्ध असतात. कोरड्या विद्युतघटाची रचना आकृती 4.2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असते.

करून पहा.

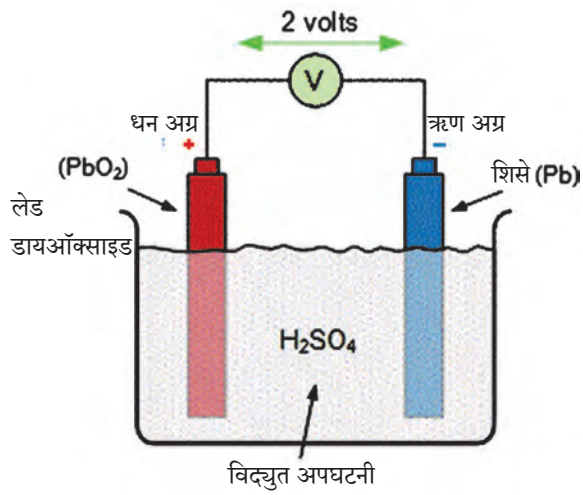
एक निकामी झालेला कोरडा विद्युतघट घेऊन त्याचे बाहेरचे आवरण काढा. त्याच्या आत एक पांढरट धातूचे आवरण दिसेल. हे जस्त (Zn) धातूचे आवरण होय. हेच घटाचे ऋण टोक. आता हेही आवरण हलकेच फोडा. जस्ताच्या आवरणाच्या आत आणखी एक आवरण असते. या दोन्ही आवरणांमध्ये विद्युत अपघटनी (Electrolyte) भरलेली असते. विद्युत अपघटनीमध्ये धनप्रभारित व ऋणप्रभारित आयन असतात. त्यांच्यामार्फत विद्युतवहन होते. ही अपघटनी म्हणजे $ZnCl_2$ (झिंक क्लोराईड) आणि NH_4Cl (अमोनिअम क्लोराईड) यांच्या ओल्या मिश्रणाचा लगदा असतो. घटाच्या मध्यभागी एक ग्राफाइट कांडी असते. हे घटाचे धन टोक असते. कांडीच्या बाहेरील भागात MnO_2 (मँगनीज डायॉक्साइड) ची पेस्ट भरलेली असते. या सर्व रासायनिक पदार्थांच्या रासायनिक अभिक्रियेद्वारा दोन्ही टोकांवर (graphite rod, zinc) विद्युतप्रभार तयार होतो व परिपथातून विद्युतप्रवाह वाहतो.



4.2 कोरडा विद्युतघट

या विद्युतघटात ओलसर लगदा वापरल्यामुळे रासायनिक अभिक्रिया मंदपणे चालते. म्हणून मोठा विद्युतप्रवाह यातून मिळवता येत नाही. द्रवपदार्थांचा वापर करणाऱ्या विद्युतघटांच्या तुलनेत त्यांची साठवण कालमर्यादा (shelf life) अधिक असते. कोरडे विद्युतघट वापरायला सोयीचे असतात कारण ते उभे, आडवे, तिरपे, कसेही ठेवता येतात व चल साधनांमध्येही सहजपणे वापरता येतात.

लेड-आम्ल विद्युतघट (Lead-Acid Cell) : आकृती 4.3 मध्ये लेड-आम्ल विद्युतघटाची रचना दाखविली आहे. त्याचे तत्त्व पाहू. ह्या प्रकारचे घट विद्युतविमोचन (Electrical discharge) झाल्यानंतर पुन्हा विद्युत प्रभारित करता येतात. लेड-आम्ल विद्युतघटात शिश्याचे (Pb) एक विद्युतअग्र (electrode) व लेड डायॉक्साईड (PbO_2) चे दुसरे विद्युतअग्र (electrode) विरल सल्फ्युरिक आम्लात बुडविलेले असते. PbO_2 या विद्युतअग्रावर धन प्रभार, तर Pb ह्या विद्युतअग्रावर ऋणप्रभार असतो. दोन्हींमधील विभवांतर सुमारे 2V इतके असते. घटामधील पदार्थांच्या रासायनिक अभिक्रियेने दोन्ही विद्युतअग्रांवर विद्युतप्रभार तयार होतो व परिपथातील भारामधून (जसे की बल्बमधून) विद्युतप्रवाह वाहतो.



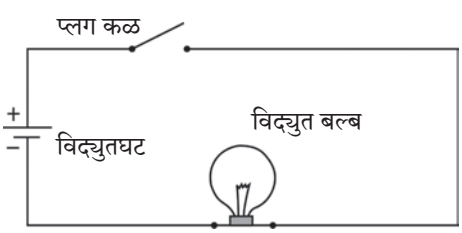
4.3 लेड-आम्ल विद्युतघट

ह्या प्रकारच्या विद्युतघटांची मोठा विद्युतप्रवाह पुरविण्याची क्षमता असते. ह्यामुळे मोटारी, ट्रक, मोटारसायकली, अखंड विद्युतशक्ती पुरवठायंत्रे (UPS), यांमध्ये लेड-आम्ल विद्युतघट वापरले जातात.

4.4 (अ) घटधारक

निकेल-कॅडमिअम घट (Ni-Cd cell) : सध्या वेगवेगळी साधने उपकरणे उपलब्ध आहेत, की जी इकडे तिकडे न्यावी लागतात. अशा साधनांसाठी निकेल कॅडमिअम विद्युतघट वापरतात. हे घट 1.2 V विभवांतर देतात व पुन्हा प्रभारित करता येतात.

विद्युत परिपथ (Electric Circuit) : आकृती 4.4 (अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे घटधारक (cell holder), विद्युत दिवा (बल्ब) व कळ जोडणीच्या विद्युतवाहक तारांनी जोडल्यावर व घट धारकामध्ये कोरडा विद्युतघट बसविल्यास बल्ब प्रकाशतो. याचा अर्थ बल्बमधून विद्युतप्रवाह वाहतो व बल्ब प्रकाशतो. घट काढून घेताच बल्बमधील विद्युतप्रवाह खंडित होतो व बल्बचे प्रकाशणे बंद होते. या प्रकारच्या विद्युत घटकांच्या जोडणीला विद्युत परिपथ असे म्हणतात. परिपथ आकृती 4.4 (ब) मध्ये दाखविला आहे. विद्युतघट अशा खुणेने दाखविला आहे : ⊣|⊢.



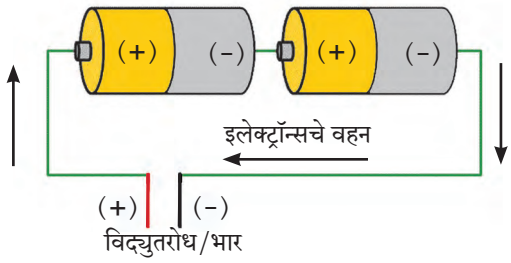
4.4 (ब) साधा विद्युत परिपथ

आपल्या घरातही विद्युत परिपथाची जोडणी केलेली असते, मात्र विद्युतघटाच्या ऐवजी बाहेरून तारांमार्फत विद्युतपुरवठा केला जातो. याविषयी तुम्ही पुढे शिकाल.

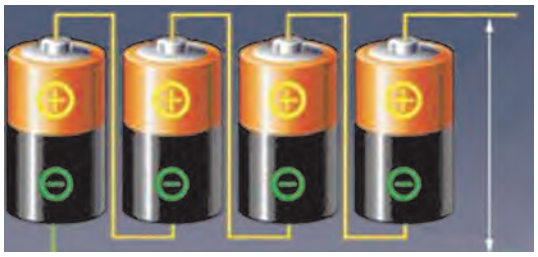
घटांची जोडणी : विद्युत परिपथात काही वेळा एकापेक्षा अधिक घट जोडलेले तुम्ही पाहिले असेल (आकृती 4.5 (अ)). ट्रान्झिस्टर रेडिओमध्ये 2-3 कोरडे घट 'एकसर' जोडणीत जोडलेले दिसतात. असे करण्याचा उद्देश, एका घटाच्या विभवांतरापेक्षा अधिक विभवांतर मिळविणे हा असतो. त्यामुळे अधिक विद्युतप्रवाह मिळवता येतो. विद्युतघट आकृती 4.5 (आ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जोडल्यास त्यास घटांची बॅटरी (Battery of cells) असे म्हणतात. ह्या एकसर जोडणीत एका घटाचे धन टोक दुसऱ्याच्या ऋण टोकाला व दुसऱ्याचे धनटोक तिसऱ्याच्या ऋण टोकाला जोडतात. त्यामुळे जर प्रत्येक घटाचे विभवांतर 1 V असेल तर तीन घटांचे एकूण विभवांतर 3 V होईल.

शोध घ्या

लिथिअम (Li) आयन विद्युत घट आधुनिक साधनांमध्ये वापरले जातात, उदाहरणार्थ स्मार्टफोन, लॅपटॉप, इत्यादी. हे घट पुनःप्रभारित करता येतात. ह्यामध्ये Ni-Cd घटांपेक्षा अधिक विद्युत ऊर्जा साठविली जाते.



(अ)



(आ)

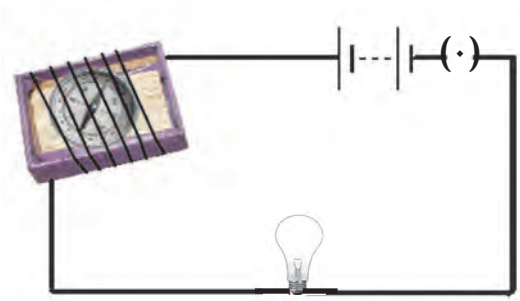
4.5 विद्युतघटांची जोडणी

जरा डोके चालवा.

बाजारात मिळणाऱ्या मोटारीची बॅटरी तुम्ही पाहिली असेल, तिला घट (cell) न म्हणता 'बॅटरी' (Battery) का म्हणतात?

धारा विद्युतचे चुंबकीय परिणाम : (Magnetic effects of electric current)

करून पहा.

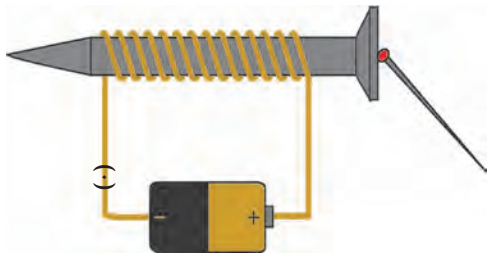


4.6 धारा विद्युतचा चुंबकीय परिणाम

कृती 1 : एखाद्या टाकाऊ काड्यापेटीसारख्या डबीच्या आतील ट्रे घ्या. त्यात लहानशी चुंबकसूची ठेवा. आता जोडणीची लांब तार घेऊन ती ट्रेभोवती गुंडाळा. विद्युतघट, प्लग, कळ ही तार व बल्ब जोडून परिपथ पूर्ण करा. (आकृती 4.6)

आता चुंबकसूचीची स्थिती पहा. एक चुंबकपट्टी घेऊन ती चुंबकसूचीजवळ न्या. काय आढळले? चुंबकसूचीकडे नजर ठेवून परिपथाची कळ दाबा. बल्ब प्रकाशमान होईल, म्हणजे विद्युतप्रवाह चालू झाला हे लक्षात येईल. चुंबकसूची दिशा बदलते का? आता कळ खुली करा. चुंबकसूची पुन्हा मूळ दिशेत स्थिरावते का? ह्या प्रयोगातून काय निष्कर्ष काढाल?

चुंबकसूची म्हणजे एक लहानसा चुंबकच असतो हे तुम्हांला माहित आहे. चुंबकपट्टी चुंबकसूचीजवळ नेल्यावर चुंबकसूची दिशा बदलते हे तुम्ही पाहिले. त्याचबरोबर परिपथात विद्युतप्रवाह चालू केल्यासही चुंबकसूची दिशा बदलते, हेही निरीक्षण तुम्ही केले. म्हणजेच तारेतून विद्युतप्रवाह गेल्यास चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. हान्स ख्रिस्तिअन ओरस्टेड या वैज्ञानिकाने असे निरीक्षण प्रथम नोंदविले. थोडक्यात असे म्हणता येईल, की एखाद्या तारेतून विद्युतप्रवाह गेल्यास त्या तारेभोवती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते.

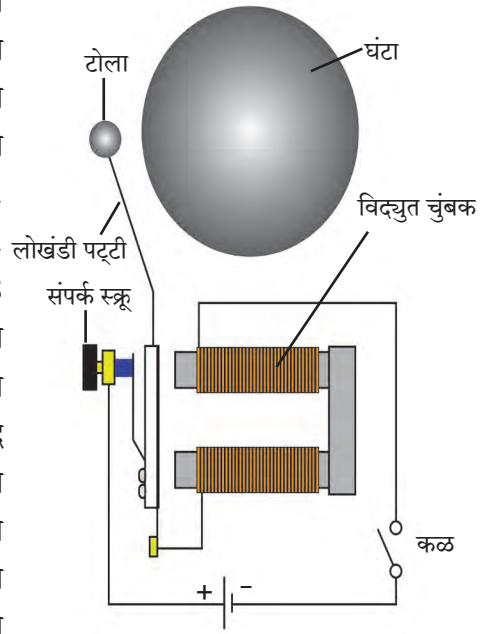


4.7 विद्युतचुंबक

कृती 2 : एखादा मीटरभर विद्युतरोधी आवरण असलेली तांब्याची लवचीक तार घेऊन एका लांब स्क्रूवर कसून गुंडाळा. तारेची दोन टोके आकृती 4.7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथात जोडा. परिपथात विद्युतघट व कळही जोडा. स्क्रूच्या जवळ 2-4 लोखंडी टाचण्या ठेवा. आता कळ बंद करून परिपथातून विद्युतप्रवाह सुरू करा. टाचण्या स्क्रूच्या टोकाला चिकटलेले दिसतील. कळ खुली करताच टाचण्या चिकटलेल्या स्थितीतच राहतील का?

तारेतून विद्युतप्रवाह वाहताना स्क्रूभोवतीच्या तारेच्या कुंतलात (Coil मध्ये) चुंबकत्व निर्माण होते व त्यामुळे स्क्रूलाही चुंबकत्व प्राप्त होते. विद्युतप्रवाह खंडित होताच ते नाहिसे होते. कुंतल व स्क्रू ह्या संहितेस विद्युतचुंबक म्हणतात. विद्युतचुंबकाचे विविध उपयोग तुम्ही मागील इयत्तेत पाहिले आहेत. विज्ञान संशोधनात उपयोगी तीव्र चुंबकीय क्षेत्र तयार करण्यासाठी विद्युतचुंबक वापरले जातात.

विद्युतघंटा : दारावरची साधी विद्युतघंटा अनेकांनी पाहिली असेल. एखादी बंद पडलेली अशी घंटा खोलून पहा. आकृती 4.8 मध्ये विद्युतघंटेचे बाह्य आवरण काढलेले आहे. आपल्याला दिसते आहे की त्यात विद्युतचुंबकही आहे. ह्या घंटेचे कार्य कसे चालते ते पाहूया. तांब्याची तार एका लोखंडी तुकड्यावर गुंडाळलेली असते. हे कुंतल विद्युतचुंबक म्हणून कार्य करते. एक लोखंडी पट्टी टोलासहित विद्युतचुंबकाजवळ बसवलेली असते. ह्या पट्टीच्या संपर्कात संपर्क स्क्रू असतो. विद्युत परिपथ आकृती 4.8 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जोडलेला असतो. स्क्रू पट्टीला खेटलेला असताना परिपथातून विद्युतप्रवाह वाहतो व त्यामुळे कुंतलाचा विद्युतचुंबक होतो व तो लोखंडी पट्टीला खेचून घेतो. त्यामुळे घंटेवर टोला आदळून नाद होतो. मात्र त्याच वेळी संपर्क स्क्रूचा लोखंडी पट्टीशी संपर्क तुटतो आणि परिपथातील विद्युतप्रवाह खंडित होतो. अशा स्थितीत विद्युतचुंबकाचे चुंबकत्व नाहिसे होते व लोखंडी पट्टी पुन्हा मागे येऊन संपर्क स्क्रूला चिकटते. त्यामुळे लगेच पुन्हा विद्युतप्रवाह सुरू होतो व पुन्हा वरील क्रियेने टोला घंटेवर आदळतो. ही क्रिया वारंवार होते आणि घंटा खणाणते.

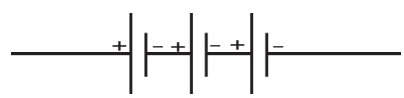


4.8 विद्युत घंटा

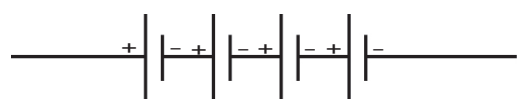
स्वाध्याय

1. **रिकाम्या जागी खालील शब्दसमूहातील योग्य शब्द लिहा.** (चुंबकत्व, 4.5V, 3.0V, गुरूत्वाकर्षण, विभवांतर, विभव, अधिक, कमी, 0V)
   - अ. धबधब्याचे पाणी वरील पातळीपासून खालील पातळीवर पडते, याचे कारण .....
   - आ. एखाद्या परिपथात इलेक्ट्रॉन्स ..... विभव असलेल्या बिंदूपासून ..... विभव असलेल्या बिंदूकडे वाहतात.
   - इ. विद्युतघटाच्या धन अग्र व ऋण अग्र यांच्या विद्युत स्थितिक विभवातील फरक म्हणजे त्या घटाचे ..... होय.
   - ई. 1.5 V विभवांतराच्या 3 विद्युतघटांची बॅटरी स्वरूपात जोडणी केली आहे. या बॅटरीचे विभवांतर ..... V इतके असेल.
   - उ. एखाद्या विद्युतवाहक तारेतून जाणारी विद्युतधारा तारेभोवती ..... निर्माण करते.
2. **3 कोरड्या विद्युतघटांची जोडणीच्या तारांनी बॅटरी करायची आहे. तारा कशा जोडाल ते आकृतीसह स्पष्ट करा.**
3. **एका विद्युतपरिपथात एक बॅटरी व एक बल्ब जोडले असून बॅटरीत दोन समान विभवांतराचे घट बसविले आहेत. जर बल्ब प्रकाशित होत नसेल, तर ते कशामुळे याचा शोध घेण्यासाठी कोणत्या तपासण्या कराल ?**
4. **प्रत्येकी 2 V विभवांतराचे विद्युतघट खालीलप्रमाणे बॅटरीच्या स्वरूपात जोडले आहेत. दोन्ही जोडण्यांत बॅटरीचे एकूण विभवांतर किती असेल ?**

(i)



(ii)



5. **कोरड्या विद्युतघटाची रचना, कार्य व उपयुक्तता यांचे थोडक्यात वर्णन आकृतीच्या साहाय्याने करा.**
6. **विद्युतघंटेची रचना व कार्य आकृतीच्या साहाय्याने वर्णन करा.**

उपक्रम :

पाठामध्ये केलेल्या सर्व कृती नव्याने बनवून विज्ञान प्रदर्शनात सादर करा.

J3D3D5