4. विद्‌युतधारा के प्रभाव

- विद्‌युतपरिपथ में ऊर्जा का स्थानांतरण
- विद्‌युतधारा का ऊष्मीय परिणाम
- विद्‌युतधारा का चुंबकीय परिणाम

थोड़ा याद कीजिए

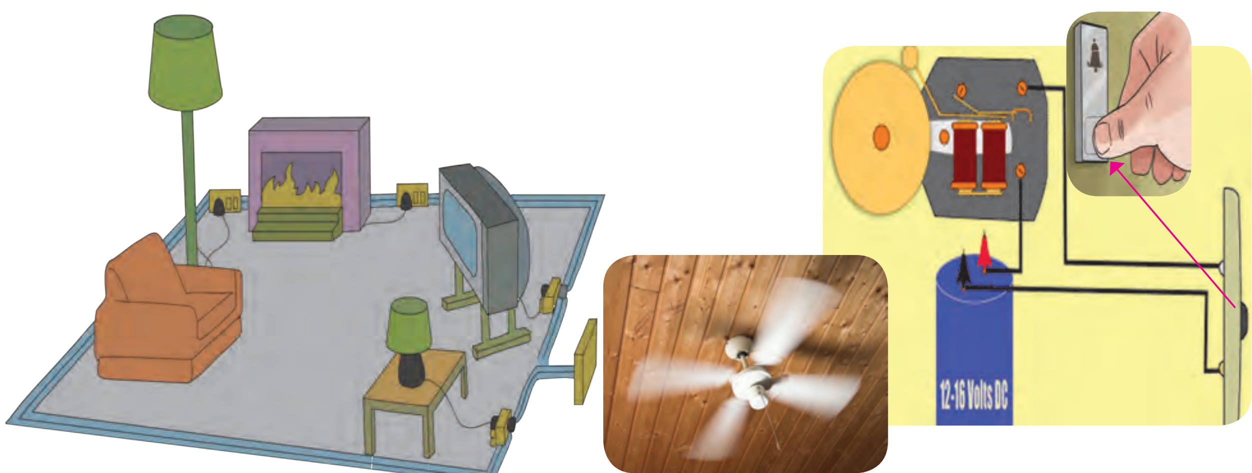
1. हम किस आधार पर निश्चित करते हैं कि पदार्थ विद्‌युतका सुचालक है या कुचालक है?
2. लोहा विद्‌युतका सुचालक है लेकिन नीचे गिरे हुए लोहे के टुकड़े को हाथ से उठाते समय हमें विद्‌युतका झटका क्यों नहीं लगता?

पिछली कक्षा में हमने स्थिर विद्‌युतका क्या अर्थ होता है यह जान लिया है । धनावेशित और ऋणावेशित वस्तुओं के बारे में विविध प्रयोग किए हैं । हमने यह भी देखा है कि, वस्तुओं के धनावेशित तथा ऋणावेशित होने के कारण ऋणावेशित कणों का एक वस्तु से दूसरी वस्तु की ओर जाना होता है । इसी प्रकार पिछली कक्षा में धारा विद्‌युतके बारे में अध्ययन किया हैं ।

विद्‌युतवाहक तार से प्रवाहित विद्‌युतधारा, विद्‌युतप्रतिरोध में से प्रवाहित विद्‌युतधारा, विद्‌युतप्रेरण, विद्‌युतमोटर विद्‌युतजनित्र व इनके कार्य हम इस पाठ में पढ़ने वाले हैं ।

निरीक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए

नीचे दिए गये चित्रों में आपको क्या दिख रहा हैं? विद्‌युतधारा के कौन-कौन से प्रभाव आपको विदित हो रहे हैं?



अ ब क

4.1 विद्‌युतधारा के परिणाम

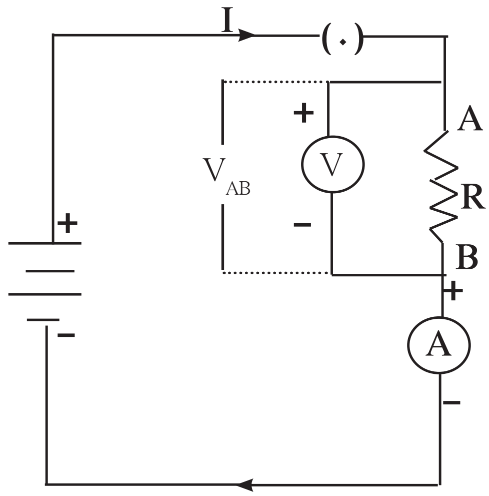
विद्‌युत परिपथ में ऊर्जा का स्थानांतरण (Energy transfer in an electric circuit)

करके देखिए !

सामग्री : संयोजन तारें, विद्‌युत सेल, विद्‌युत प्रतिरोध, वोल्टमीटर, अमीटर, प्लग-कुंजी इत्यादि ।

कृती : संलग्न आकृति 4.2 में दिखाए अनुसार, उचित मूल्यों के घटक लेकर परिपथ में जोड़िये । परिपथ की विद्‌युतधारा (I) का मापन कीजिए । विद्‌युत प्रतिरोध के दोनों सिरों (A व B) के बीच विभवांतर (V_{AB}) का मापन कीजिए ।

बिंदु A पर विभव बिंदु B के विभव की अपेक्षा अधिक है क्योंकि बिंदु A विद्‌युतसेल के धन सिरे से तथा B विद्‌युत सेल के ऋण सिरे से जोड़ा गया है ।



4.2 विद्युतपरिपथ

यदि Q के बराबर विद्युत आवेश A से B की ओर गया तो Q विद्युत आवेश ने A से B तक जाते समय V_{AB} इतना कार्य किया। (कक्षा नौवीं का पाठ 3 देखिए) यह कार्य करने के लिए ऊर्जा कहाँ से आई? ऊर्जा का स्रोत तो सेल है। सेल ने यह ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी, जहाँ कार्य V_{AB} Q घटित हुआ। Q विद्युत आवेश t इस समय में A से B की ओर गया यह कार्य यदि t इस समय में हुआ हों तो उस समय में V_{AB} Q इतनी ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी गई। इस ऊर्जा का क्या होता है? यह ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को मिलती है और उसका रूपांतरण ऊष्मीय ऊर्जा में होता है और विद्युत प्रतिरोध का तापमान बढ़ता है।

थोड़ा सोचिए

विद्युत प्रतिरोध के स्थान पर परिपथ में यदि विद्युत चलित्र (Motor) हो तो सेल द्वारा दी गई ऊर्जा कौनसे रूप में परिवर्तित हुई दिखाई देगी ?

$$\text{विद्युत शक्ति} = P = \frac{\text{ऊर्जा}}{\text{लगा हुआ समय}} = \frac{V_{AB}Q}{t} = V_{AB}I \ .... (1) \quad \because \frac{Q}{t} = I$$

ऊर्जा स्रोत द्वारा (सेलद्वारा) t समय में P x t के बराबर ऊर्जा विद्युत प्रतिरोध को दी गई। यदि परिपथ में से I विद्युत धारा सतत प्रवाहित होती है तो t समय में विद्युत प्रतिरोध में

$$H = P \times t = V_{AB} \times I \times t \ .... (2)$$

इतनी ऊष्मा निर्मित होगी।

ओह्म के नियमानुसार $V_{AB} = I \times R$ .... (3)

$$H = V^2_{AB} \times \frac{t}{R} = ... (4)$$

उसी प्रकार $H = I \times I \times R \times t = I^2 \times R \times t$ ....(5)

$H = I^2 \times R \times t$ इसे ही ज्यूल का उष्मा संबंधी नियम कहते है।

विद्युत शक्ति की इकाई : समीकरण (1) के अनुसार

$$P = V_{AB} \times I = \text{Volt} \times \text{Amp} \ .... (6)$$

$$1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Amp} = \frac{1J}{1C} \times \frac{1C}{1s} \ .... (7)$$

$$\frac{1J}{s} = W \text{ (watt)} \ .... (8)$$

इस कारण विद्युत शक्ति की इकाई 1W (Watt) यह है।

सोचिए

विद्युत शक्ति को जिस प्रकार से लिखा गया है उसी प्रकार यांत्रिक शक्ति को किस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है?

विद्युत धारा का ऊष्मीय प्रभाव (Heating effect of electric current)

विद्युत परिपथ में विद्युत प्रतिरोध जोड़ने पर विद्युत धारा द्वारा उसमें ऊष्मा निर्मित होती है, इसे विद्युत धारा का ऊष्मीय परिणाम कहते हैं।

कुंड़ली के कुंतल

कुंतल

सिगडी की कुंड़ली (कुंतल)

हीटर की कुंड़ली (कुंतल)

4.3 कुंड़ली का प्रयोग

खोजिए

विद्युत मंडल द्वारा हर महीने में आनेवाले विद्युत के उपयोग के बिलों की जाँच कीजिए । उनकी विविध बातों की जानकारी प्राप्त कीजिए विद्युत बिल में विद्युत का उपयोग 'युनिट' में देते हैं । यह युनिट क्या है ? 1 kWh के बराबर विद्युत ऊर्जा के उपयोग को 1 युनिट कहते हैं ।

पानी गरम करने के लिए बॉयलर, विद्युत पर चलनेवाली सिगडी, विद्युत बल्ब, जैसे अनेक उपकरण विद्युत धारा के ऊष्मीय प्रभाव का उपयोग करते हैं । जिन चालक पदार्थों की अवरोधकता अधिक होती है ऐसे वाहक पदार्थों का उपयोग यहाँ किया जाता है। उदाहरणार्थ, नाइक्रोम नामक मिश्रधातु की कुंड़ली का उपयोग विद्युत की सिगड़ी में विद्युत प्रतिरोध के रूप में किया जाता है, तो विद्युत बल्ब में टंगस्टन के तार का उपयोग किया जाता है । विद्युतधारा के कारण यह तार गर्म होती है (लगभग 3400 ^{0}C तक) और उससे प्रकाश उत्सर्जित होता है । तप्त तार से कुछ मात्रा में ऊष्मा भी उत्सर्जित होती है ।

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

विद्युत शक्ति की 1W इकाई बहुत छोटी है, इसलिए 1000 W याने 1kW इस इकाई का विद्युत शक्ति मापन के लिए व्यवहार में उपयोग किया जाता है । एक घंटे तक यदि 1kW विद्युत शक्ति का उपयोग किया गया तो 1kWh के बराबर विद्युत ऊर्जा का उपयोग किया गया है, ऐसा होगा ।
(समीकरण 1 देखिए)

$$1\text{kWh} = 1 \text{ kilowatt hour} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$$
$$= 3.6 \times 10^6 \text{ Ws} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

बहुत बार हम एकाध इमारत में लघुपरिपथ (शॉर्ट सर्किट) द्वारा आग लगने के बारे में सुनते हैं, पढ़ते हैं । कभी-कभी हमारे घर में किसी उपकरण को शुरू करते ही संगलक तार (फ्यूज) पिघलकर खंडित हो जाती है और विद्युत की आपूर्ती बंद हो जाती है । इसका कारण हम संक्षिप्त में देखेगें । घर के विद्युत संयोजन की विद्युत तार (Live) तार, उदासी तार (Neutral) और भूसंपर्क तार (Earth) ऐसी तीन तारें होती हैं । विद्युतमय और उदासीन तारों के मध्य 220 V का विभवांतर होता हैं । भूसंपर्क तार को जमीन में जोड़ा जाता हैं । उपकरण के दोष के कारण या विद्युतमय और उदासीन तारों के प्लास्टिक का आवरण निकल जाने के कारण इन दोनों तारों को एकदूसरे से स्पर्श करने पर उसमें से बहुत बड़ी विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती हैं और उस स्थान पर ऊष्मा का निर्माण होने से आसपास ज्वालाग्राही पदार्थ (उदा. लकड़ी, कपड़ा, प्लास्टिक इत्यादि) होने पर आग लग सकती है, इसलिए सावधानी के तौरपर संगलक तार (fuse) का उपयोग किया जाता हैं । संगलक तार के बारे में हमने पिछली कक्षा में जानकारी प्राप्त कर ली हैं । उच्च विद्युत धारा परिपथ में प्रवाहित होते ही संगलक तार पिघलकर परिपथ खंडित करता है जिससे अनर्थ टलता हैं।

अनेक बार विशेषतः गर्मियों के दिनों में श्याम में हर घर में बल्ब, पंखे, वातानुकुलित यंत्र, दुकानों में विद्युत का उपयोग आदि के कारण बड़े पैमाने पर विद्युत शक्ति का उपयोग होता है इसलिए बड़ी मात्रा में विद्युत धारा विद्युत आपूर्ति करने वाले ट्रान्सफॉर्मर से खींची जाती हैं और उस ट्रान्सफॉर्मर की उतनी क्षमता न होने के कारण उसकी संगलक तार पिघलती है और आपूर्ति बंद हो जाती है, यह घटना अतिभार (Overloading) के कारण घटित होती है ।

4.4 उपयोग में लाए जानेवाले विभिन्न संगलक तार

क्या आप जानते हैं?

आजकल घरो में MCB (Miniature Circuit Breaker) नाम से पहचानी जानेवाली एक कुंजी लगाई जाती है । विद्युत धारा के अचानक बढ़ने पर यह कुंजी खुली होकर विद्युत धारा को बंद करती है । इसके लिए विविध प्रकार के MCB का उपयोग किया जाता है। संपूर्ण घर के लिए लेकिन संगलक तार का ही उपयोग किया जाता हैं ।

हल किए गए उदाहरण :

उदाहरण 1 : नाइक्रोम नामक मिश्रधातू से बनाई गई 6 मीटर लंबाई की तार की कुंड़ली बनाकर ऊष्मा निर्माण करने के लिए दी गई है । उसका विद्युत प्रतिरोध 24 Ω है। इस तार को आधी तोड़कर कुंड़ली बनाई गई तो, क्या मिलनेवाली ऊष्मा अधिक होगी? शक्ति प्राप्त करने के लिए तार के/ कुंड़ली के सिरों को 220 V विभवांतर वाले स्रोत से जोड़ा गया है ।

दत्त : विद्युत प्रतिरोध = 24 Ω ,

विभवांतर = 220 V

अ : अखंडित तार की कुंड़ली

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{24} = 201 \text{ watts}$$

ब : आधे तार की कुंड़ली

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{12} = 403 \text{ watts}$$

अर्थात् तार को आधा करने पर शक्ति अधिक प्राप्त होगी।

उदाहरण 2 : 9 Ω के विद्युत प्रतिरोध को सेल से जोड़ा गया है, इस कारण उसमें से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण विद्युत प्रतिरोध में प्रति सेकंड 400 J ऊष्मा निर्मित होती है । विद्युत प्रतिरोध को कितना विभवांतर दिया जा रहा है उसे ज्ञात कीजिए ।

दत्त :

प्रतिसेकंद 400 J इतनी उष्मा अर्थात्

$$P = \frac{400 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$400 = \frac{V^2}{9}$$

$$400 \times 9 = V^2$$

$$\therefore V = \sqrt{(400 \times 9)} = 20 \times 3 = 60 \text{ V}$$

उदाहरण 3 : विद्युत पर चलनेवाली इस्त्री को उच्च तापमान पर निर्धारित किये जाने पर 1100W विद्युत शक्ति का उपयोग करती है, तो कम तापमान पर निर्धारित किये जाने पर 330W विद्युत शक्ति का उपयोग करती है। इन दोनों निर्धारणों के लिए प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा और उस समय का विद्युत प्रतिरोध ज्ञात कीजिए । इस्त्री को 220 V विभवांतर से जोड़ा गया है ।

दत्त : विभवांतर = 220 V

विद्युत शक्ती, P = (अ) 1100W; (ब) 330W

अ. P = V x I; P = 1100 W

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{1100}{220} = 5\ A$$

ब. P = 330W

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{330}{220} = 1.5\ A$$

विद्युत प्रतिरोध $R_1 = \frac{V}{I_1} = \frac{220}{5} = 44\ \Omega$

विद्युत प्रतिरोध $R_2 = \frac{V}{I_2} = \frac{220}{1.5} = 146\ \Omega$

उदाहरण 4 : विद्युत का एक टंगस्टन बल्ब (Bulb) परिपथ में लगाया गया है । घरेलू विद्युत आपूर्ति 220V विद्युत विभवांतर पर चलती है । शुरू करने पर यदि 0.45 A विद्युत धारा बल्ब से प्रवाहित होती है तो बल्ब कितने W विद्युत शक्ति का होना चाहिए ? इस बल्ब को 10 घंटे शुरू रखा तो कितनी विद्युत खर्च होगी ?

दत्त : विभवांतर = 220 V

विद्युतधारा = 0.45 A

विद्युत शक्ती(W)= विभवातर (V) x विद्युत धारा (I)

= 220 x 0.45 W

= 99 W

∴ बल्ब 99W का होना चाहिए ।

10 घंटे में

99W x 10 h = 990 Wh

= 0.99 kWh

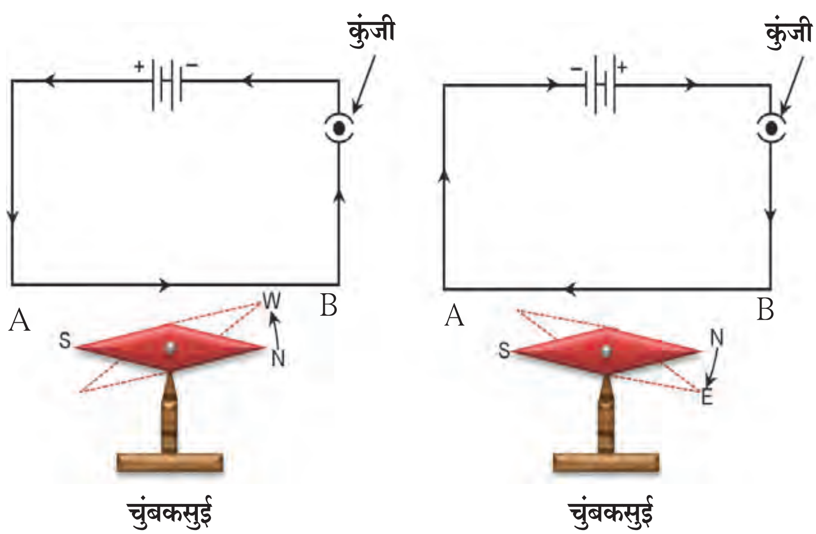
= 0.99 unit विद्युत खर्च होगी ।

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव (Magnetic effect of electric current)

विद्युत धारा का ऊष्मीय प्रभाव हमने सीखा । चुंबक के बारे में हमनें पिछली कक्षा में अध्ययन किया है । चुंबकीय बलरेखा का क्या अर्थ है, यह भी समझा है । परंतु विद्युत धारा और चुंबकीय क्षेत्र का कुछ संबंध है क्या, यह देखना उचित होगा ।

करके देखिए !

आकृति में दर्शाए अनुसार, एक विद्युत परिपथ जोड़िये । A और B के बीच संयोजन तार की अपेक्षा मोटी, सीधी ताँबे की तार जोड़िए । उसके पास चुंबकीय सुई रखिए । अब परिपथ की कुंजी खुली रखकर चुंबकीय सुई की दिशा देखिए । बादमें कुंजी बंद करके चुंबकीय सुई की दिशा देखिए । क्या दिखाई देता है ? अब सेल से जोड़े गए संयोजन तार उल्टे जोड़कर चुंबक की दिशा देखिए । विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय सुई की स्थिति का कोई संबंध पता चलता है क्या ?



4.5 विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव

इस प्रयोगद्वारा हमने क्या सीखा? तार में विद्युत धारा के द्वारा चुंबकीय प्रभाव दिखाई देता है । इसका अर्थ है कि विद्युत और चुंबकत्व का निकट का संबंध है । इसके विपरीत यदि किसी चुंबक को हिलाया और हिलता हुआ रखा तो, क्या उसका विद्युत प्रभाव दिखाई देगा? है कि नहीं रोचक? यहाँ हम चुंबकीय क्षेत्र और ऐसे 'विद्युत चुंबकीय' प्रभाव का अध्ययन करने वाले हैं । अंत मे विद्युत चलित्र और विद्युत जनित्र का सिद्धांत, रचना और कार्य समझने वाले हैं ।

परिचय वैज्ञानिकों का

हान्स ख्रिस्तियन ओरस्टेड
(1777-1851)

उन्नीसवीं शताब्दी के एक अग्रणी वैज्ञानिक के रूप में हान्स ख्रिस्तियन ओरस्टेड का 'विद्युत चुंबकत्व' को स्पष्ट करने में अमूल्य योगदान रहा है । सन 1820 में उन्हें ऐसा दिखाई दिया कि एक धातु के तार में विद्युत धारा प्रवाहित हुई तो तार के पास की चुंबकीय सुई कुछ कोण से विक्षेपित होती है । विद्युत और चुंबकत्व का संबंध उन्होंने ही नजर में लाया और फिर उससे ही आज की प्रगतिशील प्रौद्योगिकी विकसित हुई है । उनके सम्मान में चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता की इकाई को 'ओरस्टेड (Oer-sted) कहा जाता है ।

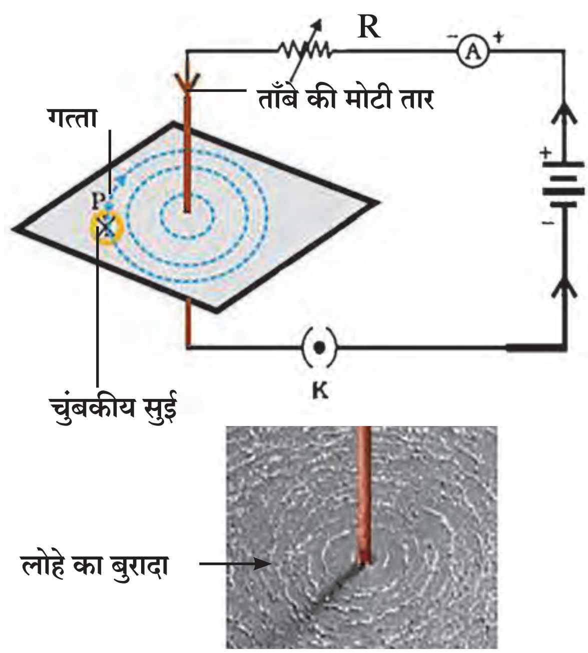
करके देखिए !

आकृति 4.6 में दर्शाए अनुसार परिपथ संयोजित कीजिए । गत्ते से आरपार जानेवाली मोटी तार में से जब बड़ी (लगभग 1 एम्पिअर या अधिक) विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तब गत्ते पर तार के परितः विभिन्न स्थानों पर चुंबकीय सुई रखी जाने पर प्रत्येक स्थान पर चुंबकीय सुई निश्चित दिशा में स्थिर रहती दिखाई देती है । उस दिशा को पुठ्ठे पर पेन्सिल से दर्शाइए ।

(इस प्रयोग मे कितनी विद्युत धारा लगेगी, सेल कितने लगेंगे, कितने विभवांतर के लगेगे, ताँबे की तार कितनी मोटी लेनी पड़ेगी इत्यादि बातों पर आपस में और शिक्षकों से चर्चा कीजिए और उसके पश्चात् प्रयोग कीजिए) परिपथ में विद्युत धारा की दर्शाई गई दिशा संकेतमान्य दिशा है ।

विद्युत धारा कम-अधिक करने पर क्या परिवर्तन दिखाई देता है? चुंबकीय सुई को तार से थोड़ी दूरी पर रखने पर क्या दिखाई देता है? अब चुंबकीय सुई के स्थान पर लोहे का बुरादा गत्ते पर फैलाइए और देखिए । लोहे का चूर्ण तार के परितः विशिष्ट वृत्ताकार स्थिति में स्थिर होता है । ऐसा क्यों होता है?

चुंबकत्व और चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन आपने पिछली कक्षा में किया है । लोहे का चूर्ण चुंबकीय बलरेखाओं के अनुरूप फैला हुआ दिखाई देता है ।

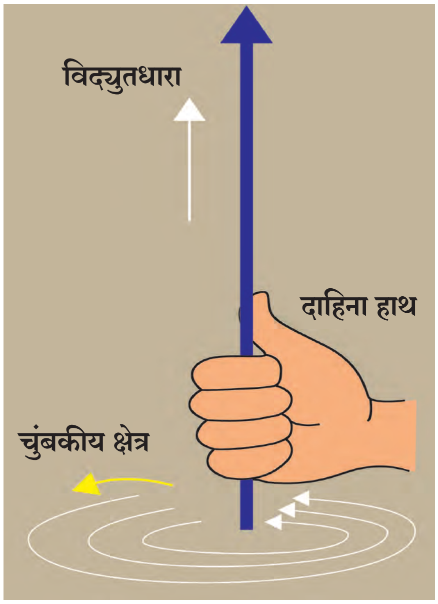


4.6 विद्युत धारा के कारण चालक के परितः निर्मित होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

एक सरल विद्युत चालक तार में से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के कारण तार के परितः चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होता है । विद्युत धारा को परिवर्तित न करके तार के पास से दूर जाते समय चुंबकीय क्षेत्र कम हो जाता है । इसलिए चुंबकीय बलरेखाएँ दर्शाने वाले समकेन्द्री वृत्त तार के पास से दूर जाते समय बड़े और विरल दिखाए जाते हैं । तार में से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा बढ़ाने पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता में वृद्धि होती है ।

दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम (Right hand thumb rule)



4.7 दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम

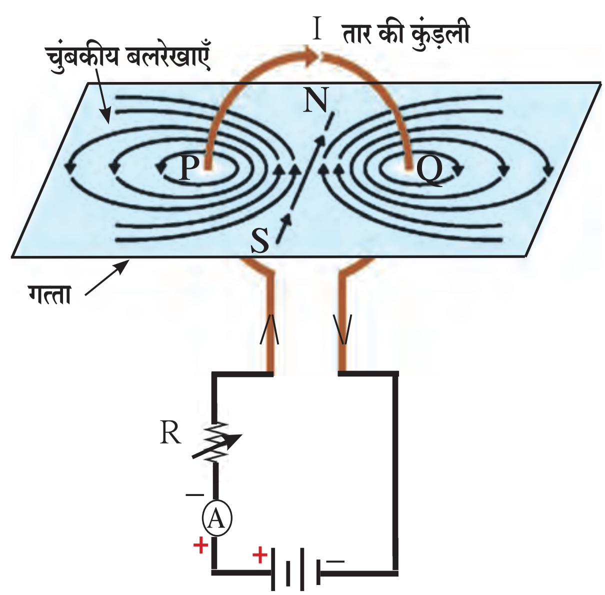
विद्युत चालक तार में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा की दिशा और निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए यह उपयुक्त नियम है। ऐसी कल्पना कीजिए कि सीधे विद्युत चालक को अपने दाहिने हाथ में इस प्रकार पकड़ा है कि अंगूठा विद्युत धारा की दिशा में तार पर स्थित हैं। अब आप अपनी ऊँगलियों से तार को घेरो। ऊँगलियों की दिशा ही चुंबकीय क्षेत्र की बलरेखाओं की दिशा है। (आकृती 4.7)।

जानकारी प्राप्त कीजिए।

दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम को मॅक्सवेल का कॉर्क स्क्रू-नियम (Cork screw rule) कहा जाता है। क्या है यह कॉर्क-स्क्रू नियम?

विद्युत चालक तार की एक फेरेवाली कुंड़ली में से प्रवाहित होनेवाली विद्युतधारा के कारण निर्मित होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र

सीधे विद्युत चालक में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण निर्मित होने वाले चुंबकीय क्षेत्र की बलरेखाओं के बारे में हमने देखा। इसी विद्युत चालक तार को एक फेरेवाली कुंड़ली के आकार में मोड़ने से विद्युत धारा के द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की चुंबकीय बल रेखाएँ कैसी होंगी?



4.8 चालक की कुंड़ली में से प्रवाहित विद्युतधारा द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र

आकृति 4.8 में दर्शाए अनुसार विभिन्न घटक लेकर परिपथ पूर्ण किया गया है। कुंड़ली में विद्युत धारा शुरू करने पर कुंड़ली के प्रत्येक बिंदु के पास चुंबकीय बल रेखाएँ निर्मित होकर हम जैसे उनसे दूर जाते हैं वैसे चुंबकीय बलरेखाओं के समकेन्द्री वृत्त बड़े होते जाते हैं।

जब हम कुंड़ली के मध्यभाग में आएगें तब वृत्त इतने बड़े हो जाएगें कि उनका चाप सरल रेखा में दर्शाया जा सकेगा। आकृति 4.8 में चुंबकीय बल रेखाओं को केवल बिंदु P और Q के पास दर्शाया गया है ठीक इसी प्रकार वे कुंड़ली के प्रत्येक बिंदु के पास निर्मित होगी, इस प्रकार प्रत्येक बिंदु कुंड़ली के केन्द्र पर चुंबकीय क्षेत्र निर्मित करेगा।

दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम का उपयोग करके यह परीक्षण कीजिए कि तार की कुंडली का प्रत्येक बिंदु कुंड़ली के मध्यभाग में स्थित चुंबकीय बलरेखाएँ निर्मित करने में सहभागी होता है और ये बलरेखाएँ कुंड़ली के मध्य भाग के एक ही दिशा में कार्यरत होती है।

तार में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा के कारण किसी भी बिंदु पर निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता उस विद्युत धारा पर निर्भर करती है, इसे हमनें प्रयोग में देखा है (आकृती 4.6 : करके देखिए) अतः यदि कुंडली में तार के n फेरे होगें तो एक फेरे द्वारा जितना चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होता है, उसका n गुना चुंबकीय क्षेत्र निर्मित होगा ।

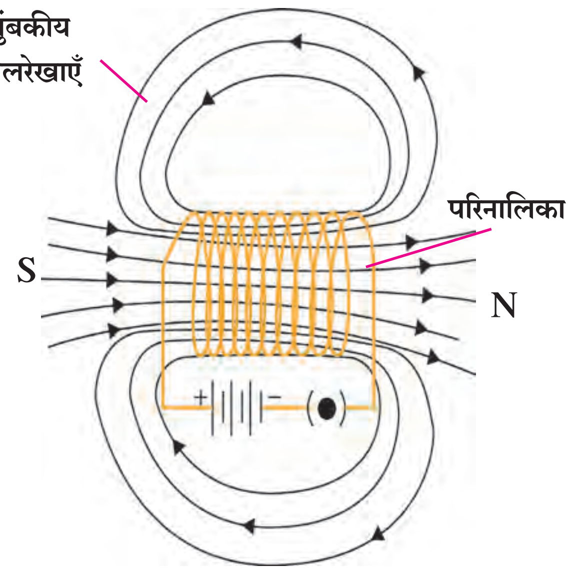
उपर्युक्त प्रयोग (शिक्षकों के मार्गदर्शन के अंतर्गत) सामग्री इकट्ठा करके कर सकते हैं क्या, इस बारे में चर्चा कीजिए । चुंबकीय सुई का उपयोग करके चुंबकीय बलरेखाओं की दिशा निश्चित की जा सकती है ।

परिनालिका में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा द्वारा निर्माण होनेवाला चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to a current in a solenoid)

विद्युत अवरोधक आवरण वाली ताँबे की तार लेकर तार के फेरों से कुंड़ली तैयार करने पर बननेवाली रचना को परिनालिका (Solenoid) कहते हैं ।

परिनालिका में से विद्युत धारा प्रवाहित होनेपर निर्मित होनेवाली चुंबकीय बल रेखाओं की संरचना आकृति 4.9 में दर्शायी गई है । छड़चुंबक की चुंबकीय बलरेखाओं से आप परिचित है ही । परिनालिका द्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र के सभी गुणधर्म छड़चुंबकद्वारा निर्मित होनेवाले चुंबकीय क्षेत्र के गुणधर्मों के समान होते हैं ।

पलिनालिका का एक खुला सिरा चुंबकीय उत्तरी ध्रुव के रूप में तथा दूसरा चुंबकीय दक्षिण ध्रुव के रूप में कार्य करता है । पलिनालिका की चुंबकीय बल रेखाएँ परस्पर समांतर रेखाओं के स्वरूप में होती हैं । इसका क्या अर्थ होता है? यही कि चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता परिनालिका के आंतरिक भाग में सर्वत्र समान होती है, अर्थात परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र एक समान होता है ।



4.9 परिनालिका में से विद्युत धारा प्रवाहित होने पर निर्मित चुंबकीय क्षेत्र की चुंबकीय बलरेखाएँ

करके देखिए !

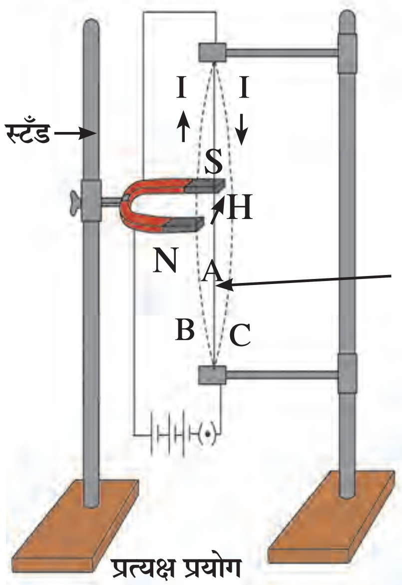
चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर लगने वाला बल (Force acting on a current carrying conductor in a magnetic field)

सामग्री : ताँबे की लचीली तार, स्टैंड, विद्युत सेल, प्रबल चुंबकीय क्षेत्र वाला नालचुंबक इत्यादि ।

कृती : आकृति 4.10 में दिखाए अनुसार स्टैंड़ का उपयोग करके लचीली तार नालचुंबक ध्रुवों के मध्य से जाए, ऐसी व्यवस्था कीजिए । परिपथ को संयोजित कीजिए । क्या ज्ञात हुआ ?

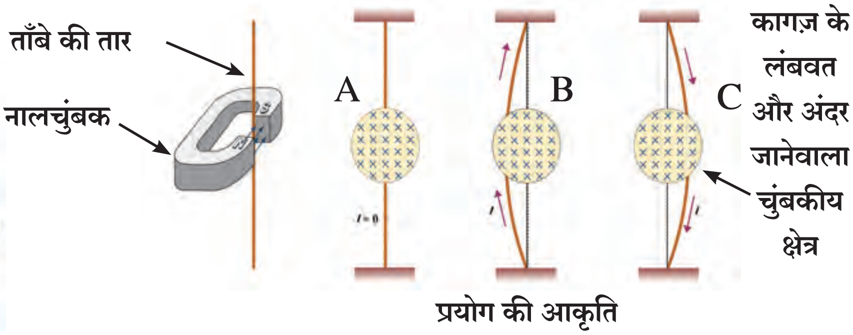
जब तार में से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती तब तार सीधी रहती है (स्थिति A) । जब ऊपर से नीचे विद्युत धारा प्रवाहित होती तब तार मुड़ जाती हैं और स्थिति C में आती है ।

विद्युत धारा की दिशा विपरीत अर्थात् नीचे से ऊपर करने पर तार मुड़ती हैं, परंतु स्थिति B में आती हैं । अर्थात् तार पर बल की दिशा चुंबकीय क्षेत्र और विद्युत धारा की दिशा के लंब दिशा में है । यहाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा N से S की ओर है । इस प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि जब चुंबकीय क्षेत्र में चालक में से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तब उस चालक पर बल निर्मित होता है । विद्युत धारा की दिशा विपरीत करने पर बल की दिशा भी विपरीत हो जाती हैं । चुंबक को यदि उलटा किया अर्थात् उत्तर ध्रुव के स्थान स्थान पर दक्षिण ध्रुव लाया और दक्षिण ध्रुव के स्थान पर उत्तर ध्रुव लाया तो क्या होगा ?



उपर्युक्त प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि, चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव से धारावाही चालक पर बल निर्मित होता है । इस बल की दिशा विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा इन दोनों पर निर्भर होती है ।

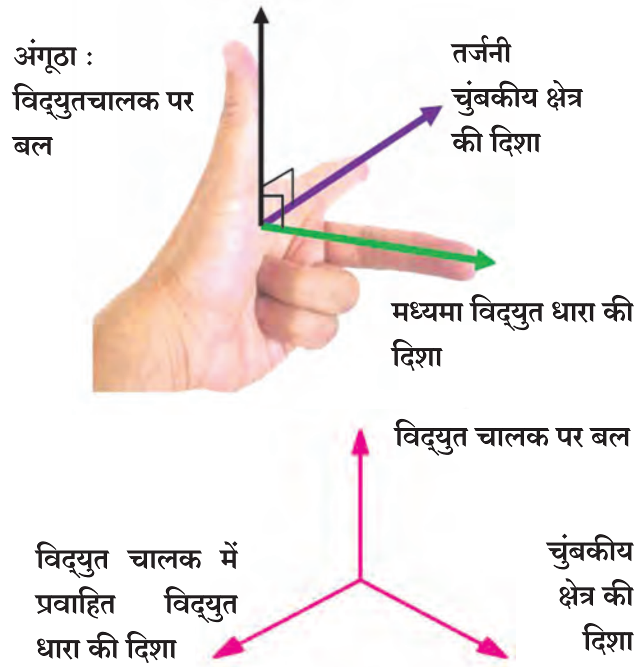
प्रयोग के अंत में यह भी स्पष्ट किया जा सकता है कि, जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंब दिशा में होती है तब यह बल सर्वाधिक होता है । आप यह कैसे कर सकते हैं?



4.10 चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर लगनेवाला बल

फ्लेमिंग का बाएँ हाथ का नियम (Fleming's left hand rule)

उपर्युक्त प्रयोग में हमने विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दोनों की ओर ध्यान दिया और ऐसा दिखाई दिया की बल की दिशा इन दोनों के लंबवत हैं । इन तीनों की दिशा एक सरल नियम के द्वारा सुबद्ध की जा सकती है । इस नियम को ही फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम कहते हैं । इस नियम के अनुसार बाएँ हाथ के अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा को एक दूसरे के लंबवत रखे और यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में हो, मध्यमा विद्युतधारा की दिशा में हो तो अंगूठे की दिशा विद्युत चालक पर बल की दिशा दर्शाती है ।



4.11 फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम

करके देखिए !

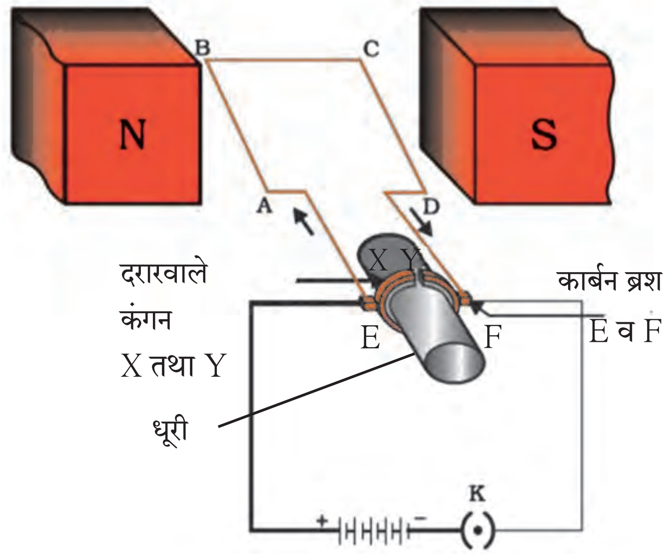
उपर्युक्त प्रयोग में फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम का उपयोग करके तार मे उपस्थित बल की दिशा निश्चित कीजिए व निष्कर्ष की जाँच कीजिए ।

विद्युत चलित्र (Electric Motor)

ऊर्जा के विविध रूप आपको पता हैं । आपको यह भी पता है कि ऊर्जा का रूपांतरण हो सकता है विद्युत ऊर्जा का यांत्रिक ऊर्जा मे रूपांतरण करने वाले यंत्र को विद्युत चलित्र कहते है । हमारे आसपास दैनिक जीवन में इस विद्युत चलित्र को वरदान ही कहा जा सकता है । इसका उपयोग पंखे, प्रशीतक, मिक्सर, धुलाई यंत्र, संगणक, पंप में किया हुआ दिखता है ? यह विद्युत चलित्र कैसे कार्य करता है?

4.12 दैनिक उपयोग का विद्युत चलित्र

विद्युत चलित्र में विद्युत अवरोधक आवरण वाले ताँबे के तार की एक आयताकार कुंडली होती है । यह कुंडली, चुंबक के (उदा. नाल चुंबक) उत्तर और दक्षिण ध्रुवों के बीच, आकृति में दिखाए अनुसार इस प्रकार रखी होती है कि उसकी AB तथा CD भुजाएँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत होती हैं । कुंड़ली के दो सिरे विभक्त वलय के दो अर्धभागों X तथा Y से संयोजित होते हैं । इन अर्धभागों की भीतरी सतह विद्युतरोधी होती है तथा चलित्र की धूरी से जुड़ी होती है । X तथा Y अर्ध वलयों के बाहरी विद्युत वाहक पृष्ठभाग दो स्थिर कार्बन ब्रश E तथा F से स्पर्श करते हैं ।



4.13 विद्युतचलित्र : तत्त्व व कार्य

आकृति में दर्शाए अनुसार, विद्युत परिपथ पूर्ण करने पर विद्युतधारा E तथा F कार्बन ब्रशों के माध्यम से कुंड़ली में से प्रवाहित होने लगती है । कुंडली की भुजा AB में विद्युत धारा A से B की ओर प्रवाहित होती हैं । चुंबकीय क्षेत्र की दिशा N ध्रुव से S ध्रुव की ओर होने के कारण उसका प्रभाव AB भुजा पर होता है । फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियमानुसार AB भुजा पर निर्मित होनेवाला बल उसे नीचे की ओर ढ़केलता हैं । CD भुजा में प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा की दिशा AB भुजा की विपरीत दिशा में होने के कारण निर्मित होने वाला बल उस भुजा को ऊपर की ओर विपरीत दिशा में ढकेलता है इस प्रकार कुंडल और धूरी घड़ी के काँटों के विपरित दिशा में घूमने लगते हैं । आधा घूर्णत होते ही विभक्त वलय के अर्ध भाग X और Y क्रमशः F और E कार्बन ब्रश के संपर्क में आते हैं । अतः कुंड़ली में विद्युत धारा DCBA के अनुदेश प्रवाहित होती हैं । इस कारण DC भुजा पर नीचे की ओर तथा BA भुजा पर ऊपर की ओर बल क्रियाशील होता है और कुंडली अगला अर्ध घूर्णत पहले की ही दिशा में पूर्ण करती है । इस प्रकार प्रत्येक अर्ध घूर्णन के पश्चात् कुंड़ली तथा धूरी एक ही अर्थात् घड़ी के काँटों की विपरीत दिशा में घूर्णन करते रहते हैं ।

व्यावसायिक चलित्र इसी सिद्धांत पर कार्य करते है, लेकिन उनकी संरचना में व्यावहारिक रूप से परिवर्तन किए जाते है, इसे आप आगे सीखने वाले हैं ।

जानकारी प्राप्त कीजिये ।

कार्बन ब्रश का उपयोग क्यों किया जाता हैं? उनका क्या कार्य हैं? इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर खोजने के लिए समीप के किसी वर्कशॉप में जाइए और विद्युत चलित्र की रचना समझिए ।

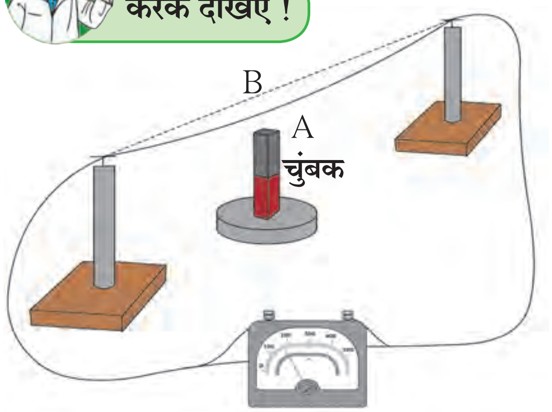
विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन (Electromagnetic Induction)

हमने पिछले भाग में देखा कि किसी विद्युत चालक को चुंबकीय क्षेत्र में इस प्रकार रखें कि उससे प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंब हो तो उस विद्युत चालक पर बल क्रियाशील होता है । उस कारण विद्युत चालक में गति निर्मित होती है । परंतु यदि ऐसा हो कि कोई विद्युत चालक चुंबकीय क्षेत्र में गति कर रहा है या स्थिर विद्युत चालक के परितः चुंबकीय क्षेत्र परिवर्तित हो रहा है तो फिर क्या होगा? इस प्रश्न का उत्तर खोजने के लिए मायकेल फैराडे नामक महान वैज्ञानिक ने संशोधन किया, अध्ययन किया । सन् 1831 में फैराडे को दिखा दिया कि गतिशील चुंबक की सहायता से विद्युत चालक में विद्युत धारा निर्मित की जा सकती है ।

गैल्वनोमीटर : हमारे द्वारा अध्ययन किए गए विद्युत चलित्र (electrical motor) नामक यंत्र का जो सिद्धांत है, उसी सिद्धांत पर आधारित एक संवेदनशील उपकरण है, गैल्वनोमीटर । इसकी सहायता से कुछ विद्युत मापन किए जा सकते हैं । चुंबक के ध्रुवों के बीच रहनेवाली कुंडली को इस प्रकार लगाया जाता है कि उसे गैल्वनोमीटर की तश्तरी पर स्थित सुई जोड़ी जाए । जब अत्यंत कम (उदा.1 मिली एम्पिअर या उससे कम) विद्युत धारा कुंडली से प्रवाहित होगी तब कुंडली का घूर्णन होगा और उसका घूर्णन विद्युत धारा के अनुपात में होगा। वोल्टमीटर और अमीटर भी इसी सिद्धांत पर कार्य करते है । गैल्वनोमीटर की तश्तरी पर शून्य विद्युत धारा मध्य में दर्शाई जाती है । विद्युत धारा की दिशा के अनुसार सुई शून्य के दोनों ओर विक्षेपित होती है ।

4.14 गॅल्वनोमीटर

करके देखिए !



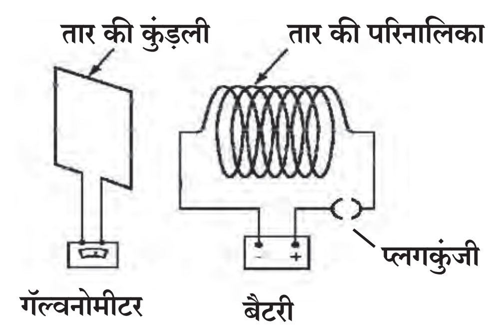
4.15 चुंबकीय क्षेत्र में तार हिलती हुई रखने पर विद्युत धारा निर्मित होती है ।

आकृति 4.15 में दर्शाए अनुसार, सामग्री एकत्र कीजिए । गॅल्वनोमीटर संयोजित करके परिपथ पूर्ण कीजिए । ताँबे की तार के समीप नीचे छड़ चुंबक का उत्तर या दक्षिण ध्रुव रहे, इस प्रकार से छड़चुंबक को खड़ा रखिए । अब यदि तार को A⟶B की ओर हिलते हुए रखे तो गैल्वनोमीटर की सुई विक्षेपित होती दिखाई देती है । यही है, फैराडे का विद्युत चुंबकीय प्रेरण ।

अब तार को स्थिर रखकर चुंबक को हिलाकर देखिए । गैल्वनोमीटर की सुई अभी भी विक्षेपित होती है । लेकिन इसका कारण कुछ अलग है, उसे आप आगे सीखेंगे ।

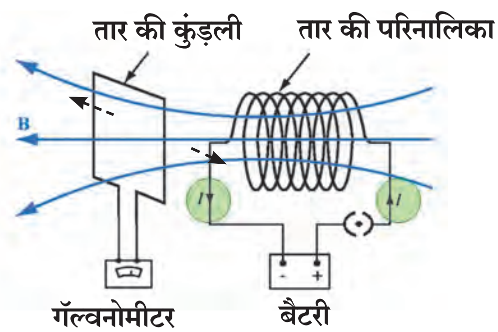
करके देखिए !

आकृति 4.16 (अ) में दर्शाए अनुसार, परिपथ पूर्ण कीजिए । उसके लिए लगने वाली सामग्री को, चर्चा करके निश्चित कीजिए और उसे लीजिए । इस प्रयोग में यदि परिनालिका से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा को कुंजी खुली रखकर शून्य किया तो उसी क्षण कुंडली के परिपथ के गैल्वनोमीटर की सुई तुरंत विचलित होकर पुनः शून्य पर आती है । परिनालिका में से प्रवाहित होनेवाली विद्युत धारा को पुनः शुरू करने पर गैल्वनोमीटर की सुई दूसरी ओर जल्दी से विक्षेपित होकर पुनः शून्य पर आती है ।



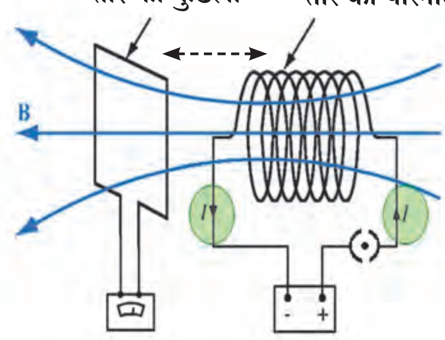
4.16 (अ) विद्युत धारा प्रवाहित या खंडित करने पर

अब विद्युत धारा प्रवाहित होते समय यदि कुंड़ली को परिनालिका (आकृती 4.16 ब) तथा उस पर परिनालिका से पास और दूर ले जाने पर (आकृति 4.16 क) गैल्वनोमीटर की सुई विक्षेपित होती है, अर्थात कुंडली में विद्युत धारा निर्मित होती है । उपर्युक्त प्रयोगों से क्या स्पष्ट होता है ?



4.16 (ब) परिनालिका से विद्युत धारा प्रवाहित होते समय कुंड़ली को परिनलिका के अक्ष से लंबवत हिलाने पर

परिनालिका स्थिर रखकर परिनालिका की विद्युत धारा परिवर्तित करने पर भी कुंड़ली में विद्युत धारा निर्मित होती है । तथा जितने जल्दी परिनालिका कुंड़ली के सामने से बाजू में ले जाई जाएगी, उतनी ही गैल्वनोमीटर के सुई का विचलन अधिक होता है । परिनालिका की विद्युत धारा परिवर्तित करके कुंड़ली में विद्युत धारा निर्मित होती है या कुंड़ली के पास परिनालिका को सरकाने पर भी कुंडली में विद्युत धारा निर्मित होती है ।



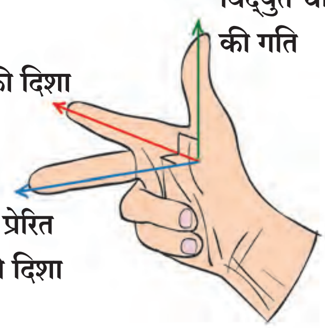
4.16 (क) परिनालिका से विद्युत धारा प्रवाहित होते समय कुंडली परिनलिका के अक्ष पर पास या दूर ले जाने पर

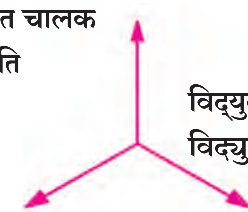
फैरेडे का विद्युत प्रेरण का नियम

परिनालिका में विद्युत धारा शुरू करते ही या बंद करते ही कुंड़ली में विद्युत धारा प्रेरित होती है । विद्युत धारा कम अधिक करने पर भी ऐसा प्रेरण दिखाई देता है । परिनालिका को कुंड़ली के सामने से बाजू में सरकाते समय भी कुंड़ली में प्रेरण के कारण विद्युत धारा निर्मित होती है । उपर्युक्त प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि कुंडली में से जाने वाली चुंबकीय बलरेखाओं की संख्या परिवर्तित होने पर कुंड़ली में विद्युत धारा प्रेरित होती है । इसे ही फैराडे के प्रेरण का नियम कहते है ।

फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम
(Fleming's right hand rule)

विद्युतचालक (कुंड़ली) में विद्युत धारा अधिक से अधिक कब होगी? तो जब विद्युत चालक की गति की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की लंब दिशा में होगी तब यह दिखाने के लिए फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम का उपयोग होता है । दाएँ हाथ के अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा को इस प्रकार रखिए कि वे परस्पर लंब हो । (आकृती 4.17) । इस स्थिति में यदि अंगूठा विद्युत चालक के गति की दिशा, तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाए तो मध्यमा प्रेरित विद्युत धारा की दिशा दर्शाता है, इस नियम को फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम कहते है ।





4.17 फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम

परिचय वैज्ञानिकों का

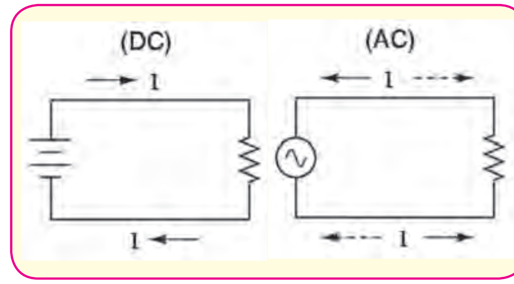
मायकेल फैराडे (1791-1867) एक प्रयोगशील वैज्ञानिक थे । उनका अधिकृत रूप से शिक्षण नहीं हुआ था । एक बुकबाईंडिंग के दुकान में छोटा सा मायकल काम करने लगा । वहाँ की पुस्तकें पढ़ते-पढ़ते उसे विज्ञान में रूचि निर्माण हुई । लंडन के रॉयल इन्स्टिट्यूट के हंफ्रे डेव्ही ने उन्हें प्रयोगशाला सहायक के रूप में नियुक्त किया । वहाँ पर ही उन्होंने विद्युत चुंबकीय प्रेरण के नियम खोजे । तथा विद्युत अपघटन के भी नियम खोज निकाले । बहुत से विश्वविद्यालयों ने उन्हें उपाधि देना चाहा, लेकिन फैराडे ने ऐसे सम्मानों को नकार दिया ।

प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा (Alternating Current (AC) and Direct Current (DC)

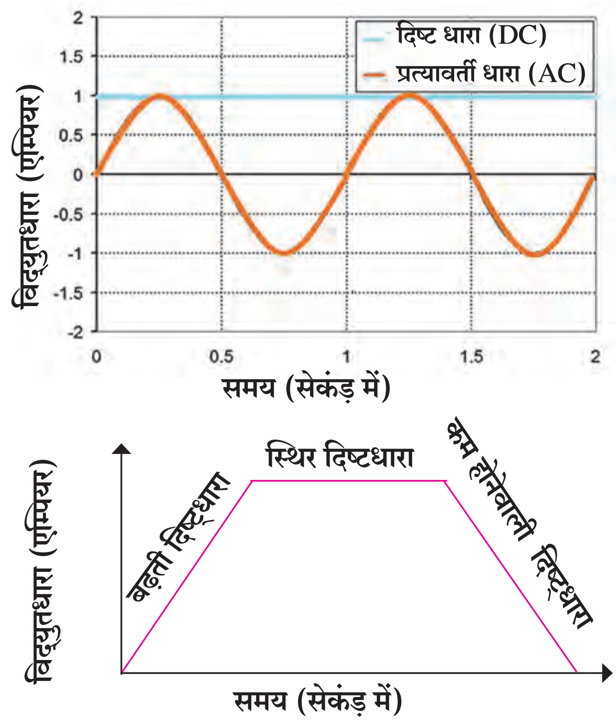
अब तक हम विद्युत सेल से परिपथ में प्रवाहित होनेवाली तथा पुनः सेल की ओर जाने वाली तथा एक दिशा में प्रवाहित होने वाली अदोलनी विद्युत धारा से परिचित हैं। ऐसी विद्युत धारा को दिष्ट (Direct Current : DC) और इसके विपरित जिस विद्युत धारा का परिमाण और दिशा निश्चित समान समयावधि के पश्चात् बदलते हैं उसे प्रत्यावर्ती धारा (Alternating Current:AC) कहते हैं।

दिष्ट विद्युत धारा बढ़ सकती है, स्थिर रह सकती है या कम भी हो सकती, लेकिन वह दोलनी (Oscillatory) नहीं होती। आकृति 4.19 में आलेख के स्वरूप में यह दर्शाया गया है।

प्रत्यावर्ती धारा यह दोलनी धारा है। आलेख में दर्शाए अनुसार वह एक दिशा में अधिकतम सीमा तक बढ़ती है, उसके पश्चात कम होकर शून्य हो जाती है और पुनः विपरित दिशा में अधिकतम सीमा तक बढ़कर पुनः शून्य हो जाती है। आकृति में विपरित दिशा दर्शाने हेतु विद्युत धारा के लिए −1, −2 जैसे परिमाणों का उपयोग किया गया है। प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के दोलन समय के अनुसार वक्रीय (Sinusoidal) पद्धति से होते हैं इसलिए उसे ∿ इस चिन्ह के द्वारा दर्शाते हैं। दिष्ट विद्युत धारा एक दिशा में प्रवाहित होती है, परंतु प्रत्यावर्ती धारा आवर्ती रूप से एक चक्र में सीधी और उलटी दिशा में प्रवाहित होती है।



4.18 दिष्ट धारा और प्रत्यावर्ती धारा परिपथ



4.19 प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा का आलेख

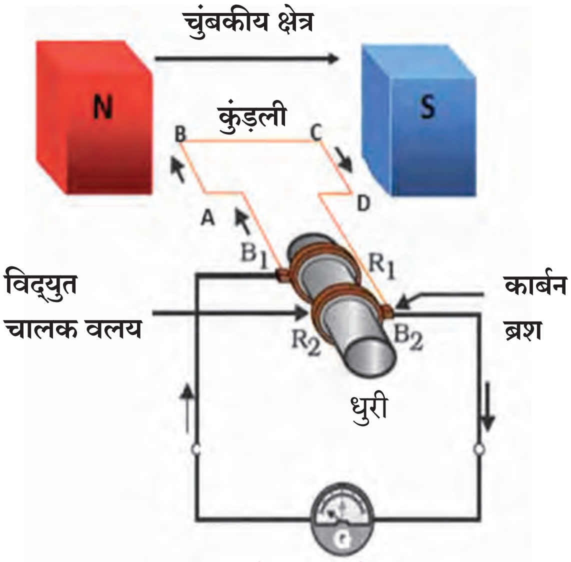
भारत में विद्युत केन्द्र में होनेवाली विद्युत निर्मिती में ऐसा एक चक्र $\frac{1}{50}$ सेकंड अर्थात् 0.02 सेकंड मे पूर्ण होता हैं। प्रत्यावर्ती धारा की बारंबारता 50 Hz होती है। विद्युत शक्ती दूर ले जाने के लिए प्रत्यावर्ती रूप में ले जाना लाभदायक होता है। क्योंकि दिष्ट विद्युत धारा की अपेक्षा प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के कारण विद्युत शक्ती में कोई भी कमी न होकर भी विद्युत धारा का बहुत दूरी तक संवहन (Transmision) किया जाता है। दैनिक उपयोग के लिए की जानेवाली विद्युत आपूर्ति इस प्रत्यावर्ती धारा (AC) की होती है। इस विद्युत का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियों के बारे में हमने पिछली कक्षा में पढ़ा हुआ है।

विद्युत जनित्र (Electric Generator)

विद्युत चुंबकीय प्रेरण पर आधारित प्रयोग हमने देखा है, उसमें निर्मित होनेवाली विद्युत धारा का परिमाण अल्प होता है। परंतु इसी सिद्धांत का उपयोग मानव के लिए बड़ी विद्युत धारा निर्मित करने हेतु किया जाता है। इसके लिए यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग विद्युत चालक कुंड़ली को धुरी के परितः चुंबकीय क्षेत्र में घुमाने के लिए किया जाता है तथा उसके द्वारा विद्युत निर्मिती की जाती है।

आकृती 4.20 में धूरी के परितः घूमने वाली तार की कुंड़ली ABCD दर्शाई गई है, उसे चुंबक के दो ध्रुवों के बीच रखा जाता है। इस कुंड़ली के दो सिरे दो वलयों R_1 तथा R_2 से कार्बन ब्रश के माध्यम से संयोजित होते हैं। दोनों वलय भीतर से धूरी से जुड़े होते हैं, परंतु वलयों और धूरी के बीच विद्युत अवरोधक आवरण होता है। धूरी को यांत्रिक रूप से बाहर से घुमाया जाता है, जिसके कारण कुंड़ली ABCD घूमने लगती है। स्थिर कार्बन ब्रशों B_1, B_2, के सिरे गैल्वनोमीटर से संयोजित होते हैं, जिसके कारण परिपथ में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा समझती हैं।

धूरी घूमने पर भुजा AB ऊपर जाती है और CD नीचे आती है। अर्थात् ABCD कुंडली घड़ी की सुईयों की दिशा में घूमने लगती है। फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियमानुसार AB और CD भुजाओं में प्रेरण के द्वारा विद्युत धारा निर्मित होती है, वह A → B व C → D दिशा में जाती है। इस प्रकार A→B→C→D ऐसी विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है। (आकृति 4.20 में बाणों की दिशा में) आगे के परिपथ में B_2 गैल्वनोमीटर में से होकर B_1 की ओर विद्युत धारा प्रवाहित होती है। यदि ABCD जैसी एक फेरे वाली कुंड़ली के स्थान पर अनेक फेरोंवाली कुंड़ली का उपयोग किया जाए तो अनेक गुना विद्युत धारा प्रवाहित होती है और बड़ी विद्युत धारा निर्मिती होती है। अर्धघूर्णन के पश्चात् भुजा AB भुजा CD के स्थान पर जाती है, और भुजा CD यह भुजा AB के स्थान पर आती है। इस कारण प्रेरित विद्युत धारा D→C→B→A ऐसी जाती है। लेकिन भुजा BA वलय के माध्यम से B_1 ब्रश के संपर्क में रहती है और भुजा DC, B_2 ब्रश के संपर्क मै रहती है। इस कारण बाह्य परिपथ में विद्युत धारा B_1 से B_2 की ओर अर्थात् पहले के अर्धघूर्णन की तुलना में विपरित दिशा में प्रवाहित होती हैं। प्रत्येक अर्धघूर्णन के पश्चात यह घटित होता हैं और प्रत्यावर्ती विद्युत धारा निर्मित होती है। यही प्रत्यावर्ती विद्युत धारा जनित्र (AC Generator) है।



4.20 विद्युत जनित्र

दिष्ट जनित्र (DC Generator) बनाने के लिए क्या करना होगा? दिष्ट विद्युत धारा बाह्य परिपथ में दिशा परिवर्तित नहीं करती। अतः उसके लिए विद्युत चलित्र के लिए जिस प्रकार से विभक्त वलय का उपयोग किया गया, ठीक उसी प्रकार एक विभक्त वलय धुरी पर लगाया जाता है। इस व्यवस्था के कारण कुंडली की ऊपर जानेवाली भुजा सदैव एक ब्रश के संपर्क में तो नीचे जाने वाली भुजा सदैव दूसरे ब्रश के संपर्क में रहती है। फलस्वरूप बाह्य परिपथ में एक ही दिशा में विद्युत धारा प्रवाहित होती है, अतः इस जनित्र को दिष्ट जनित्र (DC Generator) कहते हैं।

थोड़ा सोचिए

ऊपर वर्णन किए गए दिष्ट जनित्र की आकृति बनाइए। उसके पश्चात् धूरी के घूमने पर दिष्ट धारा कैसे प्राप्त होती है, स्पष्ट कीजिए।

स्वाध्याय

1. **समूह में से असंगत शब्द छाँटिए और उसका स्पष्टीकरण लिखिए।**
   अ. संगलक तार, अवरोधक पदार्थ, रबर के मोजे,जनित्र
   आ. वोल्टमीटर, अमीटर, गैल्वनोमीटर, थर्मामीटर
   इ. ध्वनिवर्धक, सूक्ष्मश्रवणी, विद्युत चलित्र, चुंबक
2. **रचना और कार्य बताइए, उचित आकृति बनाकर भागों को नामांकित कीजिए।**
   अ. विद्युत चलित्र ब. विद्युतजनित्र (प्रत्यावर्ती)
3. **विद्युतचुंबकीय प्रेरण अर्थात –**
   अ. विद्युत चालक का आवेशित होना।
   आ. कुंड़ली में से विद्युत आवेश प्रवाहित होने के कारण चुंबकीय क्षेत्र का निर्मित होना।
   इ. चुंबक और कुंड़ली की सापेक्ष गति के कारण कुंड़ली में प्रेरण से विद्युत धारा निर्मित होना।
   ई. विद्युत चलित्र की कुंड़ली का धूरी के परितः घूमना।
4. **अंतर स्पष्ट कीजिए**
   प्रत्यावर्ती जनित्र और दिष्ट जनित्र
5. **विद्युत धारा निर्मित करने के लिए किस उपकरण का उपयोग किया जाता है? आकृतिसहित वर्णन कीजिए।**
   अ. विद्युत चलित्र ब. गैल्वनोमीटर
   क. विद्युत जनित्र ड. वोल्टमीटर
6. **लघुपरिपथ किस कारण निर्मित होता है? उसका क्या प्रभाव होता है?**

7. **वैज्ञानिक कारण लिखिए ।**

अ. विद्‌युतबल्ब में कुंडली बनाने के लिए टंगस्टन धातु का उपयोग किया जाता है ।

आ. ऊष्मा निर्माण करने वाले विद्‌युतके उपकरणों में उदा. इस्त्री, विद्‌युतकी सिगड़ी, बॉयलर में नायक्रॉम जैसी मिश्र धातु का उपयोग करते हैं, शुद्‌ध धातु का उपयोग नहीं किया जाता ।

इ. विद्‌युतका स्थानांतरण करने के लिए तांबे या एल्युमिनियम के तारों का उपयोग किया जाता है।

ई. व्यवहार में विद्‌युतऊर्जा का मापन करने हेतु Joule के स्थान पर kWh इकाई का उपयोग किया जाता है ।

8. **नीचे दिए गए कथनों में से कौन-से कथन लंबे, सीधे विद्‌युतचालक तार के पास के चुंबकीय क्षेत्र की सटीक वर्णन करते हैं ? स्पष्टीकरण लिखिए ।**

अ. तार के लंबवत सरल रेखा में चुंबकीय बल रेखाएँ एक ही प्रतल से जाती हैं ।

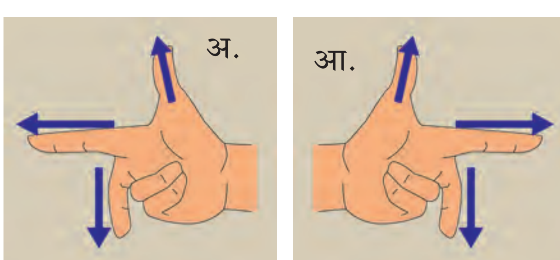
आ. तार के समांतर, तार के सभी ओर से चुंबकीय बलरेखाएँ जाती हैं ।

इ. तार के लंब और तार से (radially outward) चुंबकीय बल रेखाएँ जाती हैं ।

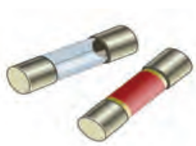
ई. समकेंद्री वृत्ताकार, तार को केंद्र पर रखकर तार के लंब प्रतल में चुंबकीय बलरेखाएँ जाती है ।

9. **नालचुंबक का क्या अर्थ हैं? उसके चुंबकीय क्षेत्र की तुलना छड़ चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र से करके आकृति बनाइए और भागों को नाम दीजिए ।**

10. **आकृतियों को नाम देकर संकल्पना स्पष्ट कीजिए ।**



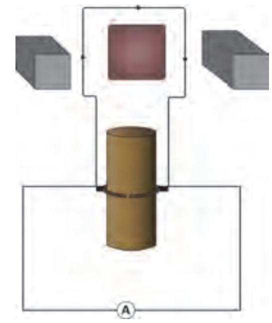
11. **आकृति पहचानकर उसके उपयोग स्पष्ट कीजिए ।**



अ.

आ.

इ.



12. **उदाहरण हल कीजिए ।**

अ. विद्‌युतपरिपथ के एक विद्‌युतप्रतिरोध में ऊष्मीय ऊर्जा 100W की दर से निर्मित हो रही है । विद्‌युतधारा 3A प्रवाहित हो रही है । विद्‌युतध प्रतिरोध कितने Ω होगा ?

उत्तर : 11 Ω

आ. दो टंगस्टन बल्ब 220V विभवांतर पर चलते हैं, वे क्रमशः 100W व 60W विद्‌युतशक्ति के हैं । यदि उन्हें समांतर क्रम में संयोजित किया गया तो मुख्य विद्‌युतचालक में कितनी विद्‌युतधारा प्रवाहित होगी ?

उत्तर : 0.72A

इ. कौन अधिक विद्‌युतऊर्जा खर्च करेगा ? 500W का टीवी 30 मिनट में या 600W की सिगड़ी 20 मिनट में ?

उत्तर : टीव्ही

ई. 1100W विद्‌युतशक्ति की इस्त्री रोज 2 घंटे उपयोग किये जाने पर अप्रैल महिने में उसके लिए बिजली का खर्च कितना होगा । (विद्‌युत कंपनी 1 युनिट ऊर्जा के लिए 5/- रु. वसुल करती है ।

उत्तर : रु. 330

उपक्रम :

शिक्षकों के मार्गदर्शन अंतर्गत मुक्त ऊर्जा जनित्र बनाइए ।

HKZIZC