अर्द्धवार्षिक परीक्षा -2023-24

PDV

समय: 3:15 घण्टा) कक्षा 12 (पूर्णांक 70

विषय : भौतिक विज्ञान

नोट- सभी प्रश्नों के हल सहित-

1. क. वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक है-

(अ) वोल्ट (ब) न्यूटन/कूलॉम (स) वोल्टमीटर (द) कूलॉम

उत्तर- न्यूटन/कूलॉम

हल- विद्युत क्षेत्र, $E = F/q$

F, बल का मात्रक- न्यूटन

q, आवेश का मात्रक- कूलॉम

इसलिए, विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक न्यूटन/कूलॉम है।

ख. निर्वात में प्रकाश की तरंगदैर्ध्य 6400Å है। जल में इसकी तरंगदैर्ध्य होगी $a^nw = 4/3$

(अ) 6000Å (ब) 5800Å (स) 4800Å (द) 5000Å

उत्तर- 4800 Å

हल- माध्यम का अप्वार्तानांक = पहले माध्यम में प्रकाश की तरंगदैर्ध्य/ दूसरे माध्यम में प्रकाश की तरंगदैर्ध्य

$n = \lambda_1 / \lambda_2$

$4/3 = 6400\ Å / \lambda_2$

$\lambda_2 = 3 \times 6400\ Å / 4$

$= 4800\ Å$

(ग) किसी तार का वैद्युत प्रतिरोध 500Ω है। इसकी वैद्युत चालकता होगी -

(अ) $500\Omega^{-1}$ (ब) $.002\ \Omega^{-1}$ (स) $.02\ \Omega^{-1}$ (द) $1\ \Omega^{-1}$

उत्तर- $0.002\ \Omega^{-1}$

हल- चूँकि चालकता प्रतिरोध के व्युत्क्रम होती है इसलिए

$C = 1/500\Omega$

$= 10 \times 10^{-3}/5 = 2 \times 10^{-3}\ \Omega^{-1} = 0.002\ \Omega^{-1}$

(घ) प्रिज्म से गुजरने पर किस रंग के प्रकाश का विचलन अधिकतम होगा ?

(अ) लाल (ब) बैंगनी (स) पीला (द) हरा

उत्तर- बैंगनी

PDF Hindustanknowledge.com

हल- बैंगनी रंग का विचलन सबसे अधिक दर्शाएगा क्योंकि इस रंग का तरंगदैर्ध्य सबसे कम और प्रिज्म में इस रंग का अपवर्तनांक सबसे अधिक होता है।

(ङ) OK ताप पर शुद्ध अर्धचालक है

(अ) चालक (ब) प्रतिरोध (स) शक्ति स्रोत (द) विद्युत रोधी

उत्तर- विद्युत रोधी

हल- शून्य केल्विन पर उष्मीय ऊर्जा शून्य होती है।

ऊर्जा चालन बंध से संयोजी बंध तक इलेक्ट्रॉनों को उत्तेजित करने के लिए पर्याप्त नहीं होती है, इसलिए OK पर कोई मुक्त आवेश वाहक नहीं होता है।

अतः अंतस्थ अर्धचालक OK पर अवरोधक के रूप में कार्य करता है।

(च) एक इलेक्ट्रॉन पर आवेश e तथा द्रव्यमान m है, एक समान वैद्युत क्षेत्र E में गतिमान है। इसका त्वरण है –

(अ) E/m (ब) Ee/m (स) m/Ee (द) e/m

उत्तर- Ee/m

हल- $F = ma$

इसलिए, $a = F/m$

तथा हम जानते है की , $E = F/q$

$F = qE$

से, त्वरण, $a = eE/m$ (चूँकि $q = e$ एक इलेंक्ट्रोन आवेश)

खण्ड-ब

(क) एक चालक पर 2.4×10^{-18} कूलॉम धनात्मक आवेश है। इस चालक पर कितने इलेक्ट्रॉनों की कमी या अधिकता है ?

उत्तर- दिया है, आवेश= 2.4×10^{-18}

इलेक्ट्रोनों की संख्या, $n = q/e$

$= 2.4\times10^{-18}/1.6\times10^{-19}$

$= 15$

क्योंकि चालक पर धन आवेश है इसलिए यहाँ 15 इलेक्ट्रोनों की कमी है |

PDF Hindustankknowledge.com

(ख). विभव प्रवणता से क्या समझते हैं?

उत्तर- विभव प्रवणता किसी वैद्युत क्षेत्र में दूरी के सापेक्ष विभव परिवर्तन की दर को विभव प्रवणता कहते हैं।

विभव प्रवणता, $E = -\Delta V/\Delta x$

अतः वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता, विभव प्रवणता के ऋणात्मक मान के बराबर होती है।

(ग). वैद्युत क्षेत्र $E = (3i^{\wedge}+4j^{\wedge})$ न्यूटन / कूलॉम एक तल के पृष्ठ $A = (10i^{\wedge})$ मी^{2} से गुजरता है। वैद्युत फ्लक्स ज्ञात कीजिए।

उत्तर - दिया है. $E = (3i^{\wedge}+4j^{\wedge})$ N/C

$A = (10i^{\wedge})$ m^2

फ्लक्स, $\Phi = EA = (3i^{\wedge} + 4j^{\wedge}).(10j^{\wedge})$ N-m^{2}c^{-1} = 30 N-m^{2}C^{-1}

(घ). एक अवतल लेंस के प्रत्येक पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या 30 सेमी तथा अपवर्तनांक 1.5 है। इसकी फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है, अवतल लेंस

पहले पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या, $R_1 = -30$ cm

दूसरे पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या, $R_2 = 30$ cm

तथा अपवर्तनांक, $n = 1.5$

गोलीय पृष्ठ से अपवर्तन के सूत्र से $1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R2)$ में n, R_1 तथा R_2 का मान रखने पर

$1/f = (1.5-1)(-1/30 - 1/30)$

$1/f = 0.5\times -1/15$

$f = -150/5$

$f = -30$ cm

(ङ) 2 अपवर्तनांक तथा 10° कोण वाले पतले प्रिज्म से कितना न्यूनतम विचलन कोण होगा?

उत्तर- दिया है अपवर्तनांक, $n = 2$

प्रिज्म कोण, $A = 10°$ कोण

इसलिए, विचलन कोण $= (n-1)A$

विचलन कोण $= (2-1)10^0$

$= 10^0$

अतः प्रिज्म का न्यूनतम विचलन कोण का मान $10°$ है

PDF Hindustanknowledge.com

(च) यदि संयुक्त सुक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक तथा नेत्रिका लेंसों के आवर्धन क्रमशः m_1 व m_2 है तब सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता का सूत्र लिखिए |

उत्तर- सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता का सूत्र = $m_1 \times m_2$

3. (क) अपवाह वेग की परिभाषा दीजिए तथा अपवाह वेग एवं धारा घनत्व में सम्बन्ध लिखिए।

उत्तर- किसी चालक के सिरों को बैटरी से जोड़ने पर इलेक्ट्रॉनों द्वारा त्वरक विभव की दिशा में प्राप्त होने वाला औसत वेग अनुगमन वेग कहलाता है।

उत्तर—धारा घनत्व तथा अनुगमन वेग में सम्बन्ध-माना किसी चालक में इलेक्ट्रॉन का अनुगमन वेग v है,

तो चालक परिच्छेद 'A' से 'प्रवाहित धारा $i = ne Av_d$

धारा घनत्व $J = i/A$

इसलिए, $J = neAv_d/A$

$= n.e.v_d$

(ख) एक तार का प्रतिरोध 2 Ω है। यदि तार की त्रिज्या आधी कर दें तो नये तार का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना तार की प्रारम्भिक लम्बाई l_1 तथा अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A_1 खींचने के बाद माना तार की लम्बाई l_2 तथा अनुप्रस्थ क्षेत्रफल A_2 है।

$R = 2\ \Omega$, $A_2 = A_1/4$, $R_2 = ?$

$A_1/A_2 = 4/1$

तार खींचने पर आयतन परिवर्तित नहीं होगा | अतः

$A_1 l_1 = A_2 l_2$

$A_1/A_2 = l_1/l_2 = 4/1$

$R_1/R_2 = e\, l_1/l_2 / e\, l_2/A_2 = l_1 A_2/l_2 A_1$

$R_2 = R_1 \times l_2/l_1 \times A_2$

$= 2 \times 4 \times 4\ \Omega$

$R2 = 32\ \Omega$

(ग) +5D तथा -3D क्षमता वोल दो लेंस सम्पर्क में रखे हैं। संयोजन की फोकस दूरी तथा झमता ज्ञात कीजिए।

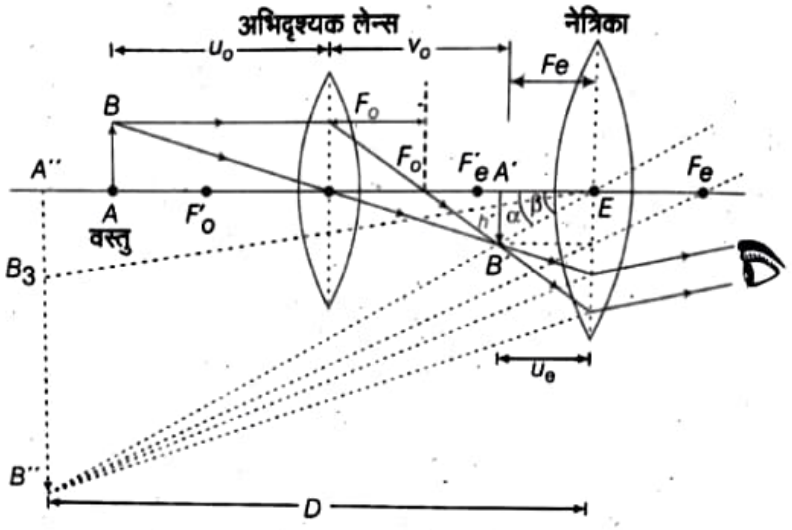
उत्तर- दिया है, P = + 5 D, P2 =-3D (i) संयोजन की क्षमता P = P1 + P2 =5D-3D '=2D

(ii) फोकस दूरी f= 1/p = ½ m = 50cm

PDF Hindustanknowledge.com

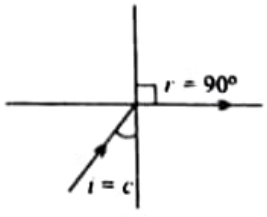
(ग) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का नामांकित किरण आरेख बनाइये।

उत्तर-



चित्र 19.5 संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से प्रतिबिम्ब का बनना

4. (क) क्रान्तिक कोण की परिभाषा दीजिए। प्रकाशिक तन्तु की कार्य विधि का उल्लेख कीजिए।



(B)
चित्र

उत्तर- सघन माध्यम में वह आपतन कोण जिसके लिए विरल माध्यम में अपवर्तन कोण, समकोण के बराबर हो जाता है। सघन माध्यम का क्रान्तिक कोण कहलाता है, जिसे C से प्रदर्शित करते हैं।

उत्तर प्रकाशिक तन्तु प्रकाशीय तन्तु, पूर्ण आन्तरिक परावर्तन पर आधारित एक ऐसी युक्ति है जिसमें प्रकाश बहुत अधिक बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तित होकर काँच के तन्तु के अक्ष के अनुदिश चलता है। इस काँच के तन्तु की त्रिज्या बहुत कम (केवल कुछ माइक्रोन के बराबर) होती है। इसके मध्य भाग क्रोड का अपवर्तनांक अपवर्तनांक = 17 तथा बाहरी भाग, जिसे परिनिधान अधिपट्टन कहते हैं, का ing = 15 होता है।

(ख) वैद्युत द्विध्रुव तथा द्विध्रुव आघूर्ण को परिभाषित कीजिए। 2×10^{-8} c- m द्विध्रुव आघूर्ण का वैद्युत क्षेत्र 2×10^{5} v/ m के वैद्युत क्षेत्र में 30° पर झुका है। द्विध्रुव पर कार्यरत बल युग्म का आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

उत्तर-**विद्युत द्विध्रुव Electric Dipole-**

यदि समान परिमाण व विपरीत प्रकृति के दो आवेश अति अल्प दूरी पर स्थित हो तो इस प्रकार बना निकाय, वैद्युत द्विध्रुव कहलाता है, जैसे- HCI, H_2O आदि।

PDF Hindustanknowledge.com

वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण-

वैद्युत द्विध्रुव के आवेश (q) व उनके मध्य की दूरी (d) के गुणनफल को वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण (p) कहते हैं।

$p=q.d$

यह एक सदिश राशि है, जिसकी दिशा ऋण आवेश से धन आवेश की ओर होती है।, तो वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण का मात्रक कूलॉम-मीटर है।

हल- दिया है द्विध्रुव आघूर्ण, $p= 2\times10^{-8}$ c- m

विद्युत क्षेत्र, $E = 2\times10^{5}$ v/ m

द्विध्रुव व विद्युत क्षेत्र के बीच बना कोण= 30°

इसलिए, बल आघूर्ण = $pE\sin\theta = 2\times10^{-8}\times2\times10^{5}$ N-m

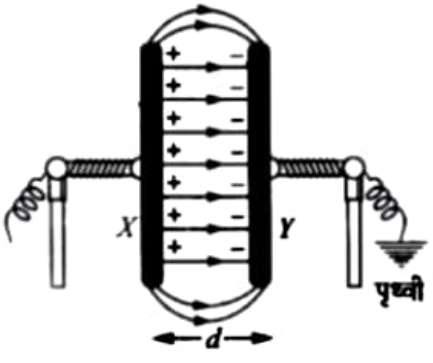
$= 4\times10^{-3}\times1/2$ N-m

$= 2\times10^{-3}$ N-m

(घ) समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता का व्यंजक निगमित कीजिए।

उत्तर- समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता- समान्तर प्लेट संधारित्र में धातु की दो समान आकृति एवं समान क्षेत्रफल की चालक प्लेटों को परस्पर अल्प दूरी पर तथा परस्पर समानान्तर व्यवस्थित किया जाता है प्लेटों के मध्य वायु, निर्वात् या अन्य परावैद्युत माध्यम भरा जाता है।

जब मुख्य प्लेट P_1 को +q आवेश दिया जाता है, तो स्थिर वैद्युत प्रेरण द्वारा प्लेट P2 की भीतरी सतह पर (-9) आवेश तथा बाहरी सतह पर (+9) आवेश उत्पन्न होता है। P_1 का सम्बन्ध पृथ्वी से होने के कारण इसकी बाहरी सतह का (+q) आवेश पृथ्वी से दिए गए स्वतंत्र इलेक्ट्रानों द्वारा उदासीन हो जाता है। इस प्रकार प्लेट P2 पर केवल (-q) आवेश रह जाता है। इस प्रकार दोनों प्लेटें परस्पर विपरीत प्रकृति के आवेशों से आवेशित हो जाती हैं तथा इनके बीच एक वैद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है,



जिसकी तीव्रता

$$E_1 = \sigma/\dot{\varepsilon}_0$$

चूँकि आवेश का पृष्ठ घनत्व $\sigma= q/A$

इसलिए $E= q/ \dot{\varepsilon}_0 A$

यदि प्लेटों के बीच विद्युत विभवान्तर V हो, तो सूत्र= V/d से,

$V= E\times d$

PDF HindustanKnowledge.com

अत: $V = (q/ \varepsilon_0 A) \times d$

चूँकि संधारित्र की धारिता $C = q/V$

इसलिए $C = q /(q/ \varepsilon_0 A)d$ या $C = \varepsilon_0 A/d$

यही निर्वात या वायु में समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता का सूत्र है

(ङ) प्रिज्म कोण 60° वाले प्रिज्म में प्रकाश किरण डालने पर न्यूनतम विचलन कोण 30° प्राप्त होता है। प्रिज्म के पदार्थ का अप्वार्तानांक ज्ञात कीजिये

प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।

दिया है प्रिज्म कोण $A = 60^\circ$

न्यूनतम विचलन कोण $\delta m = 30^\circ$

प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक n = ?

$n = \sin\{(\delta m + A)/2\}/\sin A/2$

$n = \sin\{(30+60)/2\} / \sin 60/2$

$= \sin 45^\circ / \sin 30^\circ$

$= 1/\sqrt{2} / \frac{1}{2} = \sqrt{2}$ $\quad n = \sqrt{2}$

(च) पतले लेंस के लिए लेंस मेकर सूत्र लिखिए। इसके आधार पर लेंस के पदार्थ के अपवर्तनांक तथा वक्रता त्रिज्याओं की फोकस दूरी पर प्रभाव की विवेचना कीजिए।

उत्तर- पतले लेंस के लिए लेंस मेकर सूत्र- $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

लेंस मेकर सूत्र के आधार पर लेंस के पदार्थ के अपवर्तनांक तथा वक्रता त्रिज्याओं की फोकस दूरी की विवेचना-

इस सूत्र से, यदि $n = \infty$ तो $f = 0$

$n = 1$ तो f = अपरिभाषित

इस सूत्र से स्पष्ट है की फोकस दूरी वक्रता त्रिज्या पर निर्भर करती है

उत्तल लेंस के लिए R_1 धनात्मक तथा R_2 ऋणात्मक होती है

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{-R_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

अतः उत्तल लेंस की फोकस दूरी धनात्मक होती है

PDF Hindustanknowledge.com

अवतल लेंस के लिए R_1 ऋणात्मक तथा R_2 धनात्मक होती है अतः

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{-R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{f} = -(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

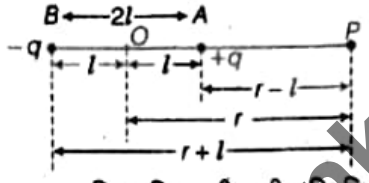
अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है

विशेष स्थिति- यदि $R_1 = R_2 = R$

तो उत्तल लेंस के लिए $f = R$ तथा अवतल के लिए $f = -R$

5. (क) वैद्युत द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति में वैद्युत विभव का सूत्र निगमित कीजिए।

उत्तर- माना एक विद्युत द्विध्रुव दो आवेशों + q तथा -q से मिलकर बना है। आवेश +q बिन्दु A पर तथा -q आवेश बिन्दु B पर स्थित है। दो आवेशों के मध्य दूरी 2l है। विद्युत द्विध्रुव के केन्द्र 0 से अक्षीय स्थिति में r दूरी पर स्थित बिन्दु पर विद्युत विभव ज्ञात करना है।



विद्युत द्विध्रुव की अक्षीय स्थिति

$+q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_A = \frac{+1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{q}{(r-l)}$$

$-q$ आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_B = \frac{-1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{q}{(r+l)}$$

अत: बिन्दु P (अक्षीय बिन्दु) पर कुल विद्युत विभव

$$V = V_A + V_B$$

या $$V = \left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{q}{(r-l)}\right] + \left[\frac{-1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{q}{(r+l)}\right]$$

या $$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{1}{(r-l)} - \frac{1}{(r+l)}\right]$$

या $$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{(r+l)-(r-l)}{(r-l)(r+l)}\right]$$

या $$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{2l}{(r^2-l^2)}\right]$$

या $$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{q2l}{(r^2-l^2)}$$

या $$V = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 K(r^2-l^2)}$$ [∵ विद्युत द्विध्रुव आघू

यदि $r >> l$ तब $r^2 >> l^2$ अत: l^2 को r^2 की तुलना में नगण्य ले

विद्युत विभव, $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\cdot\frac{p}{r^2}$ वोल्ट

निर्वात् (अथवा वायु) के लिए $K = 1$

∴ **$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2}$ वोल्ट**

5.ख. आँख की समंजन समता से क्या अभिप्राय है? दूर दृष्टि दोष वाले व्यक्ति के लिए निकट बिन्दु 150 सेमी है। वह 25 सेमी दूरी पर रखी पुस्तक को पढ़ना चाहता है। उसे कितने फोकस दूरी के लेंस का प्रयोग करना होगा ?

मांसपेशियों द्वारा नेत्र लेंस की फोकस दूरी को आवश्यकतानुसार परिवर्तित करने की क्षमता को नेत्र लेंस की समंजन क्षमता कहते है

दिया है दूर दृष्टि दोष वाले व्यक्ति का निकट बिंदु (v) = -150 cm

वस्तु की दूरी(u) = -25 cm

प्रयुक्त लेंस की फोकस दूरी (f) = ?

PDF Hindustanknowledge.com

लेन्स सूत्र $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ से,

$1/f = -1/150 + 1/25$

$= (-1+6)/150$

$= 1/30$

$f = 30cm$

अतः प्रयुक्त लेंस की फोकस दूरी 30 cm है चूँकि लेंस की फोकस दूरी धनात्मक है इसलिए प्रयुक्त लेंस उत्तल लेंस है

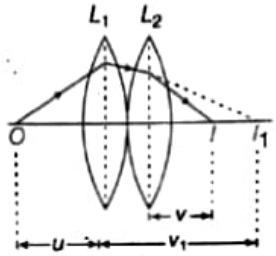
(ग) सम्पर्क में रखे दो पतले उत्तल लेंसो के संयोजन के लिए फोकस दूरी का सूत्र निगमित कीजिए।

उत्तर- माना दो पतले लेंस L_1 व L_2 संपर्क में रखकर एक संयुक्त लेंस बनाया गया है | इसकी फोकस दूरियां f_1 व f_2 है तथा इस संयुक्त लेंस द्वारा बिंदु- वस्तु का प्रतिबिम्ब I पर बनता है |

लेंस L_1 के द्वारा प्रतिबिम्ब का बनाना

माना वस्तु की दूरी u तथा प्रतिबिम्ब की दूरी v_1 है f_1 फोकस दूरी है तब लेंस सूत्र से,

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \quad \text{...(i)}$$



संयुक्त फोकस दूरी

तथा लेंस L_2 के द्वारा प्रतिबिम्ब का बनाना, L_2 के लिए v_1 वस्तु की दूरी है तथा v प्रतिबिम्ब की दूरी है इसकी फोकस दूरी f_2 है लेंस सूत्र से ,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_2} \quad \text{...(ii)}$$

समी० 1 व 2 का योग करने पर,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \text{...(iii)}$$

यदि दोनों लेंसों के स्थान पर एक ऐसे लेंस का प्रयोग करें जिसके लिए वस्तु की दूरी u तथा प्रतिबिम्ब की दूरी v है , तथा लेंस की फोकस दूरी F के लिए लेंस सूत्र,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{F} \quad \text{...(iv)}$$

समी० 3 व 4 की तुलना करने पर,

$$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}} \quad \text{...(v)}$$

इस सूत्र के द्वारा संयुक्त लेंस की फोकस दूरी की गणना की जा सकती है |

(घ) किसी सेल के आन्तरिक प्रतिरोध का क्या अर्थ है? यह किन कारकों पर निर्भर करता है?

PDF Hindustanknowledge.com

उत्तर-किसी सेल में उपस्थित विद्युत अपघट्य द्वारा विद्युत धारा के मार्ग में उत्पन्न अवरोध को सेल का आंतरिक प्रतिरोध कहते है |

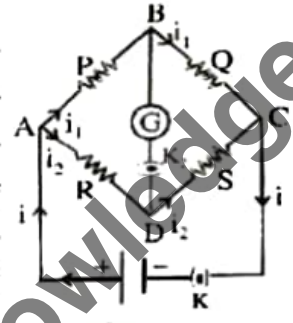
सेल का आतंरिक प्रतिरोध निम्न कारको पर निर्भर करता है-

1. सेल की दोनों प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने पर सेल का आन्तरिक प्रतिरोध बढ़ जाता है।
2. विद्युत अपघट्य की सान्द्रता बढ़ाने पर सेल का आन्तरिक प्रतिरोध बढ़ जाता है।

(ङ) हीट स्टोन ब्रिज का परिपथ आरेख बनाइये इसके संतुलन की शर्त ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

संतुलन शर्त का निगमन—चित्र में चार प्रतिरोध P, Q, R तथा S एक चतुर्भुज $ABCD$ की चार भुजाएँ बनाते हैं। विकर्ण BD में धारामापी तथा विकर्ण AC में एक सेल लगा है। सन्तुलन अवस्था में प्रतिरोधों में बहने वाली धाराएँ चित्रानुसार हैं। सन्तुलन अवस्था में धारामापी (अर्थात् BD विकर्ण में) कोई धारा नहीं बहती है अर्थात् बिन्दु B व D एक ही विभव पर है।



चित्र

अत: A व B के बीच विभवान्तर = A व D के बीच विभवान्तर

अर्थात् $i_1 \times P = i_2 \times R$ ...(i)

इसी प्रकार C व B के बीच विभवान्तर = C व D के बीच विभवान्तर

अर्थात् $i_1 \times Q = i_2 \times S$ ... (ii)

समीकरण (i) को समीकरण (ii) से भाग देने पर,

$$\frac{i_1 P}{i_1 Q} = \frac{i_2 R}{i_2 S}$$

या $$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$ (यही सेतु की संतुलन शर्त है)

अथवा

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन से क्या समझते हैं? इसकी शर्तें लिखिए।

उत्तर- सघन माध्यम में आपतन कोण का मान यदि क्रान्तिक कोण से अधिक है (i >C) तो सम्पूर्ण आपतित प्रकाश, परावर्तन के नियमों के अनुसार परावर्तित होकर सघन माध्यम में ही वापस लौट आता है। यह घटना प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहलाती है।

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए आवश्यक शर्तें निम्न हैं

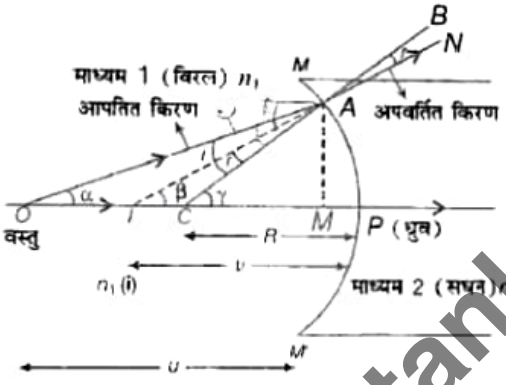
(1) प्रकाश का गमन सघन माध्यम से विरल माध्यम में होना चाहिए।

(ii) सघन माध्यम में प्रकाश किरण का आपतन कोण, क्रान्तिक कोण से अधिक होना चाहिए।

PDF Hindustanknowledge.com

6. गोलीय पृष्ठ से अपवर्तन का सूत्र स्थापित कीजिए।

माना एक गोलीय पृष्ठ है जो निरपेक्ष अपवर्तनांक n_1 के विरल माध्यम के निरपेक्ष अपवर्तनांक n_2 के सघन माध्यम से पृथक करता है इस पृष्ठ का ध्रुव P है तथा वक्रता त्रिज्या केंद्र C है इसकी मुख्य अक्ष पर कोई बिंदु वस्तु O राखी है O से एक आपतित किरण , पृष्ठ के बिंदु A पर गिरती है अपवर्तन के बाद अपवर्तित किरण AB, सघन माध्यम में अभिलम्ब की ओर झुक जाती है दूसरी आपतित किरण OP पृष्ठ पर अभिलम्बवत गिरती है अतः सीधी चली जाती है ये दोनों अपवर्तित किरणें पीछे बढाने पर बिंदु I पर मिलती है अतः बिंदु I, बिंदु O का आभासी प्रतिबिम्ब है माना आपतन कोण OAC = i, अपवर्तन कोण BAN = r, माना OA, IA तथा CA मुख्य अक्ष से क्रमशः α, β, γ बनाती हैऔर A से मुख्य अक्ष पर खीचें अभिलम्ब AM की उचाई h है



ΔOCA में, $\gamma = \alpha + i$

या $i = \gamma - \alpha$ ...(i)

ΔICA में, $\gamma = \beta + r$ ...(ii)

या $r = \gamma - \beta$ ...(iii)

स्नैल के नियम से, $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$

या $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

या $n_1 i = n_2 r$ (चूँकि i, r छोटे कोण हैं) ...(iii)

समीकरण (i) तथा (ii) से i एवं r के मान समीकरण (iii) में रखने पर,

$$n_1 (\gamma - \alpha) = n_2 (\gamma - \beta)$$

या $n_2\beta - n_1\alpha = (n_2 - n_1)\gamma$ ...(iv)

चूँकि α, β, γ छोटे कोण हैं।

$$\alpha = \tan \alpha = \frac{AM}{MO} = \frac{AM}{PO} = \frac{h}{-u}$$

$$\beta = \tan \beta = \frac{AM}{MI} = \frac{AM}{PI} = \frac{h}{-v}$$

तथा $$\gamma = \tan \gamma = \frac{AM}{MC} = \frac{AM}{PC} = \frac{h}{-R}$$

समीकरण (iv) में रखने पर,

$$n_2\left(\frac{h}{-v}\right) - n_1\left(\frac{h}{-u}\right) = (n_2 - n_1)\frac{h}{-R}$$

या $$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

यदि n सघन माध्यम का विरल माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनां $n = \frac{n_2}{n_1}$ तथा उपरोक्त समीकरण निम्नवत् होगा—

$$\frac{n}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{n-1}{R}\right)$$

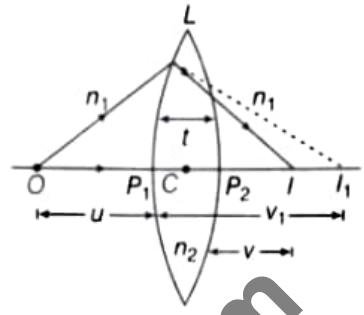
अथवा

गोलीय पृष्ठ के अपवर्तन के सूत्र से किसी पतले लेंस की फोकस दूरी का सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर- **पतले लेन्स के लिए अपवर्तन का सूत्र:-** माना एक पतला उत्तल लेन्स L वायु में रखा है। लेन्स के पदार्थ का वायु के सापेक्ष अपवर्तनांक n_2 है, लेन्स के दोनों ओर माध्यम समान है जिसका अपवर्तनांक n_1 है। माना लेन्स का प्रकाशिक केन्द्र C है तथा इसके पहले व दूसरे पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ क्रमशः R_1 व R_2 हैं। लेन्स

PDF Hindustanknowledge.com

की मोटाई है। माना कि लेन्स के मुख्य अक्ष पर वस्तु बिन्दु के रूप में स्थित है, जो प्रथम पृष्ठ के ध्रुव P_1 से u दूरी पर रखी है। माना कि प्रकाश किरण माध्यम (n_1) से माध्यम (n_2) की ओर जा रही है। अतः प्रथम पृष्ठ पर अपवर्तन के कारण वस्तु का प्रतिबिम्ब I_1, पर बनता है। माना I_1 की गोलीय पृष्ठ के ध्रुव P से v_1 दूरी है



पतले लेन्स के लिए अपवर्तन

अत: प्रथम गोलीय पृष्ठ पर अपवर्तन के सूत्र से,

$$\frac{n_2}{v_1} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R_1} \quad \ldots(i)$$

यदि प्रतिबिम्ब I_1 द्वितीय पृष्ठ के लिए आभासी वस्तु का कार्य करता है, तो प्रतिबिम्ब I_1 की द्वितीय पृष्ठ से ध्रुव P_2 से दूरी $(v_1 - t)$ होगी।

(यहाँ t लेन्स की मोटाई है) द्वितीय पृष्ठ द्वारा I_1 का अन्तिम प्रतिबिम्ब I इस पृष्ठ के ध्रुव P_2 से v दूरी पर बनता है।

$$\therefore \quad \frac{n_1}{v} - \frac{n_2}{v_1 - t} = \frac{n_1 - n_2}{R_2} \quad \ldots(ii)$$

पतले लेन्स के लिए t का मान v के सापेक्ष नगण्य है। अत: समी (ii) से

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_2}{v_1} = \frac{n_1 - n_2}{R_2} = -\frac{(n_2 - n_1)}{R_2} \quad \ldots(iii)$$

समी (i) व समी (iii) का योग करने पर,

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_1}{u} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \ldots(iv)$$

जब कोई वस्तु अनन्त पर होती है, तो प्रतिबिम्ब लेन्स के द्वितीय फो बनता है, अर्थात् जब

$$u = \infty, v = f$$

समी (iv) से,

$$\therefore \quad \frac{1}{f} - \frac{1}{\infty} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

यदि प्रथम माध्यम वायु के सापेक्ष लेन्स के पदार्थ का अपवर्तनांक n

तो $$n = \frac{n_2}{n_1}$$

समी (v) में मान रखने पर, $$\boxed{\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$$

यही पतले उत्तल लेन्स के लिए अपवर्तन का सूत्र है।

अवतल लेन्स के लिए R_1 ऋणात्मक तथा R_2 धनात्मक होता है,

$$\therefore \quad \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{-R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = -(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

अत: अवतल लेन्स की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है।

7. गाउस का प्रमेय लिखिए तथा सिद्ध कीजिए ।

उत्तर गॉस प्रमेय किसी बन्द पृष्ठ से गुजरने वाला वैद्युत फ्लक्स ϕ_E, उस पृष्ठ द्वारा परिबद्ध कुल आवेश q का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुना होता है।

अर्थात् $$\phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

गॉस के नियम की उपपत्ति

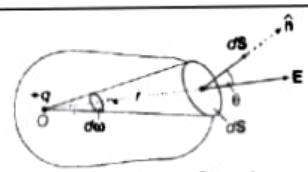
माना कोई बिन्दु आवेश $+q$ बन्द पृष्ठ S के अन्दर किसी बिन्दु O पर स्थित है। माना इस पृष्ठ पर कोई बिन्दु P चित्र 2.6 के अनुसार स्थित है, जोकि बिन्दु O से r दूरी पर है। बिन्दु P के परित: एक अल्पांश dS है जिसके संगत क्षेत्रफल सदिश $d\mathbf{S}$ है।

बिन्दु O पर स्थिति आवेश $(+q)$ के कारण बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r^2} \text{ (OP के अनुदिश)} \quad \ldots(i)$$

यदि विद्युत क्षेत्र E तथा क्षेत्रफल सदिश $d\mathbf{S}$ के साथ θ कोण निर्मित करता है, तो अल्पांश dS से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स

$$d\phi_E = \mathbf{E}\cdot d\mathbf{S} = E dS\cos\theta$$



चित्र 2.6 पृष्ठ के अन्दर बिन्दु आवेश

समी (i) से, $$d\phi_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r^2}dS\cos\theta$$

$$d\phi_E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{dS\cos\theta}{r^2} \quad \ldots(ii)$$

अल्पांश क्षेत्रफल dS द्वारा O पर आन्तरित कोण $d\omega$ है, तो $\frac{dS\cos\theta}{r^2} = d\omega$

अत: $$\boxed{d\phi_E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\omega}$$

सम्पूर्ण पृष्ठ S से बाहर की ओर निकलने वाला विद्युत फ्लक्स,

$$\phi_E = \oint d\phi_E = \oint\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}d\omega = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int d\omega$$

$$\phi_E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\times 4\pi \qquad (\because \int d\omega = 4\pi)$$

$$\boxed{\phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}}$$

यही गॉस की प्रमेय है।

PDF HindustanKnowledge.com

अथवा

मुक्त इलेक्ट्रानों के अपवाह वेग के आधार पर ओम के नियम को प्राप्त कीजिए।

उत्तर- अनुगमन वेग वह वेग जिसके द्वारा चालक के मुक्त इलेक्ट्रॉन अणुओं से टकराते हुए, बाह्य वैद्युत क्षेत्र के प्रभाव में धन सिरे की ओर आगे बढ़ते हैं उसे अनुगमन वेग कहते हैं।

ओम के नियम का निगमन Derivation of Ohm's Law

हम जानते हैं, अनुगमन वेग

$$v_d = \frac{eE}{m}\tau \quad \text{तथा} \quad E = \frac{V}{l}$$

$$\therefore \quad v_d = \frac{eV}{ml}\tau \quad \text{तथा} \quad I = Anev_d$$

$$= Ane\left(\frac{eV}{ml}\tau\right) = \left(\frac{Ane^2\tau}{ml}\right)V$$

या $$\frac{V}{I} = \frac{ml}{Ane^2\tau} = R = \text{नियतांक}$$

$$\therefore \quad \frac{V}{I} = R$$

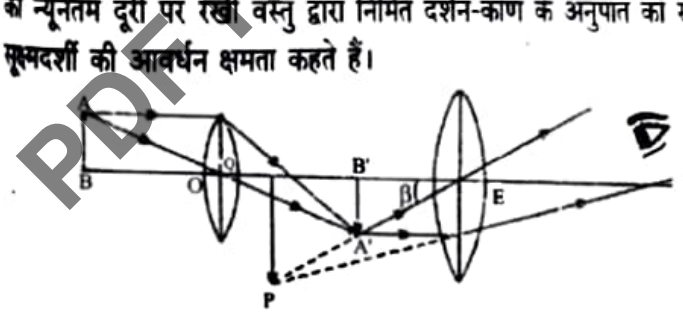
$$\Rightarrow \quad V = RI$$

यही ओम का नियम है।

8. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता का सूत्र निगमित कीजिए जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बनता है।

उत्तर-

आवर्धन क्षमता–अन्तिम प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दर्शन-कोण और स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर रखी वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन-कोण के अनुपात को संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता कहते हैं।



चित्र (1) –संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का किरण पथ जबकि अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने

सूत्र रूप में,

आवर्धन-क्षमता $m = \frac{\text{अन्तिम प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दर्शन-को}}{\text{स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर रखी व}}$

द्वारा निर्मित दर्शन-कोण

या $$m = \frac{\beta}{\alpha}$$

चूँकि α और β के मान बहुत ही कम होते हैं, अतः $\alpha = \tan$ $\beta = \tan\beta$ ले सकते हैं।

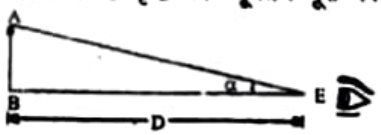
$$\therefore \quad m = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$

समकोण $\Delta A'B'E$ में,

$$\tan\beta = \frac{A'B'}{EB'}$$

PDF Hindustanknowledge.com

चित्र (3) में वस्तु नेत्र से स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर स्थित है।



चित्र (3)–स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन-कोण

$$\therefore \quad \tan\alpha = \frac{AB}{D}$$

$$\therefore \quad \tan\alpha = \frac{AB}{D}$$

समीकरण (1) में मान रखने पर,

$$m = \frac{A'B' / EB'}{AB / D} \text{ या } m = \frac{A'B'}{AB} \times \frac{D}{EB'}$$

अब $\Delta A'OB'$ तथा ΔAOB समरूप हैं।

$$\therefore \quad \frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB}$$

समीकरण (2) में मान रखने पर,

$$m = \frac{OB'}{OB} \times \frac{D}{EB'}$$

परन्तु,

$OB = -u_0$ = अभिदृश्यक से वस्तु की दूरी

$OB' = v_0$ = अभिदृश्यक से प्रतिबिम्ब $A'B'$ की दूरी

$EB' = -u_e$ = नेत्रिका से $A'B'$ (नेत्रिका के लिए वस्तु क

चिन्ह परिपाटी से D का चिन्ह ऋणात्मक होगा।

$$\therefore \quad m = \frac{v_0}{-u_o} \times \frac{-D}{-u_e} \text{ या } m = -\frac{v_0}{u_0} \times \frac{D}{u_e}$$

स्थिति I. जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी प

नेत्रिका की फोकस-दूरी f_e है तब नेत्रिका के लिए $u = -u_e$ तथा $v =$

अतः लेंस के सामान्य सूत्र $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ से,

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{-D} - \frac{1}{-u_e}$$

$$\text{या} \quad \frac{1}{f_e} = -\frac{1}{D} + \frac{1}{u_e} \text{ या } \frac{1}{u_e} = \frac{1}{D} + \frac{1}{f_e}$$

$$\text{या} \quad \frac{D}{u_e} = 1 + \frac{D}{f_e} \quad \text{(दोनों पक्षों में } D \text{ का गुणा करने}$$

समीकरण (4) में मान रखने पर,

$$m = \frac{-v_0}{u_0}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

इस स्थिति में सूक्ष्मदर्शी की नली की लम्बाई = $v_0 + u_e$.

अथवा

विशिष्ट प्रतिरोध की परिभाषा तथा मात्रक लिखिए। विशिष्ट चालकता एवं धारा घनत्व में सम्बन्ध स्थापित कीजिये ।

विशिष्ट प्रतिरोध- किसी चालक के पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध उस चालक के 1 मीटर लम्बे तथा 1 मी^{2} अनुप्रस्थ- काट के क्षेत्रफल वाले टुकडें के प्रतिरोध के बराबर होता है

विशिष्ट प्रतिरोध = R

इसका मात्रक **ओम-मीटर** होता है

विशिष्ट चालकता Specific Conductivity

विशिष्ट प्रतिरोध के व्युत्क्रम को **विशिष्ट चालकता** कहते हैं। इसे σ (Sigma) से व्यक्त करते हैं।

विशिष्ट चालकता $(\sigma) = 1/\rho$

माना किसी चालक की लम्बाई l, परिच्छेद क्षेत्रफल A तथा इसके सिरों के बीच विभवान्तर V तथा प्रतिरोध R है। माना विभवान्तर लगाने से धारा i प्रवाहित होती है। तार के भीतर धारा घनत्व J तथा विद्युत क्षेत्र की तीव्रता E है, तब विद्युत क्षेत्र की तीव्रता, $E = \frac{V}{l}$ या $V = El$ ...(i)

तथा धारा घनत्व, $J = \frac{i}{A}$ या $i = JA$

यदि तार के पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध ρ तथा चालकता σ हो

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{l}{\sigma A}$$

अब ओम के नियम से, $V = RI \implies El = \frac{l}{\sigma A} . JA$

$$E = \frac{J}{\sigma} \text{ या } \boxed{J = \sigma E}$$

PDF Hindustanknowledge.com

9. निरक्षीय स्थिति में वैद्युत द्विध्रुव के लिए वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता का सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर—निरक्षीय या अनुप्रस्थ स्थिति पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता-

निरक्षीय स्थिति में बिन्दु P, AB के लम्बअर्द्धक पर स्थित होता है।

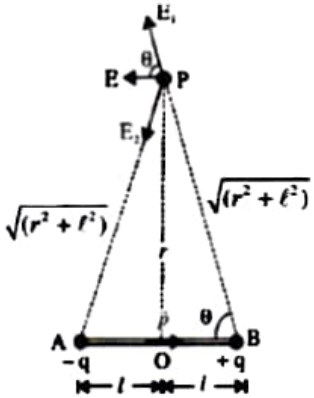
अत: $AP = BP = \sqrt{(r^2 + l^2)}$

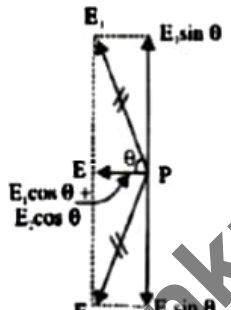
$-q$ आवेश के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{q}{(r^2 + l^2)} \qquad (AP \text{ की दिशा में})$$

तथा $+q$ आवेश के कारण वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{q}{(r^2 + l^2)} \qquad (PB \text{ की दिशा में})$$





E_1 व E_2 के ऊर्ध्वाधर घटक $E_1 \sin\theta$ तथा $E_2 \sin\theta$ बराबर व दिशा में होने के कारण निरस्त हो जाते हैं तथा घटक $E_1 \cos\theta$ तथा E एक ही दिशा में होने के कारण जुड़ जाएँगे। अत: बिन्दु P पर परीणाम क्षेत्र की तीव्रता

$$E = E_1 \cos\theta + E_2 \cos\theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{q\cos\theta}{(r^2 + l^2)} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{q\cos\theta}{(r^2 + l^2)}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{q\,2\cos\theta}{(r^2 + l^2)} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{2ql}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

$$\left(\because \cos\theta = \frac{l}{(r^2 + l^2)^{1/2}} \text{ तथा } 2ql = p\right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{p}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

चूँकि $l << r$, अत: l^2 का मान नगण्य होगा।

$$\therefore \quad E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{p}{r^3} \text{ N/C}$$

इसकी दिशा अक्ष के समान्तर धन आवेश से ऋण आवेश की ओर स्पष्ट है कि निरक्षीय स्थिति में वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता अक्षीय स्थिति में वैद्यु की तीव्रता से आधी होती है।

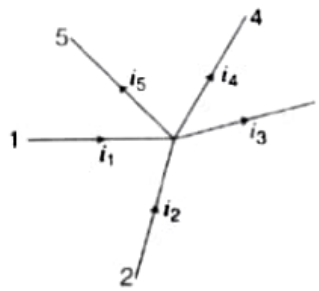
अथवा

किरचाफ के नियमों को परिपथ चित्र बनाकर समझाइये। एक सेल से 0.5 एम्पियर धारा लेने पर उसका विभवान्तर 1.8 वोल्ट तथा 1.0 एम्पियर धारा लेने पर 1.6 वोल्ट हो जाता है। सेल का आन्तरिक प्रतिरोध तथा विद्युत वाहक बल ज्ञात कीजिए।

किरचॉफ के नियम

किरचॉफ ने दो नियम दिए जिनकी सहायता से किसी भी जटिल परिपथ के विभिन्न चालकों के बीच धारा तथा विभिन्न प्रतिरोधों (उपकरणों) के मध्य विभवान्तरों के वितरण ज्ञात कर सकते हैं। ये नियम निम्न प्रकार हैं

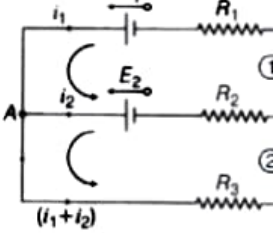
1. प्रथम नियम अथवा सन्धि नियम



- किसी वैद्युत परिपथ में किसी भी सन्धि पर मिलने वाली धाराओं का बीजगणितीय योग शून्य होता है, अर्थात् $\Sigma i = 0$
- इस नियम को परिपथ में उपयोग करते समय चिन्ह परिपाटी यह है कि परिपथ में सन्धि की ओर आने वाली सभी धाराएँ धनात्मक तथा सन्धि से दूर जाने वाली सभी धाराएँ ऋणात्मक होती हैं। अर्थात् $i_1 + i_2 - i_3 - i_4 - i_5 = 0$
- किरचॉफ का प्रथम नियम आवेश संरक्षण को व्यक्त करता है। यह किरचॉफ व धारा नियम भी कहलाता है।

2. द्वितीय नियम अथवा पाश नियम

- किसी बन्द परिपथ में प्रत्येक बन्द पाश के विभिन्न भागों में बहने तथा संगत प्रतिरोधों के गुणनफलों का बीजगणितीय योग उस पाश में लगने वाले वैद्युत वाहक बलों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है, अर्थात् $\Sigma iR = \Sigma E$



- इस नियम का उपयोग करते समय हम धारा की दिशा में चलते हैं, तो धारा तथा संगत प्रतिरोध के गुणनफल को धनात्मक
- किरचॉफ का द्वितीय नियम ऊर्जा संरक्षण को व्यक्त करता है। का वोल्टता का नियम भी कहलाता है।

PDF Hindustanknowledge.com

माना की बैटरी का विधुत वाहक बल E वोल्ट तथा आंतरिक प्रतिरोध r ओम है । जब इससे i ऐम्पियर की धारा ली जाती है तो इसके भीतर i r वोल्ट का विभव -पतन हो जाता है । अतः बैटरी के टर्मिनलों के बीच विभवान्तर

$V=E-Ir.$

प्रश्नानुसार , जब $i=0.5$ ऐम्पियर तब $V=1.6$ वोल्ट |

$\therefore 1.8=E-0.5r$

अथवा $E=1.8+0.5$ r .....(i)

इस प्रकार , जब $i=1.0$ ऐम्पियर तब $V=1.6$ वोल्ट |

अतः $E=1.6+1.0$ r . (ii)

समीकरण (i) व (ii) को हल करने पर

आंतरिक प्रतिरोध $r=0.4$ ओम तथा विधुत वाहक बल $E=2.0$ वोल्ट |

PDF Hindustanknowledge.com