एकक IV

वस्तुएं कैसे कार्य करती हैं?

प्रयोग 48

उद्देश्य

किसी प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवान्तर की उससे प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा पर निर्भरता का अध्ययन करना तथा उसका प्रतिरोध ज्ञात करना और ओम के नियम को सत्यापित करना।

सिद्धांत

ओम के नियम के अनुसार, किसी प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवान्तर (V) उसमें प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा (I) के अनुक्रमानुपाती होता है बशर्ते कि इसका ताप समान रहे। अर्थात्

$$V \propto I$$

अथवा, $\dfrac{V}{I}$ = नियतांक = R

अथवा, $V = IR.$

यहाँ, R किसी दिए गए प्रतिरोधक के लिए, दिए गए ताप पर एक नियतांक है जिसे इसका प्रतिरोध कहते हैं। प्रतिरोध का SI मात्रक ओम (Ω) है। प्रतिरोधक के दोनों सिरों के बीच विभवान्तर तथा इसमें प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा के बीच खींचा गया ग्राफ मूल बिंदु से गुजरने वाली एक सरल रेखा होती है। इस ग्राफ की प्रवणता (ढाल) से प्रतिरोधक का प्रतिरोध (R) प्राप्त होता है। ओम के नियम को सत्यापित करने के लिए हम किसी विद्युत परिपथ में प्रतिरोधक में प्रवाहित होने वाली विभिन्न धाराओं के लिए इसके सिरों पर प्रभावी विभवान्तर को मापते हैं। प्रतिरोधक में बहने वाली विद्युतधारा को, इसके श्रेणीक्रम में जुड़े एक ऐमीटर से मापते

© NCERT not to be republished

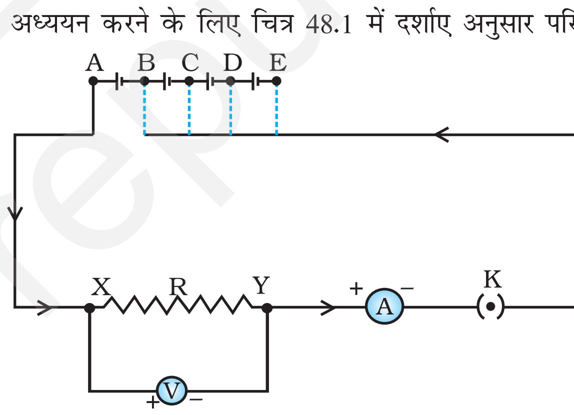
हैं। प्रतिरोधक के दोनों सिरों पर विभवान्तर इसके पार्श्व क्रम में जुड़े वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है। *V* तथा *I* के बीच खींचा गया सरल रेखीय ग्राफ ओम के नियम को सत्यापित करता है।

आवश्यक सामग्री

लगभग 2 Ω का एक प्रतिरोधक, एक ऐमीटर (0 – 3 A), एक वोल्टमीटर (0 –10 V), होल्डर में लगे 1.5 V के चार शुष्क सेल (या एक बैटरी एलिमिनेटर), प्लग कुंजी, संयोजी तार, तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

कार्यविधि

1. उपयोग में लिए जाने वाले ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. नए संयोजी तारों के ऊपर एक विद्युतरोधी परत होती है। इसी प्रकार कुछ समय तक उपयोग न किए जाने पर संयोजी तारों पर भी एक विद्युतरोधी परत विकसित हो जाती है। (कैसे?) इसलिए यह आवश्यक है कि संयोजी तारों के सिरों को एक रेगमाल की सहायता से साफ कर लिया जाए।
3. अपनी नोटबुक में ओम के नियम का अध्ययन करने के लिए चित्र 48.1 में दर्शाए अनुसार परिपथ का चित्र बनाइए। प्रेक्षण कीजिए कि परिपथ के विभिन्न घटक जैसे ऐमीटर, वोल्टमीटर, प्रतिरोधक तथा प्लग कुंजी, सेलों (या बैटरी एलिमिनेटर) से किस प्रकार संयोजित हैं।



चित्र 48.1 : ओम के नियम का अध्ययन करने के लिए एक विद्युत परिपथ

4. संयोजी तारों की सहायता से विभिन्न घटकों को जोड़कर परिपथ बनाइए। प्रारम्भ में परिपथ में केवल एक सेल जोड़िए (अर्थात् सेल का संयोजन बिंदु A तथा B के बीच कीजिए)। यदि बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग कर रहे हैं तो एलिमिनेटर का निर्धारित मान न्यूनतम् (माना कि 2 V) रखिए।
5. सुनिश्चित कीजिए कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के धन तथा ऋण सिरे, चित्र 48.1 में दर्शाए अनुसार ठीक-ठीक संयोजित किए गए हैं। **कुंजी को प्लग में लगाने से पहले, आपके द्वारा बनाए गए परिपथ की अपने शिक्षक से जाँच करा लें।**
6. परिपथ में विद्युतधारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यॉंकों को नोट कीजिए तथा उन्हें अंकित कीजिए। वोल्टमीटर, प्रतिरोधक के दो सिरों X तथा Y के बीच विभवान्तर (*V*) को मापता है तथा ऐमीटर, इससे बहने वाली विद्युतधारा (*I*) को मापता है। तारों को व्यर्थ गर्म होने से बचाने के लिए कुंजी को प्लग से निकाल लें। (यह कैसे होता है? इसके बारे में जूल के तापन नियम के अनुसार सोचिए)

© NCERT not to be republished

7. अब परिपथ में एक सेल की बजाय दो सेल संयोजित कीजिए (अर्थात् सेलों का संयोजन बिंदुओं A तथा C के बीच कीजिए अथवा यदि बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग कर रहें हैं तो इसका निर्धारित मान बढ़ा दें।) परिपथ के प्लग में कुंजी लगाएं। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्याँकों को नोट कीजिए तथा उन्हें अंकित कीजिए।
8. परिपथ में तीन तथा चार सेलों को संयोजित कर प्रयोग को दोहराएं।

प्रेक्षण एवं परिकलन

(i) ऐमीटर का परास = ___ - ___ A.

(ii) ऐमीटर का अल्पतमांक = ___ A.

(iii) वोल्टमीटर का परास = ___ V.

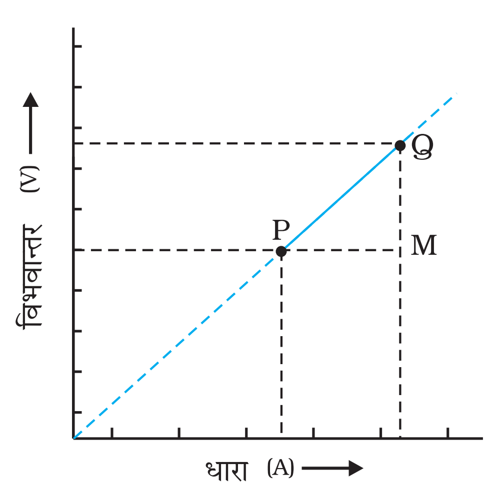
(iv) वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ___ V.

क्रम सं.	परिपथ में उपयोग किए गए सेलों की संख्या	प्रतिरोधक में बहने वाली विद्युतधारा *I*	प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवान्तर *V*	प्रतिरोधक का प्रतिरोध R = *V* / *I*
		(A)	(V)	(Ω)
1.	1			
2.	2			
3.	3			
4.	4			

प्रतिरोधक के प्रतिरोध *R* का माध्य मान = _____ Ω.

ग्राफ

I तथा *V* के अधिकतम् और न्यूनतम् मानों का अंतर ज्ञात कीजिए। ग्राफ पेपर पर *x*- तथा *y*-अक्षों के अनुदिश क्रमशः *I* तथा *V* के लिए उचित स्केल चुनिये। ग्राफ पेपर पर विद्युतधारा *I* के प्रत्येक मान तथा उनके संगत विभवान्तर *V* के मानों को बिंदुओं के रूप में अंकित कीजिए (चित्र 48.2)। इन सभी बिंदुओं को एक सरल रेखा के रूप में इस प्रकार मिलाइए कि अधिकांश बिंदु इस रेखा पर रहें। इस रेखा पर पर्याप्त दूरी पर कोई दो बिंदु P तथा Q लेकर इस सरल रेखीय ग्राफ की प्रवणता ज्ञात कीजिए। यह प्रवणता परिपथ में उपयोग किए गए प्रतिरोधक का प्रतिरोध है (चित्र 48.1)।



चित्र 48.2 : किसी प्रतिरोधक का V–I ग्राफ

© NCERT not to be republished

$$\text{प्रवणता} = \frac{QM}{MP}$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}.$$

ग्राफ की सरल रेखा को पीछे की ओर बढ़ाइए और जाँच कीजिए कि क्या यह सरल रेखा पेपर के मूल बिंदु से गुजरती है।

परिणाम एवं परिचर्चा

- प्रतिरोधक के प्रतिरोध के परिकलन (प्रेक्षण सारणी में दिए अनुसार) द्वारा तथा ग्राफ द्वारा प्राप्त प्रतिरोध R के मानों की तुलना कीजिए।
- विद्युतधारा के प्रत्येक मान के लिए प्रतिरोधक के प्रतिरोध R का मान समान (या लगभग समान) रहता है। V तथा I के बीच ग्राफ मूल बिंदु से गुजरने वाली एक सरल रेखा है। इससे ओम का नियम सत्यापित होता है।

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- संयोजी तार, ताँबे के मोटे तार होने चाहिए तथा उनके सिरों की विद्युतरोधी परत को रेगमाल से रगड़ कर हटा देना चाहिए।
- तारों में संबंधन दृढ़ होने चाहिए अन्यथा परिपथ में कुछ बाह्य प्रतिरोध समाविष्ट हो सकता है।
- ऐमीटर को प्रतिरोधक के श्रेणीक्रम में इस प्रकार लगाना चाहिए कि विद्युतधारा ऐमीटर के धन सिरे से प्रवेश करे तथा ऋण सिरे से बाहर निकले।
- वोल्टमीटर को सदैव प्रतिरोधक के पार्श्व क्रम में संयोजित करना चाहिए।
- परिपथ में विद्युतधारा, केवल प्रेक्षण लेते समय, बहुत थोड़े समय के लिए ही प्रवाहित करनी चाहिए अन्यथा विद्युतधारा परिपथ में अनावश्यक तापन उत्पन्न करेगी। तापन से प्रतिरोधक के प्रतिरोध में परिवर्तन हो सकता है।
- जब परिपथ में कोई विद्युतधारा प्रवाहित न हो रही हो तो ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के संकेतकों को शून्य पर होना चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो अपने अध्यापक से इसे ठीक करने को कहें।

शिक्षक के लिए

- यदि ज्ञात प्रतिरोध का प्रतिरोधक उपलब्ध न हो तो उचित लम्बाई का नाइक्रोम तार का टुकड़ा उपयोग किया जा सकता है।
- शुष्क सेलों के स्थान पर लेक्लांशी या डेनियल सेलों का उपयोग किया जा सकता है। बैटरी एलिमिनेटर का भी उपयोग किया जा सकता है। बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग किया जाए तो

© NCERT not to be republished

इसे परिपथ में जोड़ने तथा इससे प्रेक्षण लेने के बारे में विद्यार्थियों को उचित निर्देश दिए जाने चाहिए।

- यदि सेलों या बैटरी एलिमिनेटर के स्थान पर परिपथ में विद्युतधारा के लिए संचायक सेल या बैटरी का उपयोग किया जाए तो परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा का मान बदलने के लिए धारा नियंत्रक या परिवर्ती प्रतिरोधक बॉक्स का उपयोग किया जा सकता है।
- यदि आपके विद्यालय की प्रयोगशाला में ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के निर्धारित परास से भिन्न हो तो ऐसे मीटर चुनें, जिनमें मापनीय विक्षेप प्राप्त हो।

प्रश्न

- इस प्रयोग में जब प्रेक्षण न लिए जा रहे हों तो प्लग से कुंजी को निकाल लेने की सलाह क्यों दी जाती है?
- यदि इस प्रयोग में आपके द्वारा उपयोग किए जाने वाले ऐमीटर (या वोल्टमीटर) पर धन (+) तथा ऋण (–) टर्मिनल अंकित नहीं हैं तो आप इस प्रकार के ऐमीटर (या वोल्टमीटर) का किस प्रकार उपयोग करेंगे?
- यदि ज्ञात प्रतिरोध के प्रतिरोधक को 10 cm लम्बाई (माना) के नाइक्रोम के तार से बदल दिया जाए तो नाइक्रोम तार में बहने वाली विद्युतधारा तथा इसके दोनों सिरों के बीच विभवान्तर कैसे बदलेगा? यदि बदला गया तार नाइक्रोम के स्थान पर मैंगेनिन का हो तो ये मान किस प्रकार बदलेंगे?
- मान लीजिए इस प्रयोग में आप देखते हैं कि ऐमीटर (या वोल्टमीटर) में विक्षेप पूर्ण स्केल से दूर चला जाता है। इस प्रेक्षण से आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे? यदि विक्षेप ऐमीटर (या वोल्टमीटर) में विपरीत दिशा में होता है तो आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- संयोजी तारों को परिपथ में जोड़ने से पहले उनके सिरों को साफ करने का परामर्श क्यों दिया जाता है?

© NCERT not to be republished

प्रयोग 49

उद्देश्य

किसी प्रतिरोधक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करना।

सिद्धांत

ओम के नियम के अनुसार, किसी प्रतिरोधक का प्रतिरोध, इसकी लंबाई, इसके अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा इसके पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। परिशुद्ध माप यह दर्शाते हैं कि किसी धातु के एकसमान चालक का प्रतिरोध (R), उसकी लंबाई (l) के अनुक्रमानुपाती तथा उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अर्थात्

$R \propto l$ तथा $R \quad \frac{1}{A}$

अत: $$R = \rho \frac{l}{A} \qquad (1)$$

यहाँ, आनुपातिक स्थिरांक है, जिसे चालक के पदार्थ की वैद्युत प्रतिरोधकता कहते हैं। प्रतिरोधकता का SI मात्रक ओम मीटर ($\Omega\, m$) है।

इस प्रयोग में, हम भिन्न-भिन्न लंबाईयों तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफलों के विभिन्न प्रतिरोधकों (तारों) को एक विद्युत परिपथ में लगाकर, इन कारकों का अध्ययन करेंगे। ओम के नियम का उपयोग करके, किसी विद्युत परिपथ में किसी चालक का प्रतिरोध इसमें बहने वाली विद्युतधारा तथा इसके सिरों के बीच विभवान्तर माप कर, ज्ञात किया जा सकता है। प्रतिरोधक के साथ श्रेणीक्रम में जुड़ा ऐमीटर, इसमें बहने वाली विद्युतधारा मापता है तथा प्रतिरोधक के साथ पार्श्व क्रम में जुड़ा वोल्टमीटर इसके दोनों के बीच विभवान्तर मापता है।

© NCERT not to be republished

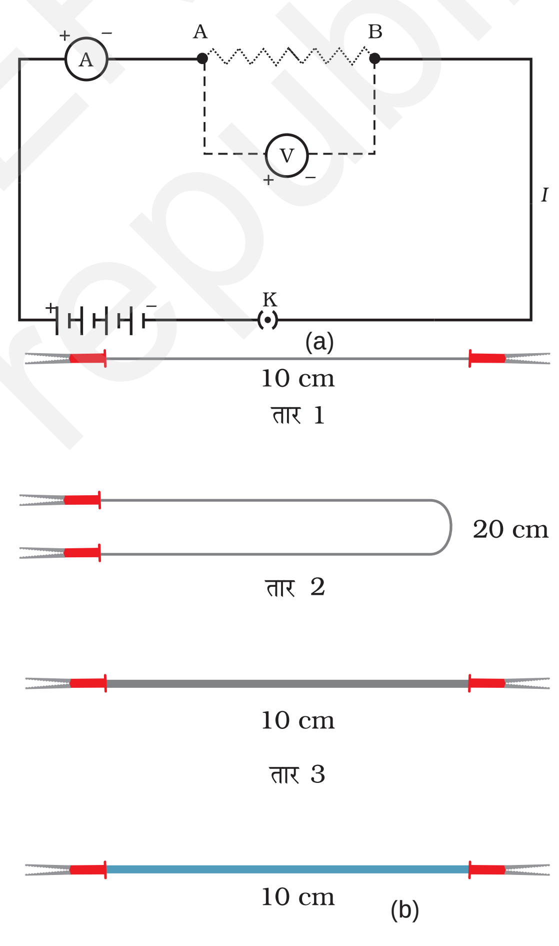
आवश्यक सामग्री

SWG-20 (मानक तार गेज) के कांस्टेंटन (या मैंगेनिन) के क्रमशः 10 cm तथा 20 cm लम्बाई के दो तार, SWG-24 कांस्टेंटन (या मैंगेनिन) का 10 cm लम्बाई का एक तार, SWG-20 (या SWG-24) का 10 cm तार (इन तारों के सिरों को मजबूती से अनुयोजकों से जोड़ना चाहिए, एक ऐमीटर (परास 0 – 500 mA), एक वोल्टमीटर (परास 0 – 5V), सेल होल्डर सहित चार 1.5 V के शुष्क सेल (या एक बैटरी एलिमिनेटर) एक प्लग कुंजी, मकर क्लिप (crocodile clips), संयोजी तार तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

ज्ञात रहे कि SWG-20 तार का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $5.178\ 10^{-7}\ m^2$; तथा SWG-24 तार का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $2.05\ 10^{-7}\ m^2$ है।

कार्यविधि

1. दिए गए ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. नए संयोजी तारों के ऊपर एक विद्युतरोधी परत होती है। इसी प्रकार, कुछ समय तक उपयोग न किए जाने पर संयोजी तारों पर भी एक विद्युतरोधी परत विकसित हो जाती है। (कैसे?) इसलिए यह आवश्यक है कि संयोजी तारों के सिरों को एक रेगमाल की सहायता से साफ कर लिया जाए।
3. अपनी नोटबुक में प्रतिरोधक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करने के लिए, चित्र 49.1 में दर्शाए अनुसार परिपथ का चित्र बनाइए। प्रेक्षण कीजिए कि विभिन्न घटक जैसे ऐमीटर, वोल्टमीटर तथा प्लग कुंजी सेलों से (या बैटरी एलिमिनेटर से) किस प्रकार संयोजित हैं। नोट करें कि प्रतिरोधक, परिपथ में A तथा B बिंदुओं के बीच संयोजित है।
4. संयोजी तारों की सहायता से विभिन्न घटकों को जोड़कर परिपथ बनाइए। परिपथ में सभी चारों सेलों को जोड़िए। यदि बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग कर रहे हैं तो एलिमिनेटर का निर्धारित मान लगभग 6 V रखिए।



चित्र 49.1 : *(a) चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करने के लिए विद्युत परिपथ; (b) प्रतिरोधक की भाँति प्रयोग किए जाने वाले विभिन्न तार*

© NCERT not to be republished

5. दिए गए तारों (प्रतिरोधकों) को निम्न प्रकार लेबल से कीजिए–

   तार 1 – SWG-20 कांस्टेंटन (या मैंगेनिन) का 10 cm लम्बाई का तार

   तार 2 – SWG 20 कांस्टेंटन (या मैंगेनिन) का 20 cm लम्बाई का तार

   तार 3 – SWG-24 कांस्टेंटन (या मैंगेनिन) का 10 cm लम्बाई का तार तथा

   तार 4 – SWG-20 (या SWG-24) नाइक्रोम का 10 cm लम्बाई का तार।

   सभी तार, अनुयोजकों (जैसे मकर क्लिपों) से चित्र 49.1 (b) में दर्शाए अनुसार जुड़े होने चाहिए। यह सुनिश्चित करेगा कि परिपथ में तार की पूरी लम्बाई प्रतिरोधक की तरह कार्य करेगी।
6. तार 1 को बिंदुओं A तथा B के बीच संयोजित कीजिए। सुनिश्चित कीजिए कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के धन तथा ऋण टर्मिनल चित्र 49.1 में दर्शाए अनुसार ठीक-ठीक संयोजित किए गए हैं। **कुंजी को प्लग में लगाने से पहले परिपथ की अपने अध्यापक से जाँच करा लें।**
7. परिपथ में विद्युतधारा प्रवाहित करने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यांकों को नोट करें तथा उन्हें अंकित करें। **तारों को व्यर्थ गर्म होने से बचाने के लिए, ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यांक लेने के तुरन्त बाद कुंजी को प्लग से निकाल दें।**
8. अब परिपथ में तार 1 के स्थान पर तार 2 को संयोजित करें। कुंजी को प्लग में लगाए तथा तार 2 में बहने वाली विद्युतधारा को मापें तथा तार 2 के सिरों के बीच विभवान्तर को मापें। विद्युतधारा तथा विभवान्तर के मानों को नोट करें। कुंजी को निकालें।
9. तार 3 तथा तार 4 के लिए चरण 8 को दोहराएं।

प्रेक्षण एवं परिकलन

(i) ऐमीटर का परास = ___ - ___ A.

(ii) ऐमीटर का अल्पतमांक = ___ A.

(iii) वोल्टमीटर का परास = ___ – ___ V.

(iv) वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ___ V.

क्रम सं.	बिंदुओं A तथा B के बीच संयोजित प्रतिरोधक का लेबल	प्रतिरोधक में बहने वाली विद्युतधारा I	प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवान्तर V	प्रतिरोधक का प्रतिरोध $R = V/I$
		A (mA)	V (V)	R (Ω)
1.	तार 1			
2.	तार 2			
3.	तार 3			
4.	तार 4			

© NCERT not to be republished

परिणाम एवं परिचर्चा

उन कारकों के बारे में निष्कर्ष निकालिए जो प्रतिरोधकों के प्रतिरोध को प्रभावित करते हैं तथा निम्न के उत्तर दीजिए।

- यह लम्बाई के साथ कैसे परिवर्तित होता है?
- यह अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के साथ कैसे परिवर्तित होता है?
- यह तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता के साथ कैसे परिवर्तित होता है? (पदार्थ की प्रतिरोधकता, पाठ्य पुस्तक या अनुलानक-I से प्राप्त की जाए)।

सावधानियाँ

- संयोजी तार, ताँबे के मोटे तार होने चाहिए तथा उनके सिरों की विद्युतरोधी परत को रेगमाल से रगड़कर हटा देना चाहिए।
- तार के संबंधन दृढ़ होने चाहिए अन्यथा परिपथ में कुछ अतिरिक्त प्रतिरोध समाविष्ट हो सकते हैं।
- ऐमीटर को प्रतिरोध के श्रेणीक्रम में इस प्रकार लगाना चाहिए कि विद्युतधारा ऐमीटर के धन सिरे से प्रवेश करे तथा ऋण सिरे से बाहर निकले।
- वोल्टमीटर को सदैव प्रतिरोधक के पार्श्व क्रम में संयोजित करना चाहिए।
- जब परिपथ में कोई विद्युतधारा प्रवाहित न हो रही हो तो ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के संकेतकों को शून्य पर होना चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो अपने अध्यापक से इसको ठीक करने को कहें।
- परिपथ में विद्युतधारा, केवल प्रेक्षण लेते समय, बहुत थोड़े समय के लिए ही प्रवाहित करनी चाहिए अन्यथा विद्युतधारा परिपथ में अनावश्यक तापन उत्पन्न करेगी। तापन से प्रतिरोधक के प्रतिरोध में परिवर्तन हो सकता है।

शिक्षक के लिए

- परिपथ में उपयोग किए जाने वाले सेलों की संख्या नियत नहीं है। सेलों की संख्या या बैटरी एलिमिनेटर का निर्धारित मान इस बात पर निर्भर करेगा कि परिपथ में प्रतिरोधक की तरह किस प्रकार का तार जोड़ा गया है जिससे कि ऐमीटर द्वारा मापी जाने वाली विद्युतधारा का मान पर्याप्त हो।
- शुष्क सेलों के स्थान पर बैटरी एलिमिनेटर या 9 V की बैटरी का प्रयोग किया जा सकता है। यदि बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग किया जाए तो इसे परिपथ में जोड़ने तथा इससे प्रेक्षण लेने के बारे में विद्यार्थियों को उचित निर्देश दिए जाने चाहिए।
- यदि आपके विद्यालय की प्रयोगशाला में निर्धारित परास से भिन्न परास के वोल्टमीटर तथा ऐमीटर हैं तो प्रतिरोधक को इस प्रकार चुनें कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर में पर्याप्त विक्षेप दिखाई दे।

© NCERT not to be republished

- इस प्रयोग में SWG-20 तथा SWG - 24 के कांस्टेंटन (या मेंगनिन) तथा नाइक्रोम के तारों को प्रयोग करने का सुझाव दिया गया है। यदि ये तार उपलब्ध नहीं हैं तो अन्य तारों को प्रयोग किया जा सकता है। यह सुझाया जाता है कि तारों का चुनाव विवेकपूर्ण तरीके से किया जाना चाहिए जिससे कि प्रयोगशाला में उपलब्ध ऐमीटर तथा वोल्टमीटर में पर्याप्त विक्षेप प्राप्त हो सके। इसके अतिरिक्त विद्यार्थियों को प्रत्येक तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल भी उपलब्ध कराना चाहिए। इस प्रयोजन के लिए अनुलग्नक J को देखा जा सकता है। यदि तारों के मानक तार गेज (SWG) ज्ञात नहीं हैं तो स्क्रूगेज़ की सहायता से उनका व्यास मापा जा सकता है।

प्रश्न

- एक ही पदार्थ तथा समान लम्बाई का एक मोटा तथा एक पतला तार एक ही स्रोत से संयोजित किए गए हैं। इन दोनों स्रोत में से किसमें अधिक विद्युतधारा प्रवाहित होगी?
- एक ताँबे के तार को एकसमान रूप से खींचकर लम्बाई में दुगुना कर दिया जाता है। इसका प्रतिरोध किस प्रकार बदलेगा? क्या इसकी प्रतिरोधकता भी बदल जाएगी?
- यदि बैटरी तथा ऐमीटर की स्थितियों को आपस में इस प्रकार बदल दिया जाए कि विद्युतधारा ऐमीटर के धन टर्मिनल से प्रवेश करे तो विद्युतधारा के मान पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
- किसी चालक का प्रतिरोध किन कारकों पर निर्भर करता है?
- यदि इस प्रयोग में कुंजी तथा ऐमीटर के स्थानों की अदला-बदली कर दी जाए तो क्या आप इस प्रयोग को कर पाएंगे?

© NCERT not to be republished

© NCERT not to be republished

प्रयोग 50

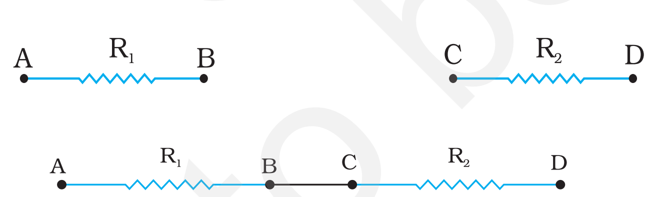
उद्देश्य

श्रेणीक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध ज्ञात करना।

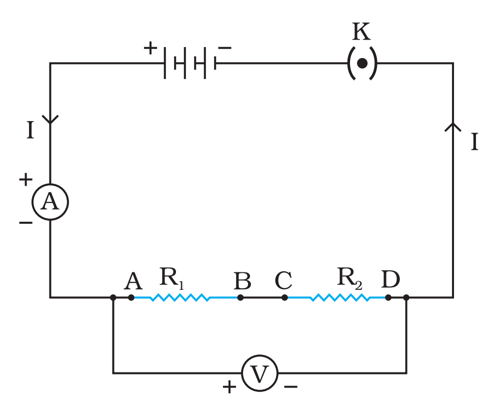
सिद्धांत

जब R_1 तथा R_2 प्रतिरोध के दो प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम संयोजन में संयोजित किया जाता है (चित्र 50.1) तो उनका तुल्य प्रतिरोध R_s निम्न रूप में दिया जाता है –

$$R_s = R_1 + R_2. \quad (1)$$



चित्र 50.1 : *(a) दो प्रतिरोधक AB तथा CD एक के बाद दूसरे के साथ रखे हुए (b) दो प्रतिरोधक AB तथा CD श्रेणीक्रम में संयोजित*



चित्र 50.2 : *श्रेणीक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों AB तथा CD के लिए परिपथ आरेख*

श्रेणीक्रम में संयोजित प्रतिरोधकों का प्रतिरोध ज्ञात करने के लिए, संयोजन के श्रेणीक्रम में संयोजित एक ऐमीटर से परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा I को मापा जाता है। प्रतिरोधकों के संयोजन के दोनों सिरों के बीच विभवान्तर V को, इन सिरों से पार्श्व क्रम में जुड़े एक वोल्टमीटर से मापा जाता है (चित्र 50.2)।

आवश्यक सामग्री

दो प्रतिरोधक (प्रत्येक 2 Ω प्रतिरोध का), एक ऐमीटर (परास 0 – 1.0 A), एक वोल्टमीटर (परास 0 – 5.0 V), 1.5 V के तीन शुष्क सेल, सेल-होल्डर सहित (या एक बैटरी एलिमिनेटर), एक प्लग कुंजी, संयोजी तार तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

कार्यविधि

1. दिए गए ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. नए संयोजी तारों के ऊपर एक विद्युतरोधी परत होती है। इसी प्रकार कुछ समय तक उपयोग न किए जाने पर भी संयोजी तारों पर एक विद्युतरोधी परत विकसित हो जाती है। (कैसे?) इसलिए यह आवश्यक है कि संयोजी तारों के सिरों को एक रेगमाल की सहायता से साफ कर लिया जाए।
3. अपनी नोटबुक में प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन के लिए चित्र 50.2 में दर्शाए अनुसार परिपथ आरेख बनाइए। प्रेक्षण कीजिए कि विभिन्न घटक जैसे ऐमीटर, वोल्टमीटर, श्रेणीक्रम में संयोजित प्रतिरोध (ज्ञात प्रतिरोध R_1 एवं R_2) तथा प्लग कुंजी, सेलों से (या बैटरी इलिमिनेटर से) किस प्रकार संयोजित है।
4. एक के बाद दूसरा प्रतिरोधक रखकर, दिए गए प्रतिरोधकों के सिरों B तथा C को चित्र 50.1 में दर्शाए अनुसार जोड़िए। परिपथ आरेख में दर्शाए अनुसार संयोजी तारों की सहायता से विभिन्न घटकों को जोड़कर परिपथ बनाइए (चित्र 50.2)।
5. सुनिश्चित कीजिए कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के धन तथा ऋण सिरे, चित्र 50.2 में दर्शाए अनुसार ठीक-ठीक संयोजित किए गए हैं। **कुंजी को प्लग में लगाने से पहले, आपके द्वारा बनाए गए परिपथ की अपने अध्यापक से जाँच करा लें।**
6. परिपथ में विद्युतधारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्याँकों को नोट कीजिए तथा उन्हें अंकित कीजिए। वोल्टमीटर, श्रेणीक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों के दो सिरों A तथा D के बीच विभवान्तर (V) को मापता है तथा ऐमीटर, श्रेणीक्रम संयोजन से होकर बहने वाली विद्युतधारा (I) को मापता है। तारों को व्यर्थ में गर्म होने से बचाने के लिए कुंजी को प्लग से निकाल लें। (यह कैसे होता है? इसके बारे में जूल के तापन नियम के अनुसार सोचिए।)
7. इस क्रिया को परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा के तीन विभिन्न मानों के लिए दोहराइए तथा प्रत्येक

© NCERT not to be republished

स्थिति में ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्यॉंकों को अंकित कीजिए। परिपथ में सेलों की संख्या को बदल कर (या बैटरी एलिमिनेटर के निर्धारित मान को बदल कर) परिपथ में विद्युतधारा को घटाया या बढ़ाया जा सकता है।

प्रेक्षण

ऐमीटर का परास = ___ - ___ A.
ऐमीटर का अल्पतमांक = ___ A.
वोल्टमीटर का परास = ___ - ___ V.
वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ___ V.
पहले प्रतिरोधक का प्रतिरोध R_1 = ___ Ω.
दूसरे प्रतिरोधक का प्रतिरोध R_2 = ___ Ω.

क्रम सं.	परिपथ में उपयोग किए गए सेलों की संख्या	श्रेणीक्रम संयोजन में बहने वाली विद्युतधारा I_S	श्रेणीक्रम संयोजन के सिरों के बीच विभवान्तर V_S	संयोजन का तुल्य प्रतिरोध R_S $R_S = V_s/I_s$	R_S का माध्य मान
		(A)	(V)	(Ω)	(Ω)
1. 2. 3. 4.					

R_1 = ____ Ω, R_2 = _____ Ω
तुल्य प्रतिरोध [समीकरण (1) से] = $R_1 + R_2$ = ___ Ω

परिणाम एवं परिचर्चा

दिए गए दो प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन के तुल्य प्रतिरोध के प्रेक्षण मान (प्रेक्षण सारणी से) की समीकरण (1) द्वारा परिकलित मान से तुलना कीजिए।

सावधानियाँ

- संयोजी तार ताँबे के मोटे तार होने चाहिए तथा उनके सिरों की विद्युतरोधी परत को रेगमाल से रगड़कर साफ कर देना चाहिए।
- तारों के संबंधन दृढ़ होने चाहिए अन्यथा परिपथ में कुछ अतिरिक्त प्रतिरोध समाविष्ट हो सकते हैं।
- ऐमीटर को प्रतिरोधकों के संयोजन के श्रेणीक्रम में इस प्रकार संयोजित करें कि धारा धन सिरे से प्रवेश करे तथा ऋण सिरे से बाहर निकले।

© NCERT not to be republished

- वोल्टमीटर को सदैव प्रतिरोधकों के संयोजन के पार्श्व क्रम में संयोजित करना चाहिए।
- जब परिपथ में कोई विद्युतधारा प्रवाहित न हो रही हो तो ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के संकेतकों की स्थिति शून्य पर होनी चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो अपने अध्यापक से इसको ठीक करने को कहें।
- परिपथ में विद्युतधारा केवल प्रेक्षण लेते समय बहुत थोड़े समय के लिए ही प्रवाहित करनी चाहिए; अन्यथा विद्युतधारा परिपथ में अनावश्यक तापन उत्पन्न करेगी। तापन से प्रतिरोधकों के प्रतिरोध में परिवर्तन हो सकता है।

शिक्षक के लिए

- सेलों का आंतरिक प्रतिरोध प्रयोग में उपयोग किए गए प्रतिरोधकों के बाह्य प्रतिरोध से अत्यंत कम होना चाहिए।
- यदि सेलों या बैटरी के लिए संचायक सेल या बैटरी का उपयोग किया जाए तो परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा का मान बदलने के लिए धारा नियंत्रक या परिवर्ती प्रतिरोधक बॉक्स का उपयोग किया जा सकता है।
- यदि आपके विद्यालय की प्रयोगशाला में निर्धारित परास से भिन्न परास के वोल्टमीटर तथा ऐमीटर हैं तो प्रतिरोधकों को इस प्रकार चुनें कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर में पर्याप्त विक्षेप दिखाई दे।

प्रश्न

- यदि क्रमशः 2 Ω तथा 4 Ω प्रतिरोधों के दो प्रतिरोधक किसी विद्युत परिपथ में श्रेणीक्रम में संयोजित किए गए हों तो परिपथ का तुल्य प्रतिरोध क्या होगा?
- किसी विद्युत परिपथ में 5 Ω प्रतिरोध का एक प्रतिरोधक, एक ऐमीटर तथा प्लग कुंजी के द्वारा एक बैटरी (5 V) के साथ संयोजित किया गया है। अब इसी परिपथ में 10 Ω प्रतिरोध का एक दूसरा प्रतिरोधक 5 Ω के प्रतिरोधक के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाता है। क्या ऐमीटर के पाठ्याँक में कोई परिवर्तन होगा? यह परिवर्तन कितना होगा?
- उपरोक्त प्रश्न में जब 5 Ω प्रतिरोध का प्रतिरोधक परिपथ में अकेला है तो इसके दोनों सिरों के बीच कितना विभवान्तर होगा? जब 5 Ω प्रतिरोध के प्रतिरोधक को 10 Ω प्रतिरोध के प्रतिरोधक के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित कर दिया जाता है तो 5 Ω के प्रतिरोधक के सिरों के बीच कितना विभवान्तर होगा? श्रेणीक्रम संयोजन के सिरों के बीच कितना विभवान्तर है?

© NCERT not to be republished

प्रयोग 51

उद्देश्य

पार्श्वक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध ज्ञात करना।

सिद्धांत

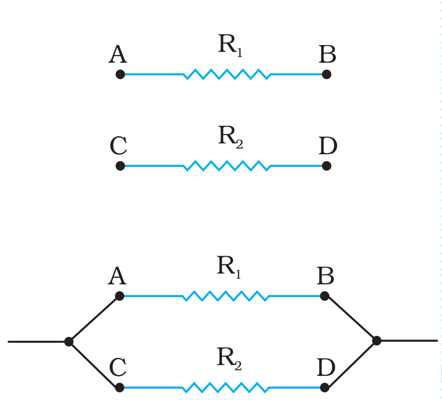
जब R_1 तथा R_2 प्रतिरोध के दो प्रतिरोधकों को पार्श्वक्रम में संयोजित किया जाता है [चित्र 51.1 (a)] तो उनका तुल्य प्रतिरोध R_p निम्न समीकरण से परिकलित किया जा सकता है –

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

या

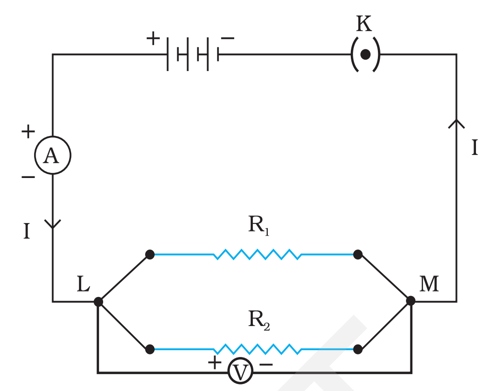
$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \qquad (1)$$

पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधकों का प्रतिरोध ज्ञात करने के लिए, संयोजन के श्रेणीक्रम में संयोजित एक ऐमीटर से परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा *I* को मापा जाता है। प्रतिरोधकों के संयोजन के दोनों सिरों के बीच विभवान्तर *V* को, इन सिरों पर पार्श्वक्रम में जुड़े एक वोल्टमीटर से मापा जाता है (चित्र 51.2)।



चित्र 51.1 : *(a)* दो प्रतिरोधक R_1 तथा R_2 एक दूसरे के बराबर में रखें हैं, *(b)* दो प्रतिरोधक R_1 तथा R_2 पार्श्वक्रम संयोजन में संयोजित हैं।

© NCERT not to be republished



चित्र 51.2 : पार्श्वक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों R_1 तथा R_2 के लिए परिपथ आरेख।

आवश्यक सामग्री

दो प्रतिरोधकों (प्रत्येक 2 Ω प्रतिरोध का), एक ऐमीटर (परास 0 – 5 A), एक वोल्टमीटर (परास 0 – 5 V), सेल होल्डर सहित 1.5 V के तीन शुष्क सेल (या एक बैटरी इलिमिनेटर), एक प्लग कुंजी, संयोजी तार, तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

कार्यविधि

1. दिए गए ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. नए संयोजी तारों के ऊपर एक विद्युतरोधी परत होती है। इसी प्रकार कुछ समय तक उपयोग न किए जाने पर भी संयोजी तारों पर एक विद्युतरोधी परत विकसित हो जाती है। (कैसे?) इसलिए यह आवश्यक है कि संयोजी तारों के सिरों को एक रेगमाल की सहायता से साफ कर लिया जाए।
3. अपनी नोटबुक में प्रतिरोधकों के पार्श्वक्रम संयोजन के लिए चित्र 51.2 में दर्शाए अनुसार परिपथ आरेख बनाइए। सुनिश्चित कीजिए कि विभिन्न घटक जैसे ऐमीटर, वोल्टमीटर, पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोध (प्रतिरोध R_1 तथा R_2 के) तथा प्लग कुंजी सेलों से (या बैटरी एलिमिनेटर से) किस प्रकार संयोजित है।
4. दिए गए प्रतिरोधकों को एक-दूसरे के बराबर रखिए तथा सिरे A को सिरे C के साथ तथा सिरे B को सिरे D के साथ जोड़िए (चित्र 51.1)। परिपथ आरेख में दर्शाए अनुसार संयोजी तारों की सहायता से विभिन्न घटकों को जोड़कर परिपथ बनाइए (चित्र 51.2)।
5. सुनिश्चित कीजिए कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के धन तथा ऋण टर्मिनल परिपथ में ठीक-ठीक संयोजित किए गए हैं। **कुंजी को प्लग में लगाने से पहले, आपके द्वारा बनाए गए परिपथ की अपने अध्यापक से जाँच करा लें।**
6. परिपथ में विद्युतधारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्याँकों को नोट कीजिए तथा उन्हें अंकित कीजिए। वोल्टमीटर पार्श्वक्रम में संयोजित दो प्रतिरोधकों के दो सिरों A तथा D के बीच विभवान्तर (V) को मापता है तथा ऐमीटर इस संयोजन से बहने वाली

© NCERT not to be republished

विद्युतधारा (I) को मापता है। तारों को गर्म होने से बचाने के लिए कुंजी को प्लग से निकाल लें। (यह कैसे होता है? इसके बारे में जूल के तापन नियम के अनुसार सोचिए।)

7. इस क्रिया को परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा के तीन भिन्न-भिन्न मानों के लिए दोहराइए तथा प्रत्येक स्थिति में ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के पाठ्याँकों को अंकित कीजिए। परिपथ में सेलों की संख्या को बदलकर (या बैटरी एलिमिनेटर के टर्मिनल के विन्यास को बदल कर) परिपथ में विद्युतधारा को घटाया या बढ़ाया जा सकता है।

प्रेक्षण तथा परिकलन

(i) ऐमीटर का परास = ____ - ____ A.

(ii) ऐमीटर का अल्पतमांक = ____ A.

(iii) वोल्टमीटर का परास = ____ - ____ V.

(iv) वोल्टमीटर का अल्पतमांक = ____ V.

(v) पहले प्रतिरोधक का प्रतिरोध R_1 = ____ Ω.

(vi) दूसरे प्रतिरोधक का प्रतिरोध R_2 = ____ Ω.

क्रम सं.	परिपथ में उपयोग किए गए सेलों की संख्या	पार्श्वक्रम संयोजन के सिरों के बीच विभवान्तर I_p	पार्श्वक्रम संयोजन के सिरों के बीच विभवान्तर V_p	संयोजन का तुल्य प्रतिरोध R_p $R_p = V_p/I_p$	R_p का माध्य मान
		(A)	(V)	(Ω)	(Ω)
1.					
2.					
3.					
4.					

गणनाएं

R_1 = ____ Ω, R_2 = _____ Ω

तुल्य प्रतिरोध (समीकरण 1 से) = $\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$ = ___ Ω

परिणाम एवं परिचर्चा

दिए गए दो प्रतिरोधकों के पार्श्वक्रम संयोजन के प्रेक्षित तुल्य प्रतिरोध के मान (प्रेक्षण सारणी से) की समीकरण (1) द्वारा गणना किए गए मान से तुलना कीजिए।

© NCERT not to be republished

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- संयोजी तार ताँबे के मोटे तार होने चाहिए तथा उनके सिरों के विद्युतरोधी परत को रेगमाल से रगड़कर साफ कर देना चाहिए।
- तारों के संबंधन दृढ़ होने चाहिए अन्यथा परिपथ में कुछ अतिरिक्त प्रतिरोध सन्निविष्ट हो सकता है।
- ऐमीटर को प्रतिरोधकों के संयोजन के श्रेणीक्रम में इस प्रकार लगाना चाहिए कि विद्युतधारा ऐमीटर के धन सिरे से प्रवेश करे तथा ऋण सिरे से बाहर निकले।
- वोल्टमीटर को सदैव प्रतिरोधकों के संयोजन के पार्श्वक्रम में संयोजित करना चाहिए।
- जब परिपथ में कोई विद्युतधारा प्रवाहित न हो रही हो तो ऐमीटर तथा वोल्टमीटर के संकेतकों की स्थिति शून्य पर होनी चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो अपने अध्यापक से इसको ठीक करने को कहें।
- परिपथ में विद्युतधारा केवल प्रेक्षण लेते समय बहुत थोड़े समय के लिए ही प्रवाहित करनी चाहिए अन्यथा विद्युतधारा परिपथ में अनावश्यक तापन उत्पन्न करेगी। तापन से प्रतिरोधकों के प्रतिरोध में परिवर्तन हो सकता है।

शिक्षक के लिए

- सेलों का आंतरिक प्रतिरोध उपयोग किए गए प्रतिरोधकों के बाह्य प्रतिरोध से अत्यंत कम होना चाहिए।
- यदि सेलों या बैटरी एलिमिनेटर के स्थान पर परिपथ में विद्युतधारा लेने के लिए संचायक सेल या बैटरी का उपयोग किया जाए तो परिपथ में बहने वाली विद्युतधारा का मान बदलने के लिए धारा नियंत्रक या परिवर्ती प्रतिरोधक बॉक्स का उपयोग किया जा सकता है।
- यदि आपके विद्यालय की प्रयोगशाला में निर्धारित परास से भिन्न वोल्टमीटर तथा ऐमीटर हैं तो प्रतिरोधकों को इस प्रकार चुनें कि ऐमीटर तथा वोल्टमीटर में पर्याप्त विक्षेप दिखाई दे।

प्रश्न

- यदि क्रमश: $3\,\Omega$ तथा $6\,\Omega$ प्रतिरोधों के दो प्रतिरोधक पार्श्वक्रम में संयोजित किए गए हों तो परिपथ का तुल्य प्रतिरोध क्या होगा?
- दो प्रतिरोधक जिनके प्रतिरोध क्रमश: $4\,\Omega$ तथा $6\,\Omega$ है एक परिपथ में संयोजित किए गए हैं। यह देखा गया कि परिपथ में कुल प्रतिरोध $4\,\Omega$ से कम है। प्रतिरोधकों को किस प्रकार संयोजित किया गया होगा?
- दो प्रतिरोधकों को पहले श्रेणीक्रम में और फिर पार्श्वक्रम में संयोजित किया गया है। वोल्टमीटर तथा ऐमीटर के पाठ्यांकों पर इसका क्या प्रभाव होगा?
- घरेलू युक्तियों को विद्युत परिपथ में किस प्रकार संयोजित किया जाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

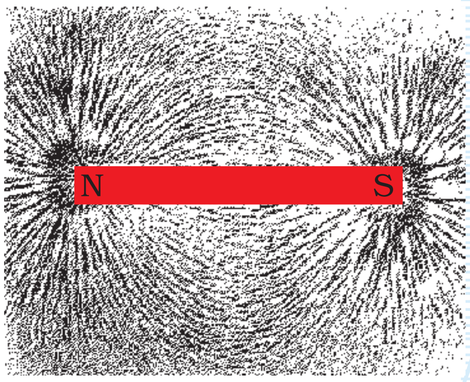
प्रयोग 52

उद्देश्य

किसी छड़ चुम्बक की चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को आरेखित करना।

सिद्धांत

किसी छड़ चुंबक के चारों ओर विद्यमान बल का क्षेत्र इसका चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। जब किसी छड़ चुंबक के चारों ओर लौह-चूर्ण को छितराया जाता है तो हम देखते हैं कि लौह-चूर्ण एक विशेष पैटर्न में व्यवस्थित हो जाता है जैसा कि चित्र 52.1 में दर्शाया गया है। वह रेखाएं जिनके अनुदिश लौह-चूर्ण स्वयं को संरेखित करता है, चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को निरूपित करती हैं। ये रेखाएं बंद वक्र होती हैं और एक दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करती। ये क्षेत्र रेखाएं चुंबक के ध्रुवों के आस-पास सघन होती हैं। उनकी निकटता की कोटि दर्शाती है कि ध्रुवों के पास चुंबकीय क्षेत्र अधिक प्रबल है।



चित्र 52.1 : छड़ चुंबक के निकट लौह-चूर्ण के कण स्वयं को क्षेत्र रेखाओं के अनुदिश संरेखित कर लेते हैं।

किसी छड़ चुंबक के चारों ओर रेखाओं का चुंबकीय क्षेत्र दिक्सूचक (compass needle) की सहायता से खींचा जा सकता है। दिक्सूची एक छोटा चुंबक है। इसका एक सिरा जो उत्तर की ओर संकेत करता है उत्तरी ध्रुव कहलाता है और दूसरा सिरा जो दक्षिण की ओर संकेत करता है, दक्षिणी ध्रुव कहलाता है।

आवश्यक सामग्री

लगभग 10 cm लंबा एक छड़ चुंबक, एक छोटी दिक्सूची, लौह-चूर्ण, ड्राइंग बोर्ड, चिपकाने वाली टेप या पीतल के ड्राइंग पिन तथा सफेद कागज की शीटें।

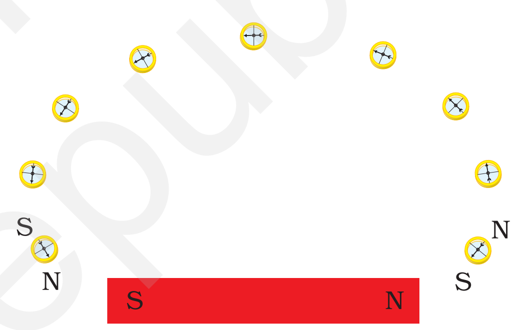
कार्यविधि

A. *छड़ चुंबक के चारों ओर लौह-चूर्ण के पैटर्न को प्रेक्षित करना*

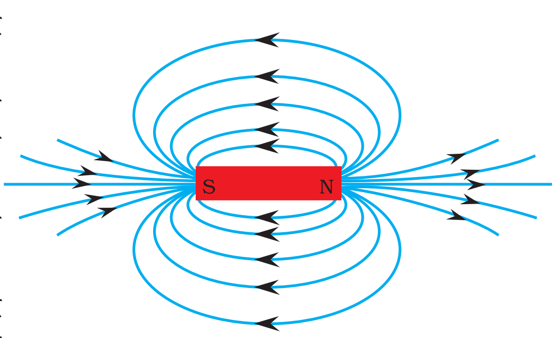
1. चिपकने वाली टेप या पीतल के ड्राइंग पिनों का उपयोग करके ड्राइंग बोर्ड पर एक सफेद चिकने कागज की शीट लगाइए।
2. इस शीट के बीच में एक छड़ चुंबक रखिए।
3. छड़ चुंबक के चारों ओर लौह-चूर्ण छितराइए और ड्राइंग बोर्ड को धीरे से थपथपाइए जबतक कि चित्र 52.1 में दर्शाए अनुसार पैटर्न नहीं बन जाता।
4. पैटर्न का प्रेक्षण कीजिए। यह क्या दर्शाता है? नोट कीजिए कि लौह-चूर्ण छड़ चुंबक के ध्रुवों के चारों ओर (सघन) है।
5. कागज से लौह-चूर्ण को हटाइए।

B. *किसी छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं खींचना*

6. छड़ चुंबक के उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों की पहचान कीजिए। छड़ चुंबक को कागज के बीचों-बीच रखिए। चुंबक के उत्तर तथा दक्षिण ध्रुवों को अंकित कीजिए तथा छड़ चुंबक की सीमा रेखा भी खींचिए।
7. एक छोटी दिक्सूची को चुंबक के उत्तर ध्रुव के अत्यंत निकट रखिए।
8. आप देखेंगे कि दिक्सूची का दक्षिण ध्रुव छड़ चुंबक के उत्तर ध्रुव की ओर संरेखित हो जाता है।
9. दिक्सूची के दोनों सिरों की स्थितियाँ अंकित कीजिए।
10. अब दिक्सूची को नई स्थिति में इस प्रकार रखिए कि इसका दक्षिण ध्रुव उस स्थिति पर आ जाए जहाँ पहले इसका उत्तरी ध्रुव था।
11. इस प्रकार धीरे-धीरे इस क्रिया को दोहराइए जब तक कि आप चुंबक के दक्षिण ध्रुव तक न पहुँच जाएं जैसा कि चित्र 52.2 में दर्शाया गया है।



चित्र 52.2 : *दिक्सूची की सहायता से चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ आरेखित करना*



चित्र 52.3 : *किसी छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ*

© NCERT not to be republished

12. कागज पर अंकित बिंदुओं को इस प्रकार मिलाइए कि एक निष्कोण वक्र प्राप्त हो जाए। यह वक्र क्षेत्र रेखा को निरूपित करता है।
13. उपरोक्त विधि को दोहराइए और जितनी क्षेत्र रेखाएं संभव हो सकें खींचिए। आपको चित्र 52.3 में दर्शाए जैसा पैटर्न प्राप्त होगा। आपने नोट किया होगा कि चुंबक के ध्रुवों के निकट ले जाने पर दिक्सूची में विक्षेप अधिक होता है।

प्रेक्षण

संलग्न कागज की शीट पर बना आरेख दंड चुम्बक के चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न दर्शाता है।

परिणाम एवं परिचर्चा

किसी छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को देखकर यह पुष्टि होती है कि –

- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ बंद तथा संतत वक्र हैं;
- जब दिक्सूची को ध्रुवों के निकट ले जाते हैं तो इसके संकेतक का विक्षेप बढ़ता है;
- दो चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करती; और
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ छड़ चुंबक के ध्रुवों पर संकुल (crowded) होती हैं।

सावधानियाँ

- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ आरेखित करते समय छड़ चुंबक के निकट दिक्सूची को छोड़कर अन्य कोई भी चुंबकीय पदार्थ नहीं होना चाहिए।
- दिक्सूची का साइज़ छोटा होना चाहिए।
- छड़ चुंबक पर्याप्त मात्र में प्रबल होना चाहिए जिससे कि इससे 15 cm दूर रखी दिक्सूची में पर्याप्त विक्षेप हो सके।

शिक्षक के लिए

- यदि आप यह पाएं कि इस प्रयोग को दिए गए समय में पूरा करना कठिन है तो विद्यार्थियों को केवल चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के आरेखन करने का सुझाव दें। इस प्रयोग के पहले भाग अर्थात् 'छड़ चुंबक के चारों ओर लौह-चूर्ण के पैटर्न को प्रेक्षित करना' को छोड़ा जा सकता है।
- छड़ चुंबक के उत्तर तथा दक्षिण ध्रुवों की पहचान करने के लिए ज्ञात ध्रुवण (polarity) का एक दूसरा चुंबक प्रयोग करें।
- दिए गए कागज की शीट पर पर्याप्त संख्या में क्षेत्र रेखाएँ खींचने के लिए छोटी दिक्सूची का प्रयोग करना चाहिए।
- यह सुझाव दिया जाता है कि छड़ चुंबक के उत्तर तथा दक्षिण ध्रुवों को उत्तर-दक्षिण दिशा में रखें। ऐसा पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव के कारण क्षेत्र पैटर्नों में आने वाली विविधता से बचने के लिए वांछित है।

© NCERT not to be republished

अनुप्रयोग

इस विधि को चुंबकीय पदार्थों की पहचान करने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। इससे दो छड़ चुंबकों की प्रबलताओं की तुलना भी की जा सकती है।

प्रश्न

- आपको एक लोहे की पत्ती और एक छड़ चुंबक दिया गया है। आप बिना किसी अन्य सहायक सामग्री का उपयोग किए इनमें से चुम्बक को कैसे पहचानेंगे?
- एक दिक्सूचक किस प्रकार कार्य करता है?
- एक लोहे की सुई, एक चुंबक तथा एक थर्मोकोल के टुकड़े से आप दिक्सूची कैसे बनाएंगे?
- क्या आप सोचते हैं कि दिक्सूची की सुई एक चुंबक है?
- दिक्सूची की सुई उत्तर-दक्षिण दिशा में क्यों संकेत करती है?
- क्या एक साधारण चुंबक को दिक्सूची की तरह प्रयोग किया जा सकता है?
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की निकटता की कोटि क्या इंगित करती है?
- चुंबक के ध्रुवों के पास लौह-चूर्ण संकेन्द्रित क्यों होता है?
- इस प्रयोग में छोटी दिक्सूची प्रयोग करने का परामर्श दिया गया है। यदि छोटी दिक्सूची को बड़े साइज़ की दिक्सूची से प्रतिस्थापित कर दिया जाए तो क्या होगा?

© NCERT not to be republished

प्रयोग 53

उद्देश्य

किसी विद्युत धारावाही सीधे तार की चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को आरेखित करना।

सिद्धांत

किसी तार (चालक) में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा उसके चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। चुंबकीय क्षेत्र के अस्तित्व को एक चुंबकीय दिक्सूचक सुई का प्रयोग करके प्रेक्षित किया जा सकता है। चुंबकीय क्षेत्र की दिशा तार में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा की दिशा पर निर्भर करती है। इस प्रयोग में हम सीधे विद्युत धारावाही तार की चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को आरेखित करने का प्रयास करेंगे तथा तार में विद्युत धारा की दिशा परिवर्तन का चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं पर प्रभाव ज्ञात करेंगे।

आवश्यक सामग्री

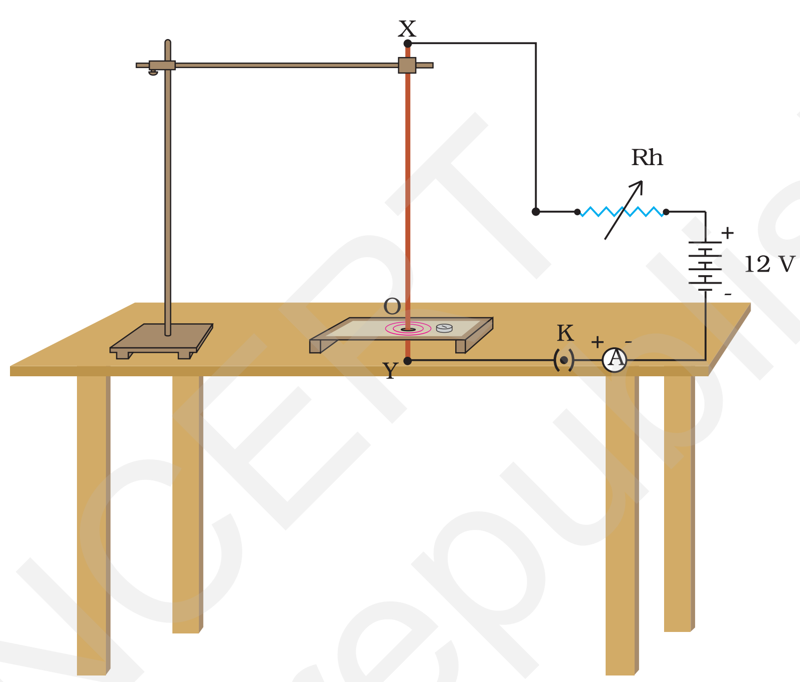
एक बैटरी (12 V) या एक बैटरी इलिमिनेटर (12V/2A), एक परिवर्ती प्रतिरोधक (एक धारा नियंत्रक), प्लग कुंजी, ताँबे का मोटा तार (अधिमानत: SWG-12 लगभग 50 cm) लंबा, लकड़ी का आयताकार तख्ता जिसके बीच में एक ऐसा सुराख हो जिससे ताँबे का मोटा तार आसानी से गुजर सके, ऐमीटर (0 – 3A), सफेद कागज की एक शीट, एक छोटी दिक्सूची, लकड़ी का स्टैण्ड, चिपकाने वाली टेप, संयोजी तार तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

कार्यविधि

1. दिए गए ऐमीटर का परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।

© NCERT not to be republished

2. नए संयोजी तारों के ऊपर एक विद्युतरोधी परत होती है। इसी प्रकार कुछ समय तक उपयोग न किए जाने पर भी संयोजी तारों पर एक विद्युतरोधी परत विकसित हो जाती है। (कैसे?) इसलिए यह आवश्यक है कि संयोजी तारों के सिरों को एक रेगमाल की सहायता से साफ कर लिया जाए।



चित्र 53.1 : *एक विद्युत धारावाही सीधे तार की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ आरेखित करने के लिए विद्युत परिपथ*

3. चित्र 53.1 में दर्शाए अनुसार एक परिपथ आरेख बनाइए जिसमें एक परिवर्ती प्रतिरोधक (धारा नियंत्रक), एक ऐमीटर, बैटरी (या बैटरी एलिमिनेटर) एवं प्लग कुंजी को एक मोटे ताँबे के तार XY से संयोजित कीजिए।
4. चिपकाने वाली टेप की सहायता से एक आयताकार लकड़ी के तख्ते पर सफेद कागज की एक शीट चिपकाइए। शीट के केन्द्र में एक छोटा सूराख O इस प्रकार कीजिए कि यह तख्ते के सुराख के ठीक ऊपर हो। चित्र में दर्शाए अनुसार तख्ते को मेज पर क्षैतिजत: रखें।
5. विभिन्न घटकों को संयोजित करके चित्र 53.1 में दर्शाए अनुसार परिपथ बनाएं। ताँबे का मोटा तार XY, आयताकार तख्ते के तल से लंबवत् रहे। ताँबे के मोटे तार के ऊपरी सिरे X को एक प्रयोगशाला स्टैण्ड (लकड़ी का) पर जड़ा जा सकता है। यह सुनिश्चित करेगा कि तार XY ऊर्ध्वाधर स्थिति में रहे।
6. सुनिश्चित कीजिए कि बैटरी (या बैटरी एलिमिनेटर) तथा ऐमीटर के धन तथा ऋण टर्मिनल परिपथ में ठीक-ठीक संयोजित किए गए हैं। **कुंजी को प्लग में लगाने से पहले, आपके द्वारा बनाए गए परिपथ की अपने अध्यापक से जाँच करा लें।**

© NCERT not to be republished

7. परिपथ में विद्युतधारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। परिवर्ती प्रतिरोधक या धारा नियंत्रक की स्थिति को ऐसा बदलें कि ताँबे के मोटे तार XY में लगभग 2 A विद्युतधारा प्रवाहित करे। ऐमीटर के पाठ्याँक को नोट करें तथा अंकित करें।
8. आयताकार तख्ते पर रखी सफेद शीट के किसी बिंदु (माना P) पर एक दिक्सूची रखिए। दिक्सूची की सुई की दिशा का प्रेक्षण कीजिए। परिपाटी के अनुसार, दिक्सूची के उत्तर ध्रुव की दिशा बिंदु P पर सीधे चालक में बहने वाली विद्युतधारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बताती है।
9. दिक्सूची के दोनों सिरों की स्थिति अंकित कीजिए तथा अब इसे इस प्रकार रखिए कि इसका दक्षिण ध्रुव उस स्थिति पर आ जाए, जहाँ पहले उत्तर ध्रुव के सिरे की स्थिति थी। दिक्सूची के दोनों सिरों द्वारा इंगित नई स्थिति फिर से अंकित कीजिए। इस क्रिया को क्रमशः दोहराते जाइए जब तक कि आपको चित्र 53.1 में दर्शाए अनुसार पूर्ण वृत्ताकार पैटर्न प्राप्त न हो जाए। इस प्रकार एक धारावाही सीधे तार की चुंबकीय क्षेत्र रेखा जिसका केन्द्र धारावाही तार पर होता है।
10. एक चुंबकीय क्षेत्र रेखा संरेखित करने के पश्चात् कुंजी को प्लग में से निकाल लीजिए और कुछ मिनट तक प्रतीक्षा कीजिए जिससे कि तार फिर से अपने सामान्य ताप पर आ जाए।
11. उपरोक्त प्रक्रिया को दोहराइए तथा जितने संभव हो सकें वृत (चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को निरूपित करने वाले) खींचिए। यदि दिक्सूची को ताँबे के मोटे तार से दूर ले जाते हैं तो दिक्सूची के विक्षेप पर क्या प्रभाव पड़ता है? क्या आप देखते हैं कि दिक्सूची का विक्षेप घट जाता है। इससे निर्दिष्ट होता है कि किसी चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र चालक से दूरी बढ़ने पर घटता है।
12. इस परिपथ का उपयोग करके आप यह भी देख सकते हैं कि किसी बिंदु पर रखे दिक्सूची के विक्षेप पर तार में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा के परिवर्तन का क्या प्रभाव पड़ता है? इसे देखने के लिए दिक्सूची को किसी नियत बिंदु Q (माना) पर रखिए। अब धारा नियंत्रक के परिवर्ती संपर्क की स्थिति बदल कर मोटे ताँबे के तार में विद्युतधारा बढ़ाइए। आप क्या प्रभाव प्रेक्षित करते हैं? दिक्सूची में भी विक्षेप बढ़ता है। क्या आप मोटे ताँबे के तार में विद्युतधारा घटाने पर दिए गए बिंदु Q पर रखी दिक्सूची के विक्षेप में कमी देखते हैं? इससे निर्दिष्ट होता है कि जैसे-जैसे मोटे ताँबे के तार में विद्युतधारा के परिमाण में वृद्धि होती है। किसी दिए गए बिंदु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र के परिमाण में भी वृद्धि होती है। विलोमतः धारा घटाने पर इस चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण कम हो जाता है।
13. ताँबे के सीधे मोटे तार में विद्युतधारा की दिशा को बैटरी (या बैटरी इलिमिनेटर) के टर्मिनलों को अदला-बदली करके उत्क्रमित कीजिए तथा दिक्सूची के विक्षेप की दिशा को प्रेक्षित कीजिए। क्या यह भी उत्क्रमित हो जाती है?

© NCERT not to be republished

प्रेक्षण

संलग्न शीट पर बना आलेख किसी सीधे धारावाही तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के पैटर्न को दर्शाता है।

परिणाम एवं परिचर्चा

चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के प्रेक्षण के आधार पर निम्न निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं-

- किसी धारावाही सीधे तार के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करतीं।
- धारावाही सीधे तार से दिक्सूची के दूर जाने पर इसमें विक्षेप घटता है।
- तार में विद्युतधारा परिवर्तित होने पर दिक्सूची के विक्षेप में भी परिवर्तन होता है।
- यदि ताँबे के सीधे तार में विद्युतधारा की दिशा उत्क्रमित कर दी जाती है तो चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा भी उत्क्रमित हो जाती है।

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- कुंजी को प्लग में तभी लगाना चाहिए जब आप प्रेक्षण अंकित कर रहे हों।
- एक चुंबकीय क्षेत्र रेखा आरेखित करने के पश्चात् कुंजी को प्लग से निकालिए तथा कुछ मिनट प्रतीक्षा कीजिए जिससे कि तार अपने सामान्य ताप पर वापस आ जाए।
- प्रयोग के समय तार अत्यंत गर्म हो जाता है इसलिए प्रयोग करते समय तार को न छुएं अन्यथा आपको नुकसान पहुँच सकता है।
- धारावाही सीधे तार के निकट, दिक्सूची को छोड़कर अन्य कोई भी चुंबकीय पदार्थ नहीं होना चाहिए।
- ताँबे के मोटे तार को पूरे प्रयोग में सीधा तथा ऊर्ध्वाधर रखना चाहिए। यदि लकड़ी का स्टैण्ड उपलब्ध न हो तब तार को किसी कॉर्क में से गुजारें जिसे किसी प्रयोगशाला स्टैण्ड में क्लैम्प किया जा सके।
- मोटे तथा सीधे ताँबे के तार के साथ श्रेणीक्रम में एक परिवर्ती प्रतिरोधक या धारा नियंत्रक लगाना चाहिए जिससे कि सीधे ताँबे के तार में विद्युतधारा नियंत्रित की जा सके।

शिक्षक के लिए

- इस प्रयोग में एक परिवर्ती प्रतिरोधक (धारा नियंत्रक) का उपयोग करके परिपथ में प्रतिरोध परिवर्तित किया जा सकता है जिससे कि परिपथ में विद्युतधारा का मान बदल जाता है। धारा नियंत्रक विद्यार्थियों के लिए एक नया यंत्र हो सकता है। इसलिए यह सुझाव दिया जाता है कि

© NCERT not to be republished

इस प्रयोग से पहले इसके उपयोग को प्रदर्शित करें तथापि धारा नियंत्रक के स्थान पर विद्युत परिपथ में प्रतिरोध बॉक्स का उपयोग भी किया जा सकता है।

- इस प्रयोग में परिपथ में काफी अधिक समय तक उच्च विद्युतधारा (लगभग 2 A) बहने की आवश्यकता होती है। इसलिए उत्पन्न होने वाली ऊष्मा अधिक होगी (जूल का तापन नियम)। पतला तार, पूरे प्रयोग के दौरान हो सकता है कि सीधा न रह पाए और वह पिघल भी सकता है। इसलिए यह सुझाव दिया जाता है कि ताँबे का मोटा तार (अधिमानत: SWG–12 जिसका व्यास लगभग 2 mm) हो उपयोग किया जाए। यदि यह उपलब्ध नहीं है तो अन्य तारों का भी उपयोग किया जा सकता है। ताँबे का इतना मोटा तार प्राय: घरेलू विद्युत परिपथों में भूसंपर्क के लिए प्रयोग किया जाता है।
- इस प्रयोग में परिपथ में अपेक्षाकृत उच्च विद्युतधारा प्रवाहित होती है इसीलिए इसमें उच्च वोल्टता की बैटरी या उच्च क्षमता की बैटरी एलिमिनेटर की आवश्यकता होती है।

प्रश्न

- विद्युतवाही सीधे तार की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं छड़ चुंबक की क्षेत्र रेखाओं से किस प्रकार भिन्न हैं?
- इस प्रयोगिक प्रबंध में यदि आप धारा नियंत्रक को प्लग कुंजी से अदल-बदल कर दें तो क्षेत्र रेखाओं के पैटर्न में आप क्या प्रभाव देखेंगे?
- चुंबकीय क्षेत्र की दिशा किस प्रकार ज्ञात की जा सकती है? एक विधि सुझाइए।
- यदि ताँबे का मोटा तार सीधा ऊर्ध्वाधर रखने की बजाय सीधा क्षैतिजत: रखा जाए तो क्षेत्र रेखाओं के पैटर्न पर क्या प्रभाव पड़ेगा? समूहों में विचार विमर्श कीजिए।

© NCERT not to be republished

प्रयोग 54

उद्देश्य

किसी विद्युत चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन करना।

सिद्धांत

विद्युत चुंबक एक ऐसा चुंबक है जिसमें किसी नर्म लोहे की क्रोड पर विद्युतरोधी ताँबे के तार की एक कुंडली लिपटी हो। जब तार में से विद्युतधारा प्रवाहित होती है तो क्रोड चुंबकित हो जाती है जब विद्युतधारा प्रवाहित होनी बंद हो जाती है तो क्रोड का चुंबकत्व खत्म हो जाता है। इस प्रयोग में एक दिक्सूची का अवलोकन करके हम किसी विद्युत चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन करेंगे। (दिक्सूची एक छोटा चुंबक है। इसका एक सिरा जो उत्तर की ओर संकेत करता है इसका उत्तरी ध्रुव कहलाता है और दूसरा सिरा जो दक्षिण की ओर संकेत करता है, दक्षिणी ध्रुव कहलाता है। दिक्सूची के आधार पर लगा एक वृताकार स्केल इसके चारों ओर विक्षेप को मापने के लिए उपयोग किया जाता है)। कुंडली में विद्युतधारा का परिमाण तथा दिशा परिवर्तित करके हम विद्युत चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन की जाँच करेंगे तथा कुंडली में बहने वाली विद्युतधारा के मान को स्थिर रखकर दिक्सूची को विद्युत चुंबक से दूर ले जाने पर चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन की भी जाँच करेंगे।

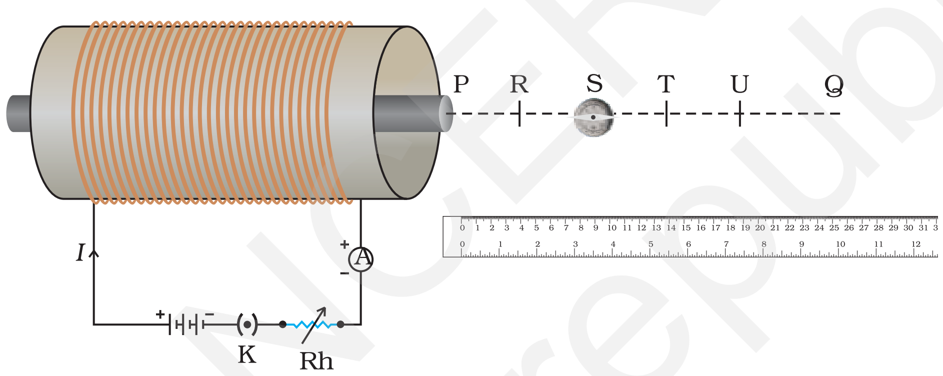
आवश्यक सामग्री

एक छोटा विद्युत चुंबक, वृताकार स्केल युक्त दिक्सूची, कम-से-कम 6 V की एक बैटरी, एक परिवर्ती प्रतिरोधक (धारा नियंत्रक), एक ऐमीटर (0 – 3 A), एक प्लग कुंजी, मापक पैमाना, संयोजी तार तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

© NCERT not to be republished

कार्यविधि

1. दिए गए ऐमीटर का परास तथा अल्पतमांक नोट कीजिए।
2. रेगमाल का उपयोग करके संयोजी तारों के सिरों को साफ कीजिए।
3. संयोजी तारों का उपयोग करके चित्र 54.1 में दर्शाए अनुसार एक विद्युत परिपथ तैयार कीजिए जिसमें एक विद्युत चुंबक, बैटरी, परिवर्ती प्रतिरोधक (धारा नियंत्रक), प्लग कुंजी तथा ऐमीटर लगा हो। परिपथ को ऐसी जगह बनाएं कि विद्युत चुंबक का अक्ष मेज के एक पार्श्व कोर के निकट तथा समांतर रहे (चित्र 54.1)। प्रारम्भ में धारा नियंत्रक के सर्पी संस्पर्श लगभग इसके अधिकतम् विन्यास पर रखिए। इस स्थिति में, कुंजी को प्लग में लगाने पर कुंडली में बहने वाली विद्युतधारा का परिमाण न्यूनतम् होगा।



चित्र 54.1 : विद्युत चुंबक के निकट रखने पर दिक्सूची की सुईं विक्षेपित होती है।

4. विद्युत चुंबक के एक सिरे से, इसके अक्ष के अनुदिश पेज पर 20 cm से लंबी एक रेखा PQ खींचिए। रेखा PQ पर लगभग 5 cm के समान अंतराल पर R, S, T, U बिंदुओं के निशान लगाइए।
5. विद्युत चुंबक के एक सिरे के निकट रेखा PQ के बिंदु R पर एक दिक्सूची इस प्रकार रखिए कि दिक्सूची का केन्द्र बिंदु R के निशान से सम्पाती हो। दिक्सूची को इस प्रकार घुमाइए कि इसकी सुईं 0° पर आ जाए।
6. विद्युत चुंबक के नर्म लोहे की क्रोड के चारों ओर लिपटी कुंडली में विद्युतधारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। क्रोड चुंबकित हो जाएगी और इसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होगा। इससे दिक्सूची में विक्षेप होगा। धारा नियंत्रक के परिवर्ती संबंधक की स्थिति में बदल कर कुंडली में बहने वाली विद्युतधारा के मान को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि बिंदु R पर रखी दिक्सूची में लगभग 30° का विक्षेप दिखाई दे। दिक्सूची में विक्षेप तथा कुंडली में बहने वाली विद्युतधारा को नोट कीजिए तथा मान सारणी में अंकित कीजिए।

© NCERT not to be republished

7. धारा नियंत्रक पर परिवर्ती संयोजक की स्थिति बदलकर कुंडली में बहने वाली विद्युतधारा को बढ़ाइए। दिक्सूची पर क्या प्रभाव पड़ता है? क्या अब इसमें अधिक विक्षेप होता है? ऐमीटर तथा दिक्सूची की मापों को नोट कीजिए तथा सारणी में अंकित कीजिए। इस चरण को कुंडली में विद्युतधारा के तीन अन्य मानों के लिए दोहराइए। कुंडली में विद्युतधारा के मान को इस प्रकार रखिए कि यह दिक्सूची में 60° से अधिक विक्षेप उत्पन्न न करे। कुंजी को प्लग से निकालिए।
8. कुंडली में विद्युतधारा परिवर्तित करने के लिए बैटरी के टर्मिनलों संबंधनों को आपस में बदलिए। दिक्सूची के विक्षेप में परिवर्तन प्रेक्षित कीजिए।
9. कुंजी को प्लग में लगाइए। विद्युत चुंबक के अक्ष PQ के अनुदिश बिंदु R पर रखी दिक्सूची में विक्षेप तथा कुंडली में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा को पुन: नोट कीजिए तथा सारणी में अंकित कीजिए। कुंजी को प्लग से निकालिए।
10. दिक्सूची स्थिति S पर ले जाइए। सुनिश्चित कीजिए कि दिक्सूची की सुई 0° पर रहे। कुंजी को प्लग में लगाइए तथा दिक्सूची की सुई 0° पर रहे। दिक्सूची में विक्षेप को प्रेक्षित कीजिए। अब दिक्सूची विद्युत चुंबक के P सिरे से विभिन्न दूरियों पर रखी हो तो दिक्सूची में विक्षेप प्रेक्षित कीजिए तथा सारणी में अंकित कीजिए। अर्थात् जब दिक्सूची बिंदुओं T.V. आदि पर रखी हो, कुंजी को प्लग में से निकालिए।
11. इस प्रयोग में आपने मेज पर कुछ रेखाएँ खींची होंगीं। आपके मित्र बाद में इस प्रयोग को कर सकते है।। शिष्टाचार के नाते कृपया मेज को साफ कर दें।

प्रेक्षण एवं परिकलन

ऐमीटर का परास = ____ - ____ A.

ऐमीटर का अल्पतमांक = ____ A.

A. **कुंडली में प्रवाहित होनेवाली विद्युतधारा में परिवर्तन के साथ किसी एक बिंदु पर रखी दिक्सूची के विक्षेप में परिवर्तन**

विद्युत चुंबक के एक सिरे से दिक्सूची की स्थिति = ____ cm.

क्रम सं.	कुंडली में विद्युतधारा	दिक्सूची में विक्षेप (°)
1.		
2.		
3.		
4.		

© NCERT not to be republished

B. कुंडली में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा अपरिवर्ती रहने पर लेकिन दिक्सूची की विद्युत चुंबक के सापेक्ष स्थिति बदलने पर दिक्सूची के विक्षेप में परिवर्तन

विद्युत चुंबक की कुंडली में प्रवाहित होनेवाली विद्युतधारा = _____ A.

क्रम संख्या	दिक्सूची की स्थिति	विद्युत चुंबक के एक सिरे से दिक्सूची की दूरी (cm)	दिक्सूची में विक्षेप (°) एक दिशा में प्रवाहित होती है।	जब कुंडली में धारा विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है।
1.	बिंदु R	5		
2.	बिंदु S	10		
3.	बिंदु T	15		
4.	बिंदु U	20		

परिणाम एवं परिचर्चा

अपने प्रेक्षणों से, निम्न के बारे में निष्कर्ष निकालिए:

- विद्युत चुंबक की कुंडली में प्रवाहित होनेवाली विद्युतधारा में परिवर्तन के साथ किसी दिए गए बिंदु पर विद्युत चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता में परिवर्तन।
- विद्युत चुंबक से दूरी बढ़ने पर उसेक चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता में परिवर्तन।
- कुंडली में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा की दिशा में परिवर्तन का विद्युत चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंकबकीय क्षेत्र की दिशा पर प्रभाव।

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- संयोजी तार तांबे के मोटे तार होने चाहिए तथा उनके सिरों की विद्युतरोधी परत को रेगमाल की सहायता से हटा देना चाहिए।
- ऐमीटर को विद्युत चुंबक की कुंडली के साथ श्रेणीक्रम में इस प्रकार लगाना चाहिए कि विद्युतधारा ऐमीटर के धन टर्मिनल से प्रवेश करें तथा ऋण टर्मिनल से बाहर निकले।
- जब परिपथ में कोई विद्युतधारा प्रवाहित न हो रही हो तो ऐमीटर के संकेतक की स्थिति शून्य पर होनी चाहिए।। यदि ऐसा नहीं है तो अपने अध्यापक से इसको ठीक करने को कहें।
- परिपथ में कुंजी को प्लग में तभी लगाना चाहिए जब आप प्रेक्षणों को नोट कर रहे हैं।
- विद्युत चुंबक के निकट दिक्सूची को छोड़कर अन्य कोई भी चुम्बक या चुंबकीय पदार्थ नहीं होना चाहिए। विद्युत चुंबक को लकड़ी की मेज पर रखना चाहिए।
- दिक्सूची का साइज़ बहुत बड़ा नहीं होना चाहिए।
- विद्युत चुंबक की कुंडली में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा का परिमाण इतना होना चाहिए कि इसका क्षेत्र इतना प्रबल हो कि विद्युत चुंबक से 20 cm दूरी पर रखी दिक्सूची में पर्याप्त विक्षेप उत्पन्न कर सके।

© NCERT not to be republished

शिक्षक के लिए

- इस प्रयोग में एक परिवर्ती प्रतिरोधक (धारा नियंत्रक) का उपयोग करके परिपथ का प्रतिरोध बदला जा सकता है जिससे विद्युत चुंबक की कुंडली में धारा बदल जाती है। धारा नियंत्रक विद्यार्थियों के लिए एक नया यंत्र हो सकता है। इसलिए यह सुझाव दिया जाता है कि इस प्रयोग को करने से पहले उन्हें धारा नियंत्रक का उपयोग करना सिखाया जाए। तथापि धारा नियंत्रक के स्थान पर परिपथ में प्रतिरोध बॉक्स का उपयोग भी किया जा सकता है।
- इस प्रयोग में परिपथ में अपेक्षाकृत उच्च विद्युतधारा प्रवाहित होती है इसीलिए इसमें उच्च वोल्टता की बैटरी या उच्च क्षमता के बैटरी एलिमिनेटर की आवश्यकता होती है।
- एक काम चलाऊ विद्युतचुंबक विद्यालय की प्रयोगशाला में बनाया जा सकता है। इसके लिए एक नर्म लोहे की क्रोड पर ताँबे के मोटे विद्युतरोधी तार (अधिमानत: SWG-18 या SWG-20) के लगभग 40 फेरे पास-पास लपेटें। जब ताँबे के तार में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो नर्म लोहे की क्रोड चुंबकित हो जाती है और अपने चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। उत्पन्न हुआ चुंबकीय क्षेत्र, लपेटे गए फेरों की संख्या तथा इसमें प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा की प्रबलता के अनुक्रमानुपाती है।

प्रश्न

- आप एक सरल विद्युतचुंबक किस प्रकार बना सकते हैं?
- क्या आप किसी ऐसे विद्युतचुंबक के बारे में सोच सकते हैं जो किसी भी स्थायी चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र से अधिक प्रबल चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करने में सक्षम हो?
- नर्म लोहे की क्रोड पर लपेटी गई कोई विद्युतरोधी ताँबे के तार की विद्युतवाही कुंडली अपने पास रखी दिक्सूची को किस प्रकार प्रभावित करती है?
- किसी विद्युतचुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता बढ़ाने के दो तरीके बताइए।
- विद्युतचुंबक की प्रबलता को कौन से कारक प्रभावित करते हैं?

© NCERT not to be republished

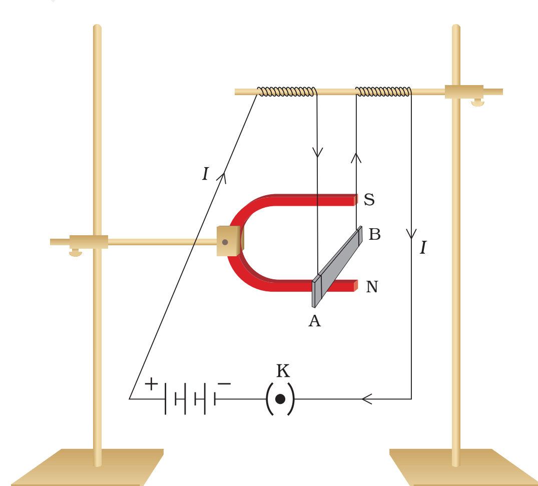
प्रयोग 55

उद्देश्य

चुंबकीय क्षेत्र में रखे किसी विद्युत धारावाही चालक पर लगने वाले बल का अध्ययन करना तथा यह सत्यापित करना कि चालक की गति फ्लेमिंग के वामहस्त नियम के अनुसार है।

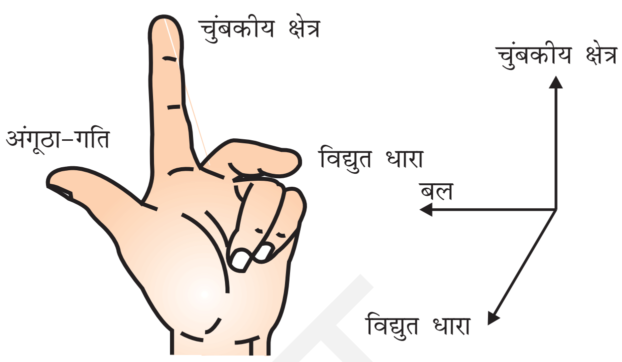
सिद्धांत

चुंबकीय क्षेत्र में रखा धारावाही चालक एक बल का अनुभव करता है (चित्र 55.1)। यदि चुंबकीय क्षेत्र की दिशा तथा विद्युतधारा की दिशा एक दूसरे के परस्पर लंबवत् है तो चालक पर लगने वाला बल इन दोनों के लंबवत् होगा तथा इसकी दिशा को फ्लेमिंग के वाम हस्त नियम का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है (चित्र 55.2)। किसी विद्युत धारावाही चालक पर लगने वाले बल का अध्ययन करने के लिए, एक ऐलुमिनियम की छड़ (AB) को चित्र 55.1 में दर्शाए अनुसार किसी नाल चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र में रखा जा सकता है। जब चालक (ऐलुमिनियम की छड़) में विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो यह विस्थापित होता है जो चालक पर लगने वाले बल के अस्तित्व को सत्यापित करता है। इस प्रयोग में हम चालक पर लगने वाले बल की चुंबकीय क्षेत्र की दिशा तथा चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के परिमाण और दिशा पर निर्भरता का अध्ययन करेंगे।



चित्र 55.1 : विद्युत धारावाही छड़ AB, अपनी लंबाई तथा चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत् एक बल का अनुभव करती है

© NCERT not to be republished



चित्र 55.2 : *फ्लेमिंग का वामहस्त नियम*

आवश्यक सामग्री

एक प्रबल नाल चुंबक, ऐलुमिनियम की एक छोटी छड़ (लगभग 5 cm लंबी), ऐमीटर (0 - 3 A), लकड़ी के दो स्टैण्ड, सेल होल्डर सहित चार शुष्क सेल (प्रत्येक 1.5 V) (या 6 V की बैटरी या एक बैटरी एलिमिनेटर), एक प्लग कुंजी, संयोजी तार, रेगमाल का एक टुकड़ा, एक गत्ता, ग्राफ पेपर, तथा चिपकने वाली टेप।

कार्यविधि

1. साफ संयोजी तारों का प्रयोग करके एक चालक (एक छोटी ऐलुमिनियम की छड़) को श्रेणीक्रम में शुष्क सेल होल्डर (या बैटरी या बैटरी एलिमिनेटर), एक ऐमीटर तथा प्लग कुंजी के साथ संयोजित कीजिए। प्लग में कुंजी मत लगाइए।
2. ऐलुमिनियम की छड़ को लकड़ी के एक प्रयोगशाला स्टैण्ड से इस प्रकार लटकाइए कि इसकी लंबाई AB क्षैतिज रहे। साथ ही एक प्रबल नाल चुंबक को लकड़ी के दूसरे प्रयोगशाला स्टैण्ड पर इस प्रकार लगाइए कि इसके उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव एक ही ऊर्ध्वाधर तल में रहें।
3. दोनों प्रयोगशाला स्टैण्डों को इस प्रकार एक सीध में लगाइए कि ऐलुमिनियम की छड़ चुंबक के दो ध्रुवों के बीच में हो तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा उर्ध्व हो, जैसा कि चित्र 55.1 में दर्शाया गया है। एक गत्ते को चुंबक तथा ऐलुमिनियम की छड़ के समुच्चय के ठीक पीछे रखिए। ऐलुमिनियम की छड़ में विक्षेप अंकित करने के लिए इस पर एक ग्राफ पेपर चिपकाइए। इसके लिए ऐलुमिनियम की छड़ की प्रारंभिक स्थिति को ग्राफ पेपर पर अंकित कीजिए।
4. ऐलुमिनियम की छड़ को एक सेल (या 2 V बैटरी एलिमिनेटर) के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित करें और चालक में विद्युत धारा प्रवाहित कराने के लिए कुंजी को प्लग में लगाएं। (चालक में विद्युत धारा को बिन्दु B से A की ओर प्रवाहित होने दें)। ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कीजिए तथा अंकित कीजिए।
5. क्या आप चालक में कोई विस्थापन देखते हैं? यह किस दिशा में विस्थापित होता है? क्या यह बाईं

ओर विस्थापित होता है? जाँच कीजिए कि यह विस्थापन फ्लेमिंग के वामहस्त नियम के अनुसार है। इसके लिए अपने बाएं हाथ के अंगूठे, तर्जनी तथा मध्यमा को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों परस्पर एक दूसरे के लंबवत् हों (चित्र 55.2)। अपनी तर्जनी का इस प्रकार समायोजन कीजिए कि यह चुंबकीय क्षेत्र की दिशा की ओर (उपरिमुखी) तथा मध्यमा विद्युत धारा की दिशा की ओर (B से A) संकेत करें तो आपके अंगूठे को बाईं दिशा की ओर संकेत करना चाहिए। ऐलुमिनियम की छड़ AB का विस्थापन पीछे रखे ग्राफ पेपर का उपयोग करके मापिए (चरण 3)।

6. सेल (या बैटरी या बैटरी एलिमिनेटर) तथा ऐमीटर के संबंधनों का विनिमय करके ऐलुमिनियम की छड़ में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा की दिशा उत्क्रमित कीजिए। (सदैव सुनिश्चित कीजिए कि ऐमिटर का धन टर्मिनल सेल के धन टर्मिनल से ही संयोजित है)। चालक के विस्थापन की दिशा प्रेक्षित कीजिए। क्या यह विपरीत दिशा में विस्थापित होता है? विस्थापन को चिह्नित तथा अंकित कीजिए।

7. चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के विभिन्न मानों के लिए चरण 4 से 6 को दोहराइए। 3 V की आपूर्ति के लिए 2 सेलों, 4.5 V की आपूर्ति के लिए 3 सेलों तथा 6 V की आपूर्ति के लिए चार सेलों का उपयोग कीजिए। (यदि बैटरी एलिमिनेटर का उपयोग किया जा रहा है तो इसके विन्यास में तदनुसार परिवर्तन करें)। छड़ AB में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा तथा इसके विस्थापन को नोट कीजिए तथा अंकित कीजिए (विद्युत धारा की दोनों दिशाओं के लिए)।

प्रेक्षण एवं परिकलन

क्रम सं.	उपयोग किए गए सेलों की संख्या	आपूर्ति की वोल्टता (V)	छड़ AB में प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा	ऐलुमिनियम की छड़ में विस्थापन (mm) जब इसमें विद्युत धारा प्रवाहित होती है	
				BA के अनुदिश विस्थापन बाईं ओर	AB के अनुदिश विस्थापन दाईं ओर
1.	1		1.5		
2.	2		3.0		
3.	3		4.5		
4.	4		6.0		

परिणाम एवं परिचर्चा

अपने प्रेक्षणों से निम्न के बारे में निष्कर्ष/परिणाम निकालिए

- चुबकीय क्षेत्र में रखे सीधे चालक में (ऐलुमिनियम की छड़) विद्युत धारा प्रवाहित करने पर, चालक विस्थापित होता है।
- चालक में विद्युत धारा का परिमाण बढ़ाने पर, चालक का विस्थापन बढ़ जाता है।

© NCERT not to be republished

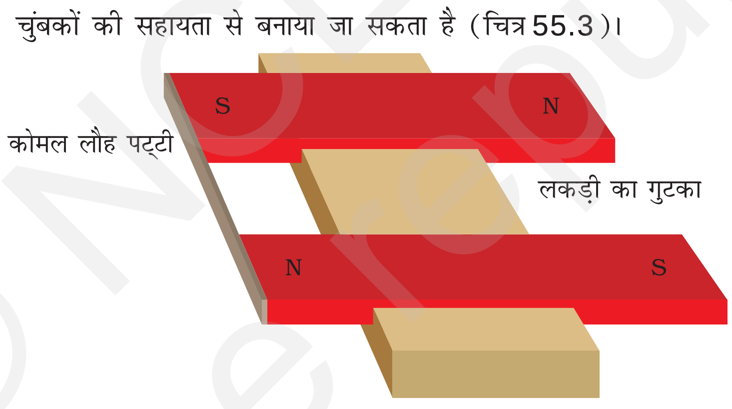
- चालक छड़ में विद्युत धारा की दिशा परिवर्तित करने पर, उसके विस्थापन की दिशा भी परिवर्तित हो जाती है।
- ऐलुमिनियम छड़ का विस्थापन फ्लेमिंग के वामहस्त नियम के अनुसार होता है।

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- संयोजी तारों के सिरों से विद्युतरोधी परत हटाने के लिए उनको रेगमाल से साफ कर लेना चाहिए।
- ऐलुमिनियम की छड़ को इस प्रकार लटकाना चाहिए कि यह नाल चुंबक को स्पर्श न करे।
- नाल चुंबक को लकड़ी का स्टैण्ड उपयोग करके स्थिर कर देना चाहिए।
- प्रायोगिक समुच्चय के निकट कोई भी अन्य चुंबकीय पदार्थ नहीं लगाना चाहिए।
- कुंजी को प्लग में केवल प्रेक्षण अंकित करते समय ही लगाना चाहिए।

शिक्षक के लिए

- यदि प्रबल नाल चुंबक उपलब्ध नहीं है तो एक अस्थाई U-आकार का चुंबक, दो प्रबल छड़ चुंबकों की सहायता से बनाया जा सकता है (चित्र 55.3)।



चित्र 55.3 : *अस्थाई U-आकार का चुंबक बनाना*

- जिस चालक में विद्युतधारा प्रवाहित की जाती है, उसका द्रव्यमान कम होना चाहिए जिससे कि चालक के विस्थापन को आसानी से देखा जा सके।
- चुंबक तथा चालक के समुच्चय के पीछे ग्राफ पेपर इस प्रकार चिपकाइए कि चालक के विस्थापन को दोनों दिशाओं (बाएं तथा दाएं) में मापा जा सके।
- इस विधि को यह दर्शाने के लिए भी उपयोग किया जा सकता है कि विद्युतधारा के दिए हुए परिमाण के लिए, जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत् होती है तो छड़ में विस्थापन अधिकतम् होता है (या बल का परिमाण अधिकतम् होता है)।

© NCERT not to be republished

प्रश्न

- इस प्रयोग में ऐलुमिनियम की छड़ विस्थापित क्यों हो जाती है?
- हमारे दैनिक जीवन में उपयोग की जाने वाली उन युक्तियों की सूची बनाइए जिनमें धारावाही चालकों का उपयोग होता है।
- इस प्रयोग में यदि नाल चुंबक तथा ऐलुमिनियम की छड़ की स्थितियों में अदला-बदली कर दी जाए तो आप क्या प्रेक्षण करेंगे।

© NCERT not to be republished

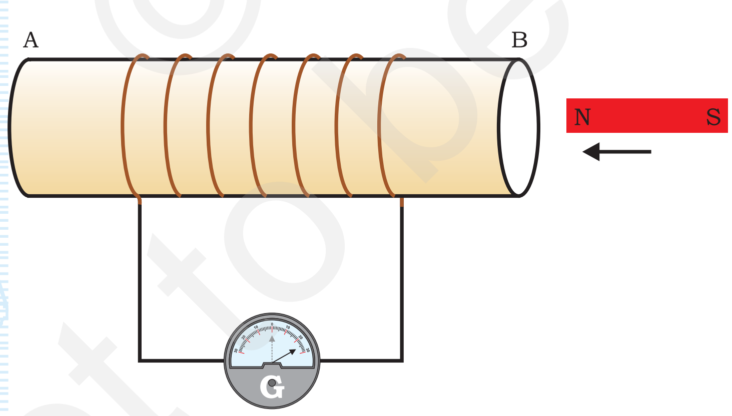
प्रयोग 56

उद्देश्य

विद्युतचुंबकीय प्रेरण की परिघटना का अध्ययन करना।

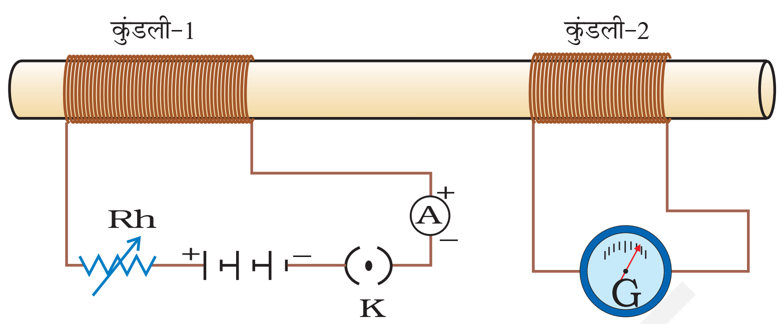
सिद्धांत

विद्युतचुंबकीय प्रेरण समय के साथ परिवर्तित होने वाले चुम्बकीय क्षेत्र में रखे किसी परिपथ (जैसे कोई कुंडली) में प्रेरित विद्युतधारा की परिघटना है। चुंबकीय क्षेत्र कुंडली तथा कुंडली के पास रखे चुंबक के बीच आपेक्षिक गति के कारण परिवर्तित हो सकता है। हम जानते हैं कि विद्युतवाही चालक भी चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है, जो इसमें प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा में परिवर्तन के साथ परिवर्तित होता है। इसलिए यदि कोई कुंडली किसी धारावाही चालक के निकट रखी जाए तो धारावाही चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युतधारा में परिवर्तन के कारण कुंडली में प्रेरित विद्युतधारा उत्पन्न होती है। इस प्रयोग में, हम पहले किसी गैल्वेनोमीटर से संयोजित किसी कुंडली पर चुंबक की गति का प्रभाव देखेंगे (चित्र 56.1)। इसके पश्चात्, हम किसी कुंडली (कुंडली-1) में विद्युतधारा परिवर्तित करने पर, गैल्वेनोमीटर से संयोजित दूसरी कुंडली (कुंडली-2) पर इसका प्रभाव देखेंगे (चित्र 56.2)।



चित्र 56.1 : *चुंबक को कुंडली की ओर ले जाने पर कुंडली के परिपथ में विद्युतधारा उत्पन्न होती है जो गैल्वेनोमीटर की सुई के विक्षेप द्वारा निर्देशित होती है।*

© NCERT not to be republished



चित्र 56.2 : कुंडली-1 में विद्युतधारा परिवर्तित करने पर कुंडली-2 में विद्युतधारा प्रेरित होती है।

आवश्यक सामग्री

ताँबे के तार की लगभग 50 फेरों वाली दो कुंडलियाँ, धारा नियंत्रक (परिवर्ती प्रतिरोधक), एक ऐमीटर (0 - 3 A), एक गैल्वेनोमीटर, एक प्रबल दण्ड चुंबक, प्लग कुंजी, संयोजी तार तथा रेगमाल का एक टुकड़ा।

कार्यविधि

A. *किसी कुंडली तथा चुंबक के बीच आपेक्षिक गति के कारण कुंडली में प्रेरित विद्युत धारा का अस्तित्व*

1. एक कुंडली AB लीजिए तथा इसे चित्र 56.1 में दर्शाए अनुसार एक गैल्वेनोमीटर से संयोजित कीजिए।
2. एक प्रबल दण्ड चुंबक लीजिए तथा इसके उत्तरी ध्रुव (या दक्षिणी ध्रुव) को कुंडली के एक सिरे (माना B) की ओर ले जाइए। गैल्वेनोमीटर की सुई की स्थिति को प्रेक्षित कीजिए। क्या इसमें कोई विक्षेप हुआ है? गैल्वेनोमीटर की सुई में एक दिशा में (मान लीजिए दाईं दिशा में) क्षणिक विक्षेप होता है। यह क्या इंगित करता है? यह कुंडली AB में विद्युत धारा की उपस्थिति का संकेत देता है।
3. दण्ड चुंबक की गति को रोकिए। अब आप क्या देखते हैं? क्या गैल्वेनोमीटर कोई विक्षेप दर्शाता है? नहीं। जैसे ही दण्ड चुंबक की गति समाप्त होती है, गैल्वेनोमीटर में विक्षेप शून्य हो जाता है। इसका क्या अर्थ है?
4. अब चुंबक के उत्तरी ध्रुव को कुंडली से दूर ले जाइए तथा गैल्वेनोमीटर में विक्षेप को प्रेक्षित कीजिए। इस बार गैल्वेनोमीटर की सुई विपरीत दिशा में (अर्थात् बाईं ओर) विक्षेपित होती है, जो यह दर्शाता है कि अब उत्पन्न विद्युतधारा की दिशा पहले के विपरीत है।
5. अब दण्ड चुंबक के दक्षिणी ध्रुव को कुंडली के B सिरे की ओर लाइए और गैल्वेनोमीटर की सुई में विक्षेप प्रेक्षित कीजिए।

© NCERT not to be republished

6. कुंडली के निकट किसी चुंबक को स्थिर अवस्था में इस प्रकार रखिए कि चुंबक का उत्तरी ध्रुव कुंडली के सिरे B की ओर हो और इसके साथ जुड़े गेल्वेनोमीटर में विक्षेप प्रेक्षित कीजिए। जब कुंडली को चुंबक के उत्तरी ध्रुव की ओर ले जाते हैं तो गैल्वेनोमीटर की सुई दाईं ओर विक्षेपित होती है। इसी प्रकार, जब कुंडली को दूर ले जाते हैं तो सुई बाईं ओर विक्षेपित होती है। जब कुंडली को स्थिर रखते हैं तो गैल्वेनोमीटर का विक्षेप शून्य हो जाता है।
7. अंत में कुंडली एवं चुंबक दोनों को स्थिर रखिए तथा विक्षेप को प्रेक्षित कीजिए। अब गैल्वेनोमीटर में कोई विक्षेपण नहीं होता। इस प्रकार यह स्पष्ट है कि कुंडली के सापेक्ष चुंबक की गति, एक प्रेरित विभवान्तर उत्पन्न करती है जिसके कारण परिपथ में प्रेरित विद्युत धारा प्रवाहित होती है, जिसे उपरोक्त चरणों में गैल्वेनोमीटर के विक्षेप के रूप में देखा गया है। अपने प्रेक्षणों को अंकित कीजिए।

B. किसी कुंडली में, इसके समीप रखी दूसरी कुंडली में विद्युत धारा के परिवर्तन के कारण प्रेरित विद्युत धारा का अस्तित्व।

8. ताँबे के तार की एक कुंडली (माना कुंडली-1) को चित्र 56.2 में दर्शाए अनुसार एक स्रोत (एक सेल या बैटरी) से एक धारा-नियंत्रक, ऐमीटर तथा प्लग कुंजी के साथ संयोजित कीजिए। परिपथ बनाने के लिए साफ संयोजी तार प्रयोग कीजिए।
9. गैल्वेनोमीटर के साथ संयोजित एक अन्य कुंडली (माना कुंडली-2) को कुंडली-1 के परिपथ के निकट रखिए।
10. कुंजी को प्लग में लगाइए तथा कुंडली-1 में विद्युतधारा प्रवाहित होने दीजिए। आप क्या प्रेक्षण करते हैं? क्या कुंडली-2 से संयोजित गैल्वेनोमीटर की सुई विक्षेपित होती है? हाँ, यह क्षणिक रूप से विक्षेपित होती है। जैसे ही कुंडली-1 में विद्युतधारा स्थिर हो जाती है, यह वापस शून्य पर आकर रुक जाती है। (धारा नियंत्रक के परिवर्ती संबंधक को समायोजित करके कुंडली-1 में पर्याप्त विद्युत धारा बहने दें। नोट कीजिए कि धारा नियंत्रक मूल रूप से एक परिवर्ती प्रतिरोध का प्रतिरोधक है। परिपथ में प्रतिरोध बदलने के लिए यह परिपथ में श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाता है)।
11. धारा नियंत्रक के परिवर्ती सम्पर्क को समायोजित करके कुंडली-1 में बहने वाली विद्युतधारा में परिवर्तन कीजिए। आप क्या प्रेक्षित करते हैं? क्या आप देख पाते हैं कि जब कुंडली-1 के परिपथ में विद्युत धारा बढ़ती है तो कुंडली-2 से संयोजित गैल्वेनोमीटर एक दिशा में विक्षेप दर्शाता है जबकि कुंडली-1 के परिपथ में विद्युत धारा घटने पर गैल्वेनोमीटर की सुई का विक्षेप उल्टा हो जाता है।
12. अपने प्रेक्षणों को प्रेक्षण सारणी में अंकित कीजिए।

© NCERT not to be republished

प्रेक्षण

A. किसी कुंडली तथा चुंबक के बीच आपेक्षिक गति के कारण कुंडली में प्रेरित विद्युत धारा के अस्तित्व का प्रेक्षण(चित्र 56.1)।

क्रम सं.	क्रियाकलाप	गैल्वेनोमीटर की सुई में विक्षेप (दाईं ओर/बाईं ओर प्रेक्षण, कोई विक्षेप नहीं)	परिअनुमान
1.	कुंडली स्थिर; दण्ड चुंबक का उत्तरी-ध्रुव कुंडली की ओर गति करता हुआ।		
2.	कुंडली स्थिर; दण्ड चुंबक का उत्तरी-ध्रुव कुंडली से दूर जाता हुआ।		
3.	कुंडली स्थिर; दण्ड चुंबक का दक्षिणी-ध्रुव कुंडली की ओर गति करता हुआ।		
4.	कुंडली स्थिर; दण्ड चुंबक का दक्षिणी-ध्रुव कुंडली से दूर जाता हुआ।		
5.	दण्ड चुंबक स्थिर तथा इसका उत्तरी-ध्रुव कुंडली की ओर; कुंडली, चुंबक की ओर गति करती हुई।		
6.	दण्ड चुंबक स्थिर तथा इसका उत्तरी-ध्रुव कुंडली की ओर; कुंडली, चुंबक से दूर जाती हुई।		
7.	दण्ड चुंबक स्थिर तथा इसका दक्षिणी-ध्रुव कुंडली की ओर; कुंडली, चुंबक की ओर गति करती हुई।		
8.	दण्ड चुंबक स्थिर तथा इसका दक्षिणी-ध्रुव कुंडली की ओर; कुंडली, चुंबक से दूर जाती हुई।		
9.	कुंडली तथा चुंबक दोनों स्थिर।		

B. किसी कुंडली (कुंडली-1) में विद्युतधारा के परिवर्तन के कारण इसके समीप रखी किसी अन्य कुंडली (कुंडली-2) में प्रेरित विद्युतधारा के अस्तित्व (चित्र 56.2) का प्रेक्षण।

क्रम सं.	क्रियाकलाप	गैल्वेनोमीटर की सुई से विक्षेप (दाईं ओर/बाईं ओर/कोई विक्षेप नहीं)	परिअनुमान
1.	कुंडली-1 में कोई विद्युत धारा नहीं।		
2.	कुंडली-1 में विद्युत धारा बढ़ती हुई।		
3.	कुंडली-1 में विद्युत धारा घटती हुई।		

© NCERT not to be republished

परिणाम एवं परिचर्चा

प्रेक्षण सारणी में क्रियाकलापों के अनुमान लिखिए तथा निष्कर्ष निकालिए कि विद्युतचुंबकीय प्रेरण की परिघटना, समय परिवर्ती चुंबकीय क्षेत्र में रखी किसी कुंडली में प्रेरित विद्युत धारा का उत्पन्न होना दर्शाती है। साथ ही उन विधियों पर टिप्पणी कीजिए, जिनसे आप किसी विद्युत स्रोत रहित परिपथ में विद्युत धारा (प्रेरित) उत्पन्न कर सकते हैं।

सावधानियाँ एवं त्रुटि के स्रोत

- संयोजी तारों के सिरों से विद्युतरोधी परत को हटाने के लिए उन्हें रेगमाल से रगड़ कर साफ कीजिए।
- दण्ड चुंबक की गति इस प्रकार होनी चाहिए (कुंडली के अंदर या बाहर) कि वह कुंडली को स्पर्श न करे।
- कुंडलियों में ताँबे के तार एक समान रूप से लिपटे होने चाहिए।
- प्रायोगिक समुच्चय के पास अन्य कोई भी चुंबकीय पदार्थ नहीं होना चाहिए।

शिक्षक के लिए

- विद्युतरोधी ताँबे के तार को प्लास्टिक या चीनी मिट्टी के बेलनाकार पाइप पर एकसमान लपेट कर ताँबे की कुंडलियाँ बनाई जा सकती हैं। तार को इस प्रकार लपेटा जाना चाहिए कि प्रत्येक फेरे में विद्युत धारा एक ही दिशा में हो।

प्रश्न

- इस प्रयोग में यदि गैल्वेनोमीटर में कोई विक्षेप दिखाई नहीं देता तो आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
- किसी चालक कुंडली में प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न करने के लिए विभिन्न विधियों की तुलनात्मक समालोचना कीजिए।
- विद्युतरोधी ताँबे के तार से बनी एक कुंडली के सिरों के बीच एक गैल्वेनोमीटर है। क्या होता है जब एक दण्ड चुंबक (i) कुंडली के अंदर लाया जाता है, (ii) कुंडली से बाहर खींचा जाता है और (iii) कुंडली के अंदर स्थिर रखा जाता है?
- दो विद्युतवाही कुंडलियाँ 1 तथा 2 एक दूसरे के समीप रखी हैं। यदि कुंडली 1 में विद्युत धारा परिवर्तित की जाती है तो क्या कुंडली 2 में प्रेरित विद्युतधारा उत्पन्न होगी? क्यों?
- उन युक्तियों के नाम बताइए जो विद्युतचुंबकीय प्रेरण की परिघटना पर आधारित हैं।

© NCERT not to be republished