अध्याय 6

वैद्युतचुम्बकीय प्रेरण

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न I (MCQ I)

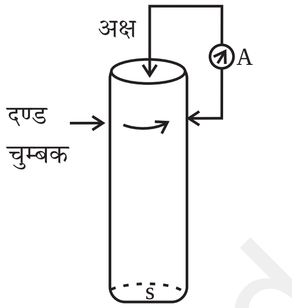
6.1 $x-y$ तल के किसी प्रदेश में, जहाँ चुम्बकीय क्षेत्र $\mathbf{B}=B_o(2\,\hat{\mathbf{i}}+3\hat{\mathbf{j}}+4\,\hat{\mathbf{k}})\,\text{T}$ है, (यहाँ B_o कोई नियतांक है), L मीटर भुजा का कोई वर्ग रखा है। इस वर्ग से गुजरने वाले फ्लक्स का परिमाण है:

(a) $2\,B_o\,L^2$ Wb
(b) $3\,B_o\,L^2$ Wb
(c) $4\,B_o\,L^2$ Wb
(d) $\sqrt{29}\,B_o\,L^2$ Wb

6.2 सीधे किनारों से बने किसी लूप में छः कोने A(0,0,0), B(L,O,0) C(L,L,0), D(0,L,0) E(0,L,L) तथा F(0,0,d) पर हैं। इस प्रदेश में उपस्थित चुम्बकीय क्षेत्र $\mathbf{B}=B_o\,(\hat{\mathbf{i}}+\hat{\mathbf{k}})\,\text{T}$ विद्यमान है। लूप ABCDEFA (इस क्रम में) से गुजरने वाला फ्लक्स है:

(a) $B_o\,L^2$ Wb
(b) $2\,B_o\,L^2$ Wb
(c) $\sqrt{2}\,B_o\,L^2$ Wb
(d) $4\,B_o\,L^2$ Wb

6.3 किसी बेलनाकार छड़ चुम्बक को उसके अक्ष के परितः (चित्र 6.1) घूर्णन कराया जाता है। किसी तार को इसके अक्ष से संयोजित करके इसके बेलनाकार पृष्ठ से किसी सम्पर्क द्वारा स्पर्श कराया गया है तब



चित्र 6.1

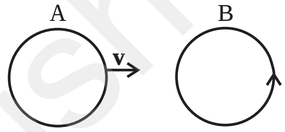
(a) ऐमीटर A से दिष्ट धारा प्रवाहित होती है।

(b) ऐमीटर A से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है।

(c) ऐमीटर A से आवर्तकाल $T = 2\pi/\omega$ की प्रत्यावर्ती ज्यावक्रीय धारा प्रवाहित होती है।

(d) ऐमीटर A से काल परिवर्तित धारा प्रवाहित होती है जो ज्यावक्रीय नहीं होती।

6.4 चित्र 6.2 में दर्शाए अनुसार A तथा B दो कुण्डलियाँ हैं। जब A को B की ओर गति कराते हैं तो B में चित्र में दर्शाए अनुसार धारा प्रवाहित होने लगती है तथा A के रुकने पर धारा प्रवाहित होना बन्द हो जाती है। B में धारा वामवर्ती है। जब A गति करता है तो B को स्थिर रखा जाता है। हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि



चित्र 6.2

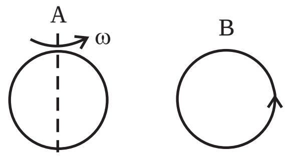
(a) A में दक्षिणावर्ती दिशा में नियत धारा है।

(b) A में परिवर्ती धारा है।

(c) A में कोई धारा नहीं है।

(d) A में वामवर्ती दिशा में नियत धारा है।

6.5 इस प्रश्न में भी स्थिति प्रश्न 6.4 की भाँति है। अन्तर केवल यह है कि अब कुण्डली A को ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घूर्णन कराया गया है (चित्र 6.3)। यदि A विराम में है तो B मे कोई धारा प्रवाहित नहीं होती। जब B में ($t = 0$ पर) धारा वामवर्ती दिशा में है तथा इस क्षण, $t = 0$, पर कुण्डली A दर्शाए अनुसार है तब कुण्डली A में प्रवाहित होती है?



चित्र 6.3

(a) दक्षिणावर्त नियत धारा

(b) दक्षिणावर्त परिवर्ती धारा

(c) वामावर्त परिवर्ती धारा

(d) वामावर्त नियत धारा

6.6 किसी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल A तथा नियत फेरों की संख्या N वाली l लम्बाई की परिनालिका का स्वप्रेरकत्व L बढ़ जाता है:

(a) l तथा A में वृद्धि के साथ

(b) l में कमी तथा A में वृद्धि के साथ

(c) l में वृद्धि तथा A में कमी के साथ

(d) l तथा A में कमी के साथ

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न II (MCQ II)

6.7 कोई धातु की प्लेट तप्त हो रही है। इसका कारण यह हो सकता है कि

(a) प्लेट से कोई दिष्ट (परन्तु प्रत्यावर्ती नहीं) धारा प्रवाहित हो रही है।
(b) यह किसी काल परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में रखी है।
(c) प्लेट स्थानावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में रखी है जो काल परिवर्ती नहीं है।
(d) प्लेट से कोई धारा (या तो दिष्ट अथवा प्रत्यावर्ती) प्रवाहित हो रही है।

6.8 किसी कुण्डली में, जो किसी वोल्टता स्रोत से संयोजित नहीं है, कोई विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है। इसका कारण यह हो सकता है कि

(a) यह कुण्डली किसी काल परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में रखी है।
(b) यह कुण्डली किसी काल परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में गति कर रही है।
(c) यह कुण्डली किसी नियत चुम्बकीय क्षेत्र में गति कर रही है।
(d) यह कुण्डली किसी ऐसे बाह्य स्थानावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में स्थिर रखी है जो काल के साथ परिवर्तित नहीं होता।

6.9 कुण्डली 1 का कुण्डली 2 के सापेक्ष अन्योन्य प्रेरकत्व M_{12}

(a) कुण्डलियों को पास लाने पर बढ़ जाता है।
(b) कुण्डलियों में प्रवाहित धारा पर निर्भर करता है।
(c) किसी एक कुण्डली के अपने अक्ष पर घूर्णन करने पर बढ़ जाता है।
(d) कुण्डली 2 के कुण्डली 1 के सापेक्ष अन्योन्य प्रेरकत्व M_{21} के समान होता है।

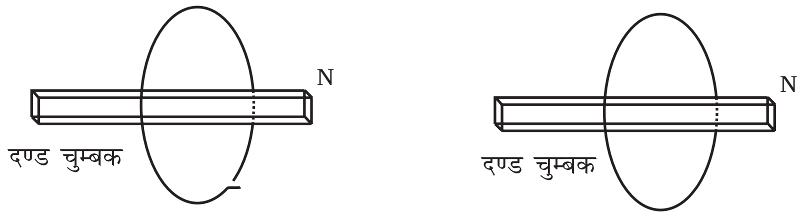
6.10 कोई वृत्ताकार कुण्डली किसी चुम्बकीय क्षेत्र में त्रिज्यत: फैल रही है और कुण्डली में कोई विद्युत वाहक बल उत्पन्न नहीं होता। इसका कारण यह हो सकता है कि

(a) चुम्बकीय क्षेत्र नियत है।
(b) चुम्बकीय क्षेत्र का तल एवं कुण्डली का तल समान है और चुम्बकीय क्षेत्र परिवर्तित हो सकता है और नहीं भी हो सकता।
(c) चुम्बकीय क्षेत्र का कोई लम्बवत् (कुण्डली के तल के) अवयव है जिसका परिमाण उपयुक्त रूप से घट रहा है।
(d) यहाँ लम्बवत् (कुण्डली के तल के) दिशा में कोई नियत चुम्बकीय क्षेत्र है।

अति लघुउत्तरीय (VSA)

6.11 किसी ऐसे चुम्बक पर विचार कीजिए जो एक ऑन/ऑफ स्विच लगे तार के लूप से घिरा है (चित्र 6.4)। यदि स्विच को ऑफ स्थिति (खुले परिपथ) से ऑन स्थिति (बन्द परिपथ) पर लाया जाए तो क्या परिपथ में कोई धारा प्रवाहित होगी?

© NCERT not to be republished



खुला परिपथ   बन्द परिपथ

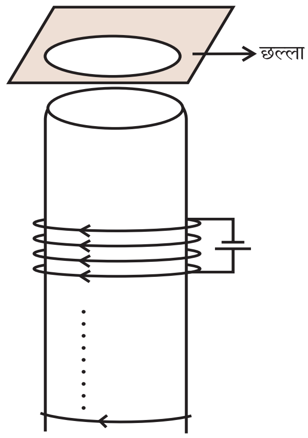
चित्र 6.4

6.12 कसकर लिपटी परिनालिका के रूप में कोई तार किसी दिष्टधारा स्रोत से संयोजित है और इसमें विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। यदि कुण्डली को इस प्रकार से खींचा जाए कि सर्पिलाकार कुण्डली के क्रमागत लपेटों के बीच अन्तराल हो जाए, तो क्या विद्युत धारा बढ़ेगी अथवा घटेगी, स्पष्ट कीजिए।

6.13 कोई परिनालिका किसी बैटरी से संयोजित है जिसके कारण उसमें अपरिवर्ती धारा प्रवाहित हो रही है। यदि इस परिनालिका के भीतर कोई लोह क्रोड रख दिया जाए तो विद्युत धारा घटेगी अथवा बढ़ेगी? स्पष्ट कीजिए।

6.14 धातु के किसी ऐसे छल्ले पर विचार कीजिए जो किसी ऊर्ध्वाधरतः रखी स्थिर परिनालिका (जैसे कार्ड बोर्ड में जड़ी) के शीर्ष पर रखा है (चित्र 6.5)। छल्ले का केन्द्र परिनालिका के अक्ष के संपाती है। यदि अचानक स्विच ऑन करके परिनालिका में धारा प्रवाहित कराएँ तो धातु का छल्ला ऊपर उछलता है। स्पष्ट कीजिए।

6.15 धातु के किसी ऐसे छल्ले पर विचार कीजिए जो कार्ड बोर्ड के ऊपर रखा है जो किसी ऐसी दृढ़ परिनालिका के शीर्ष पर रखा है जिससे I विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है (चित्र 6.5)। छल्ले का केन्द्र परिनालिका के अक्ष के संपाती है। यदि परिनालिका से धारा प्रवाहित करना बन्द कर दें, तो धातु के छल्ले का क्या होगा?

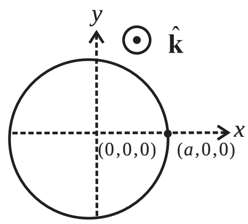


चित्र 6.5

6.16 1 cm आन्तरिक त्रिज्या के किसी धातु के पाइप पर विचार कीजिए। यदि 0.8 cm त्रिज्या का कोई बेलनाकार छड़ चुम्बक इस पाइप में गिराया जाए तो वह नीचे गिरने में किसी प्रकार की अचुम्बकित बेलनाकार लोह छड़ की तुलना में अधिक समय लेता है। स्पष्ट कीजिए।

लघुउत्तरीय (SA)

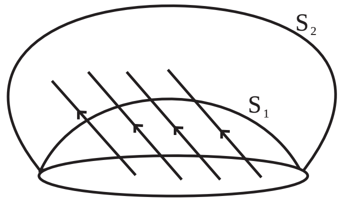
6.17 किसी निश्चित स्थान पर विद्यमान चुम्बकीय क्षेत्र को $\mathbf{B} = B_o \cos(\omega t)\hat{\mathbf{k}}$ द्वारा व्यक्त किया गया है तथा इस चुम्बकीय क्षेत्र में $x-y$ तल में प्रतिरोध R तथा त्रिज्या a की कोई कुण्डली रखी है जिसका केन्द्र मूल बिन्दु पर है (चित्र 6.6)। बिन्दु $(a, 0, 0)$ पर



चित्र 6.6

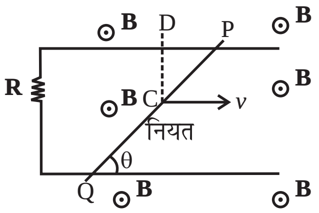
© NCERT not to be republished

$t = \frac{\pi}{2\omega}$, $t = \frac{\pi}{\omega}$ तथा $t = \frac{3\pi}{2\omega}$. समयों पर धारा का परिमाण एवं दिशा ज्ञात कीजिए।



चित्र 6.7

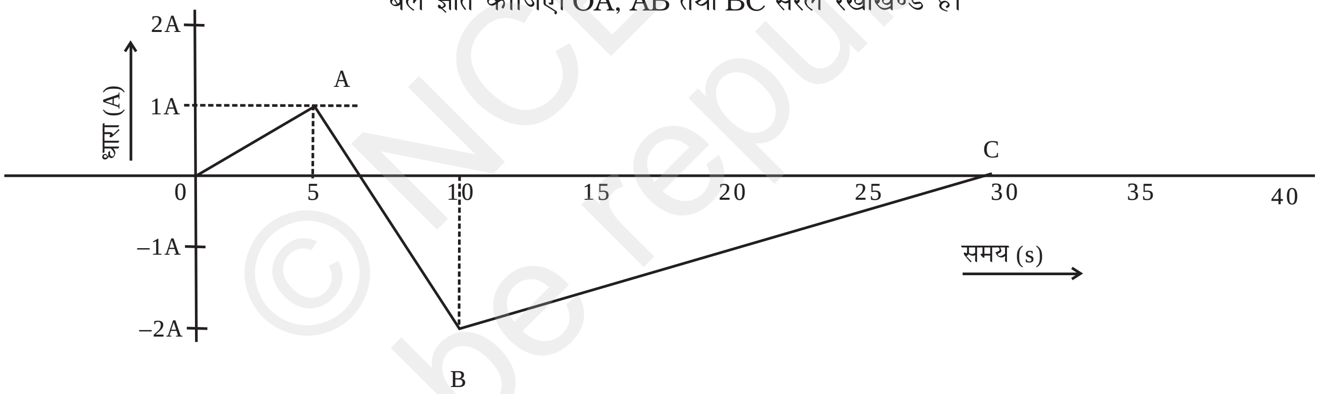
6.18 चुम्बकीय क्षेत्र में किसी बन्द लूप C पर विचार कीजिए (चित्र 6.7)। इस लूप से गुजरने वाले फ्लक्स की परिभाषा किसी ऐसे पृष्ठ का चयन करके जिसके किनारे इस लूप के संपाती हैं तथा सूत्र $\phi = \mathbf{B}_1.\boldsymbol{dA}_1 + \boldsymbol{B}_2.\boldsymbol{dA}_2 + \ldots$ के द्वारा की जाती है। अब यदि हम दो अन्य पृष्ठों S_1 तथा S_2 का चयन करें जिनके किनारे C हों तो क्या हमें फ्लक्स के लिए समान उत्तर प्राप्त होगा? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।



चित्र 6.8

6.19 चित्र 6.8 में दर्शाए गए विन्यास के लिए तार में धारा ज्ञात कीजिए। तार PQ का प्रतिरोध उपेक्षणीय है तथा चुम्बकीय क्षेत्र **B** पृष्ठ से बाहर आ रहा है। θ एक नियत कोण है जो तार PQ दो ऐसे समान्तर चालक तारों से बनाते हुए निर्बाध गति करता है जिनके बीच पृथकन **d** है,।

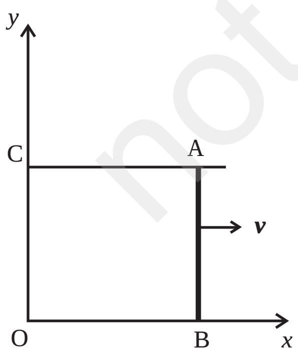
6.20 किसी परिनालिका से प्रवाहित धारा का (धारा एवं समय के बीच) ग्राफ चित्र 6.9 में दर्शाया गया है। किस समय पर पश्च विद्युत वाहक बल (u) अधिकतम है? यदि $t = 3$s पर पश्च विद्युत वाहक बल l है, तो $t = 7$ s, 15 s एवं 40 s पर पश्च विद्युत वाहक बल ज्ञात कीजिए। OA, AB तथा BC सरल रेखाखण्ड हैं।



चित्र 6.9

6.21 दो कुण्डलियों P तथा Q के बीच कुछ पृथकन है। यदि P से 2A धारा प्रवाहित होती है तो Q से 10^{-2} Wb का चुम्बकीय फ्लक्स (B में कोई धारा नहीं) गुजरता है। यदि P से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती तथा Q से 1A धारा प्रवाहित होती है, तो P से कितना फ्लक्स गुजरता है?

दीर्घउत्तरीय (LA)



चित्र 6.10

6.22 कोई चुम्बकीय क्षेत्र $\mathbf{B} = B_o \sin(\omega t)\,\hat{\mathbf{k}}$ किसी विशाल प्रदेश पर आच्छादित है जिसमें तार AB ऐसे दो समान्तर चालकों पर निर्बाध सरकता है जो एक दूसरे से d दूरी द्वारा पृथक्कृत हैं (चित्र 6.10)। ये तार x-y तल में हैं। तार AB (लम्बाई d की) का प्रतिरोध R है तथा समान्तर चालकों (तारों) का प्रतिरोध उपेक्षणीय है। यदि AB $\boldsymbol{v}$ वेग से गमन

© NCERT not to be republished

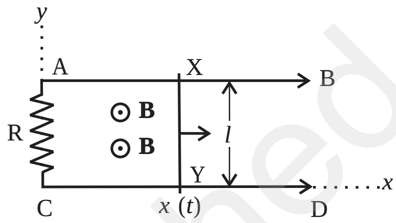
करता है तो परिपथ में कितनी धारा है? तार को नियत वेग से गमन करने के लिए कितने बल की आवश्यकता है?

6.23 कोई चालक तार XY जिसका द्रव्यमान m है तथा प्रतिरोध उपेक्षणीय है, चित्र 6.11 में दर्शाए अनुसार दो समान्तर चालक तारों पर निर्बाध रूप से सरकता है। AC के कारण परिपथ का प्रतिरोध R है। AB तथा CD आदर्श चालक हैं। इस क्षेत्र में चुम्बकीय क्षेत्र $\mathbf{B} = B(t)\hat{\mathbf{k}}$ है।

(a) तार XY के त्वरण के लिए समीकरण लिखिए।

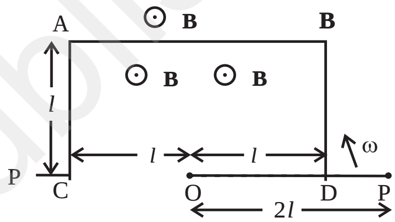
(b) यदि **B** काल पर निर्भर नहीं करता तो, $v(0) = u$ मानकर $v(t)$ ज्ञात कीजिए।

(c) (b) के लिए यह दर्शाइए कि XY की गतिज ऊर्जा में कमी R में हुए ऊष्मा-ह्रास के बराबर है।



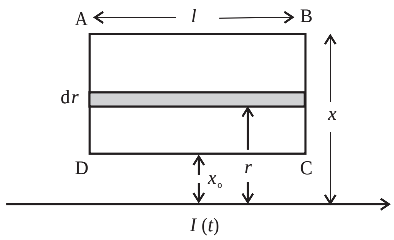
चित्र 6.11

6.24 ODBAC कोई उपेक्षणीय प्रतिरोध का अचल आयताकार चालक (CO संयोजित नहीं है) है तथा OP एक ऐसा चालक है जो कोणीय वेग से दक्षिणावर्त घूर्णन करता है (चित्र 6.12)। समस्त निकाय किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र **B** में है जिसकी दिशा आयताकार चालक ABCD के पृष्ठ के अभिलम्बवत् है। चालक OP, ABCD के वैद्युत सम्पर्क में है। घूर्णी चालक का प्रति एकांक लम्बाई प्रतिरोध λ है। 180° घूर्णन करने पर घूर्णी चालक में प्रवाहित धारा ज्ञात कीजिए। ($0 < t < \pi/4\omega$ के लिए, OP भुजा BD को स्पर्श करता है)



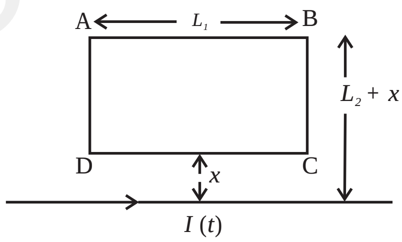
चित्र 6.12

6.25 चित्र 6.13 में दर्शाये अनन्त लम्बाई के तार जिसमें धारा $I(t)$ $\left(\dfrac{dI}{dt} = \lambda = \text{अचर}\right)$ प्रवाहित हो रही है, पर विचार कीजिए। आयताकार लूप ABCD जिसका प्रतिरोध R है, में उत्पन्न धारा ज्ञात कीजिए।



चित्र 6.13

6.26 तार ABCD का कोई आयताकार लूप किसी अनन्त लम्बाई के धारावाही तार के समीप रखा है, जिसमें $0 \le t \le T$ के लिए धारा $I(t) = I_o(1 - t/T)$ तथा $t > T$ के लिए धारा $I(0) = 0$ प्रवाहित होती है (चित्र 6.14)। समय T में लूप के किसी दिए गए बिन्दु से गुजरने वाला कुल आवेश ज्ञात कीजिए। लूप का प्रतिरोध R है।

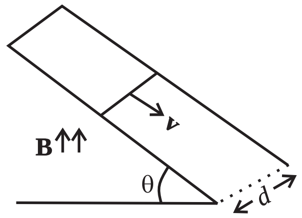


चित्र 6.14

© NCERT not to be republished

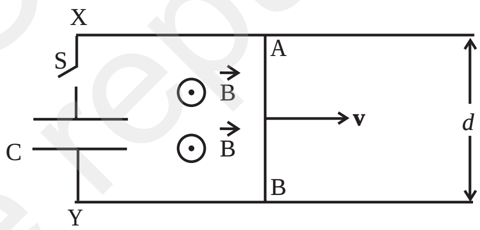
6.27 कोई चुम्बकीय क्षेत्र **B** किसी प्रदेश $r \leq a$ तक सीमित है तथा इसकी दिशा कागज़ के लंबवत् बाहर की ओर (z-अक्ष) है, $r = 0$ इस वृतीय प्रदेश का केन्द्र है। m द्रव्यमान तथा त्रिज्या b, ($b > a$) का कोई आवेशित छल्ला (आवेश Q) जिसका केन्द्र मूल बिन्दु पर है $x - y$ तल में है। यह छल्ला घूर्णन करने के लिए स्वतंत्र है तथा विराम अवस्था में है। चुम्बकीय क्षेत्र का परिणाम Δt समय में शून्य कर दिया जाता है। चुम्बकीय क्षेत्र समाप्त होने पर छल्ले का कोणीय वेग ω ज्ञात कीजिए।

6.28 द्रव्यमान m तथा प्रतिरोध R की कोई छड़ क्षैतिज से θ कोण बनाते हुए रखे दो समान्तर आदर्श चालक तारों पर निर्बाध सरकती है (चित्र 6.15) । परिपथ को शीर्ष पर आदर्श चालक द्वारा बन्द किया गया है। ऊर्ध्वाधर दिशा के अनुदिश कोई नियत चुम्बकीय क्षेत्र **B** उपस्थित है। यदि छड़ आरम्भ में विराम में है, तो समय के फलन के रूप में छड़ का वेग ज्ञात कीजिए।



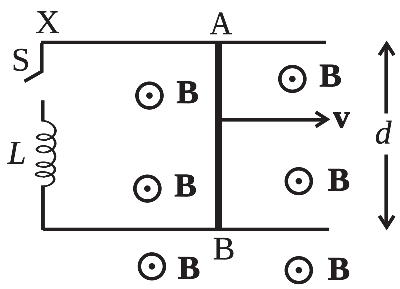
चित्र 6.15

6.29 चित्र 6.16 में दर्शायी गई व्यवस्था में सरकती हुई छड़ AB (प्रतिरोध = R) में धारा ज्ञात कीजिए। **B** नियत है और यह ऊर्ध्वाधरत: कागज़ से बाहर की ओर है। समान्तर तारों का कोई प्रतिरोध नहीं है। **v** नियत है। समय $t = 0$ पर स्विच S बन्द है।



चित्र 6.16

6.30 चित्र 6.17 में दर्शायी गई व्यवस्था में सरकती हुई छड़ AB (प्रतिरोध = R) में धारा ज्ञात कीजिए। **B** नियत है और यह कागज़ से बाहर की ओर है। समान्तर तारों का कोई प्रतिरोध नहीं है। **v** नियत है। समय $t = 0$ पर स्विच S बन्द है।



चित्र 6.17

6.31 द्रव्यमान m तथा त्रिज्या l का कोई छल्ला (छल्ला क्षैतिज है) चुम्बकीय क्षेत्र के किसी प्रदेश में गुरुत्व के अधीन मुक्त रूप से गिर रहा है। यदि ऊर्ध्वाधर दिशा z है, तो चुम्बकीय क्षेत्र का z-अवयव $B_z = B_o\,(1+\lambda z)$ है। यदि छल्ले का प्रतिरोध R है तथा यह v वेग से गिरता है, तो प्रतिरोध में नष्ट हुई ऊर्जा ज्ञात कीजिए। यदि छल्ले ने नियत वेग प्राप्त कर लिया है, तो ऊर्जा संरक्षण का उपयोग करके m, B, λ तथा गुरुत्वीय त्वरण g के पदों में v का मान परिकलित कीजिए।

6.32 व्यास 'a' किसी लम्बी परिनालिका 'S' में प्रति मीटर 'n' लपेटें हैं। इस परिनालिका के केन्द्र पर हमने 'N' लपेटों की 'b' व्यास की (यहाँ $b < a$) कोई छोटी कुण्डली रखी है। यदि परिनालिका में समय के साथ धारा में वृद्धि रैखिकत: होती है, तो छोटी कुण्डली में प्रकट होने वाली प्रेरित धारा कितनी है? यदि धारा को समय के फलन के रूप में $I = mt^2 + C$ द्वारा व्यक्त किया जा सकता हो तो समय के साथ विद्युत वाहक बल में परिवर्तन की प्रकृति को दर्शाने वाला ग्राफ खींचिए।

© NCERT not to be republished