लोक शिक्षण संचालनालय, म.प्र. भोपाल द्वारा जारी, प्रश्न बैंक उत्तर सहित

GPH

प्रश्न बैंक

भौतिक शास्त्र : कक्षा–12वीं

समय : 3 घण्टे] **प्रश्न पत्र : ब्लू प्रिन्ट (Blue Print of Question Paper)** [पूर्णांक : 70

क्र.	इकाई एवं विषय वस्तु	इकाई पर आवंटित अंक	वस्तुनिष्ठ प्रश्न	अंकवार प्रश्नों की संख्या				कुल प्रश्न
			01 अंक	02 अंक	03 अंक	04 अंक	05 अंक	
1.	स्थिर विद्युत	06	01	01	01	–	–	02
2.	धारा [illegible]	10	02	01	02	–	–	03
3.	धारा के चुम्बकीय प्रभाव एवं चुम्बकत्व	06	04	01	–	–	–	01
4.	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण एवं प्रत्यावर्ती धारा	11	04	01	–	–	01	02
5.	विद्युत चुम्बकीय तरंगें	04	04	–	–	–	–	–
6.	प्रकाशिकी (किरण एवं तरंग, [illegible] प्रकाशिक यंत्र	14	04	01	01	–	01	03
7.	द्रव्य एवं विकिरण की द्वैत [illegible] ति	05	03	01	–	–	–	01
8.	परमाणु एवं नाभिक	07	03	02	–	–	–	02
9.	इलेक्ट्रॉनिक युक्तियाँ	07	03	–	–	01	–	01
	कुल योग	70	28	16	12	04	10	15+4 =19

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न–पत्र निर्माण हेतु विशेष निर्देश–

- 40% वस्तुनिष्ठ प्रश्न, 40% विषयपरक प्रश्न, 20% विश्लेषणात्मक प्रश्न होंगे।

(1) प्रश्न क्रमांक 1 से 4 तक 28 वस्तुनिष्ठ प्रश्न होंगे। सही विकल्प 07 अंक, रिक्त स्थान 07 अंक, सही जोड़ी 07 अंक, एक वाक्य में उत्तर 07 अंक, संबंधी प्रश्न होंगे। प्रत्येक प्रश्न पर 01 अंक निर्धारित हैं।

(2) वस्तुनिष्ठ प्रश्नों को छोड़कर सभी प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान होगा। यह विकल्प समान इकाई/उप इकाई से तथा समान कठिनाई स्तर वाले होंगे। इन प्रश्नों की उत्तर सीमा निम्नानुसार होगी–

- अति लघु उत्तरीय प्रश्न – 2 अंक, लगभग 30 शब्द।
- लघु उत्तरीय प्रश्न – 3 अंक, लगभग 75 शब्द।
- विश्लेषणात्मक प्रश्न – 4 अंक, लगभग 120 शब्द।
  – 5 अंक, लगभग 150 शब्द।

(3) कठिनाई स्तर - 40% सरल प्रश्न, 45% सामान्य प्रश्न, 15% कठिन प्रश्न।

भौतिक शास्त्र–12वीं : पाठ्यक्रम में जोड़ी गई विषयवस्तु

1.	इकाई–8	अध्याय–12 अध्याय–13	परमाणु नाभिक	• हाइड्रोजन परमाणु का बोर मॉडल, nवीं सम्भव कक्षा की त्रिज्या एवं वेग का व्यंजक, इलेक्ट्रॉन को उसकी कक्षा में ऊर्जा का व्यंजक एवं हाइड्रोजन परमाणु का लाईन स्पेक्ट्रम। • नाभिकीय बल
2.	इकाई–9	अध्याय–14	अर्द्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ।	• शुद्ध एवं बाह्य अर्द्धचालक P एवं N प्रकार के अर्द्धचालक, P-N संधि।

(पाठ्यक्रम में से हटाई गई विषयवस्तु)

1.	इकाई–1	अध्याय–2	विद्युत विभव एवं धारिता	संधारित्र में संचित ऊर्जा के सूत्र की व्युत्पत्ति।
2.	इकाई–2	अध्याय–3	धारा विद्युत	कार्बन प्रतिरोध एवं वर्ण कोड, प्रतिरोधों का श्रेणी एवं समान्तर समूहन, किरचॉफ के नियम के सामान्य अनुप्रयोग, मीटर सेतु, विभवमापी का सिद्धांत एवं अनुप्रयोगों में दो सेलों के विद्युत वाहक बलों की तुलना एवं किसी सेल के आंतरिक प्रतिरोध की गणना।
3.	इकाई–3	अध्याय–4	गतिमान आवेश एवं चुम्बकत्व	साइक्लोट्रोन, टोरोइडल सोलोनाइड
4.	इकाई–3	अध्याय–5	चुम्बकत्व एवं द्रव्य	धारावाही लूप का चुम्बकीय द्विध्रुव की तरह व्यवहार, उसका चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण, परिभ्रमण करते इलेक्ट्रॉन का द्विध्रुव आघूर्ण। पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र एवं चुम्बकीय अवयव। विद्युत चुम्बक एवं उसकी क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक और स्थाई चुम्बक।
5.	इकाई–4	अध्याय–6 अध्याय–7	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण प्रत्यावर्ती धारा	भंवर धाराएँ LC दोलन (केवल गुणात्मक विशेषण)
6.	इकाई–6	अध्याय–9 अध्याय–10	किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र तरंग प्रकाशिकी	पूर्ण आंतरिक परावर्तन के अनुप्रयोग। प्रकाश का प्रकीर्णन, आकाश का नीला दिखाई देना एवं सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय आकाश का लाल दिखाई देना। यंग के द्विस्लिट प्रयोग में फ्रिंज चौड़ाई के व्यंजक की व्युत्पत्ति, सूक्ष्मदर्शी एवं खगोलीय दूरदर्शी की विभेदन क्षमता, ध्रुवण समतल ध्रुवित प्रकाश ब्रूस्टर का नियम, समतल ध्रुवित प्रकाश का उपयोग एवं पोलेराईड्स।
7.	इकाई–7	अध्याय–11	विकिरण की द्वैत प्रकृति एवं पदार्थ	डेविसन जर्मर का प्रयोग
8.	इकाई–8	अध्याय–13	नाभिक	रेडियोएक्टिवता, अल्फा, बीटा एवं गामा कण एवं तरंगें और उनके गुण। रेडियोएक्टिवता क्षय के नियम, अर्द्ध आयु एवं माध्य आयु।
9.	इकाई–9	अध्याय–14	अर्द्ध चालक इलेक्ट्रॉनिकी पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ।	विशिष्ट प्रयोजन P-N संधि डायोड एलईडी, फोटो डायोड, सोलर डायोड जैनर डायोड एवं उनके अभिलक्षण, जैनर डायोड का वोल्टेड नियंत्रक की भांति उपयोग।

भौतिक शास्त्र : कक्षा–12वीं

अध्याय–1 विद्युत आवेश तथा क्षेत्र

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनिये–

(1) E तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र में आवेश q रखने पर उस पर लगने वाला बल होगा–
(a) F = E /q (b) F = q /E
(c) F = qE (d) F = E – q

(2) किसी बिन्दु आवेश से दूरी r पर विद्युत क्षेत्र अनुक्रमानुपाती होता है–
(a) 1 / r (b) 1 / r^2
(c) [illegible] (d) 1 / r^4

(3) एक खोखले गोले के अंदर एक विद्युत द्विध्रुव (द्विध्रुव आघूर्ण p) रखा है। गोले से सम्बद्ध विद्युत फ्लक्स होगा–
(a) q / ε_0 (b) – q / ε_0
(c) Zero (d) p / ε_0

(4) 1 कूलॉम आवेश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या होती है–
(a) 5.46 × 1029 (b) 6.25 × 1018
(c) 1.6 × 1019 (d) 90 × 1011

(5) मुक्त आकाश के परावैद्युतांक (विद्युतशीलता) का विमीय सूत्र है–
(a) [$M^{-1} L^{-3} T^2 A$] (b) [$M^{-1} L^2 T^{-1} A$]
(c) [$M^{-1} L^2 T^{-1} A^{-2}$] (d) [$M^{-1} L^3 T^4 A^2$]

(6) किसी विद्युत द्विध्रुव के केन्द्र से दूरी r पर विद्युत क्षेत्र अनुक्रमानुपाती होता है–
(a) 1 / r (b) 1 / r^2 (c) 1 / r^3 (d) 1 / r^4

(7) एक समान विद्युत क्षेत्र E में किसी द्विध्रुव (द्विध्रुव आघूर्ण p) को क्षेत्र की दिशा 180° कोण घुमाने में किया गया कार्य होगा–
(a) 2pE (b) pE (c) $\frac{1}{2pE}$ (d) 'kwU;

(8) एक घन जिसकी प्रत्येक भुजा X है, के केन्द्र से ठीक ऊपर x/2 दूरी एक बिन्दु आवेश q रखा है। घन से सम्बद्ध विद्युत फ्लक्स होगा–
(a) q / ε_0 (b) q / $2\varepsilon_0$ (c) q / $4\varepsilon_0$ (d) q / $6\varepsilon_0$

(9) विद्युत क्षेत्र का मात्रक है–
(a) C / N (b) N / C (c) J / C (d) C / J

(10) धनावेशित कांच की छड़ को अनावेशित चालक से स्पर्श कराया जाता है। छड़ का आवेश–
(a) घटेगा (b) बढ़ेगा
(c) अपरिवर्तित रहेगा (d) ऋणात्मक हो जायेगा

11. विद्युत क्षेत्र E में क्षेत्रफल S का पृष्ठ विद्युत क्षेत्र के समान्तर रखा है। पृष्ठ से संबद्ध विद्युत फ्लक्स होगा–
(a) ES (b) $\frac{E}{S}$ (c) शून्य (d) अनंत

12. वायु में एकांक घनावेश से निकलने वाला कुल विद्युत फ्लक्स होता है–
(a) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ (b) $4\pi\varepsilon_0$ (c) ε_0 (d) $\frac{1}{\varepsilon_0}$

13. निर्वात में रखे दो आवेशों के मध्य विद्युत बल F है, यदि दोनों आवेशों के मध्य ताम्बे की प्लेट रख दी जाये तो उनके बीच बल होगा–
(a) F से अधिक (b) F से कम लेकिन अशून्य
(c) F (d) शून्य

14. एक खोखले विलगित चालक गोले को 10 माइक्रो कूलॉम का धनावेश दिया जाता है, यदि गोले की त्रिज्या 2 मीटर हो तो गोले के केन्द्र पर विद्युत क्षेत्र होगा–
(a) शून्य
(b) 5 माइक्रो कूलॉम / वर्ग मीटर
(c) 20 माइक्रो कूलॉम / वर्ग मीटर
(d) 8 माइक्रो कूलॉम / वर्ग मीटर

15. धातु की दो समान्तर प्लेटें जिनमें +Q और – Q आवेश है, कुछ दूरी पर स्थित है यदि अब प्लेटों को केरोसीन तेल की टंकी में डुबो दिया जाये तो उनके बीच विद्युत क्षेत्र की तीव्रता–
(a) शून्य हो जाएगी (b) बढ़ जाएगी
(c) घट जाएगी (d) अपरिवर्तित रहेगी

16. एक आवेश Q एक R त्रिज्या के गैसीय गोले से परिबद्ध है यदि त्रिज्या दोगुनी हो जाये तो बाह्य विद्युत फ्लक्स –
(a) आधा हो जायेगा (b) समान रहेगा
(c) दोगुना हो जाएगा (d) चार गुना हो जाएगा

@MP_BOARD_25 (Telegram)

17. दो बिन्दु आवेशों के बीच की दूरी r होने पर उसके बीच प्रतिकर्षण बल का मान F है, यदि उनके बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाये तो प्रतिकर्षण बल का मान होगा –

(a) $\frac{F}{4}$ (b) $\frac{F}{2}$ (c) $\frac{3F}{4}$ (d) F

उत्तर– (1) (c), (2) (b), (3) (c), (4) (b), (5) (d), (6) (c), (7) (b), (8) (a), (9) (b), (10) (a), (11) (c), (12) (d), (13) (d), (14) (a), (15) (c), (16) (b), (17) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –

(1) एक ऋणावेश के लिए स्थिर वैद्युत क्षेत्र रेखाएँ ..... से प्रारम्भ होती है।
(2) धातु का परावैद्युतांक ..... होता है।
(3) धातु द्विध्रुवों के बीच की दूरी दुगना कर देने पर उनके मध्य आकर्षण/प्रतिकर्षण बल ..... गुना हो जायेगा।
(4) विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का S.I. मात्रक ..... है।
(5) दो बिन्दु आवेश +q तथा –q दूरी। पर सिथत है, उनका द्विध्रुव आघूर्ण ..... होगा।
(6) आवेशित खोखले गोले के ..... स्थित बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है।
(7) मूल आवेश का मान ..... कूलॉम होता है।
(8) किसी विद्युत द्विध्रुव पर नेट आवेश ..... होता है।
(9) किसी विलगित निकाय का आवेश सदैव ..... रहता है।
(10) एकसमान विद्युत क्षेत्र में खींची गयी क्षेत्र रेखाएँ ..... होती हैं।
(11) आवेश का विभीय सूत्र ..... है।
(12) एक पदार्थ में इलेक्ट्रॉन की कमी है उसमें ..... आवेश होगा।

उत्तर– (1) अनन्त (2) अनन्त (3) 16 गुना, (4) न्यूटन/कूलॉम, (5) p = q x2l (6) केन्द्र पर, (7) 1.6×10^{-19}, (8) शून्य (9) संरक्षित, (10) परस्पर समान्तर एवं समदुरस्थ, (11) [AT], (12) धनावेश।

प्रश्न 3. सही जोड़ी बनाइये –

(A)	(B)
(1) कूलॉम बल F	(a) $\frac{q}{\varepsilon_0}$
(2) विद्युत क्षेत्र E	(b) $\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\right)\left(\frac{q_1 q_2}{r^2}\right)$
(3) विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण P	(c) PE Sinθ
(4) विद्युत फ्लक्स ϕ	(d) $\frac{F}{q}$
(5) विद्युत क्षेत्र में द्विध्रुव पर आघूर्ण	(e) 2ql

उत्तर– (1) (b), (2) (d), (3) (e), (4) (a), (5) (c).

प्रश्न 4. सत्य/असत्य लिखिए –

(1) किस प्रकार के आवेश समूह के लिए विद्युत क्षेत्र एकसमान रहता है ?
(2) किस प्रकार के आवेश समूह के लिए विद्युत क्षेत्र दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होता है ?
(3) किस प्रकार के आवेश समूह के लिए विद्युत क्षेत्र दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है ?
(4) किस प्रकार के आवेश समूह के लिए विद्युत क्षेत्र दूरी के घन के व्युत्क्रमानुपाती होता है ?
(5) काँच की छड़ को रेशम से रगड़ने पर इस पर $+3.2 \times 10^{-16}$ कूलॉम आवेश उत्पन्न होता है, रेशम पर उत्पन्न आवेश कितना होगा ?
(6) निश्चित दूरी पर दो आवेशित कणों के बीच विद्युत बल F न्यूटन है, यदि कणों के बीच की दूरी आधी कर दी जा तो उनके बीच विद्युत बल कितना हो जायेगा ?
(7) एक इलेक्ट्रॉन और एक प्रोटोन के बीच लगने वाले स्थिर विद्युत बल तथा गुरुत्वाकर्षण बल, कौन सा बल प्रबल है ?
(8) एक विद्युत द्विध्रुव में कुल कितना आवेश होता है ?
(9) विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा क्या होती है ?
(10) एक बंद पृष्ठ के अन्दर एक विद्युत द्विध्रुव स्थित है, उससे गुजरने वाले सम्पूर्ण विद्युत फ्लक्स का मान कितना होगा?
(11) विद्युत आवेश के 2 मूल गुण लिखिए।
(12) विद्युत द्विध्रुव से आप क्या समझते हैं एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर– (1) एक समान आवेशित अनन्त समतल चादर, (2) एक समान आवेशित रेखीय चालक, (3) बिन्दु आवेश, (4) एक विद्युत द्विध्रुव, (5) – 3.2×10^{-16} कूलॉम आवेश, (6) 4F (7) विद्युत बल (8) शून्य, (9) दिशा द्विध्रुव की अक्ष के अनुदिश, ऋण आवेश से धन आवेश की ओर होती है, (10) शून्य, (11) गुण- (अ) आवेश का क्वांटीकरण (ब) आवेश संरक्षण, (12) विद्युत द्विध्रुव- यदि दो बराबर तथा विपरीत बिन्दु आवेश किसी अल्प दूरी पर स्थित हो, तो इस निकाय को विद्युत द्विध्रुव कहते हैं- उदाहरण- परमाणु द्विध्रुव, अणु द्विध्रुव।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. आवेश का क्वांटीकरण किसे कहते हैं ?
उत्तर– प्रत्येक वस्तु पर आवेश सदैव निश्चित न्यूनतम मान का पूर्ण गुणज होता है। इसे आवेश क्वांटीकरण कहते हैं।

प्रश्न 2. विद्युत आवेश के क्वांटीकरण का मूल कारण क्या है ?
उत्तर– इलेक्ट्रॉनों का पूर्ण संख्या में स्थानान्तरण ही आवेशों के क्वांटीकरण का मूल कारण है।

प्रश्न 3. आवेश की योज्यता किसे कहते हैं ?
उत्तर– आवेश की योज्यता से तात्पर्य है कि किय पर कुल आवेश का मान निकालने के लिए सभी आवेशों का धनात्मक या ऋणात्मक चिन्ह के साथ लिखकर जोड़ा जाता है।

प्रश्न 4. आवेश संरक्षण किसे कहते हैं ?
उत्तर– किसी पृथक्कत निकाय में धनावेश एवं ऋणावेश का बीजीय योग सदैव नियत रहता है।

प्रश्न 5. विद्युत संबंधी कुलाम का नियम लिखिए।
उत्तर– दो बिन्दु आवेशों के मध्य लगने वाला बल (आकर्षक या प्रतिकर्षण बल) उन दोनों आवेशों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 6. आवेशों के अध्यारोपण का सिद्धांत लिखिए।
उत्तर– इस सिद्धान्त के अनुसार जब कई आवेश किसी आवेश विशेष पर बल लगाते हैं तो उस आवेश पर लगने वाला परिणामी बल उन सभी बलों का सदिश योग होता है, जो वे सभी आवेश अलग-अलग उस आवेश पर लगाते हैं।

प्रश्न 7. दो विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को क्यों नहीं काटती है?
उत्तर– क्योंकि इस स्थिति में कटान बिन्दु पर एक से अधिक स्पर्श रेखाएँ खींची जा सकती हैं तो उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की एक से अधिक दिशाएँ प्रदर्शित करेगी, यह असंभव है।

प्रश्न 8. विद्युत क्षेत्र रेखाओं के गुण लिखिए।
उत्तर– विद्युत क्षेत्र रेखाओं के गुण निम्न हैं-
(1) दो विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को कभी नहीं काटती है।
(2) विद्युत क्षेत्र रेखाएँ धनावेश से प्रारम्भ होकर ऋणावेश पर समाप्त होती है।
(3) विद्युत क्षेत्र रेखाएँ सतत वक्र होती है।

प्रश्न 9. विद्युत क्षेत्र की परिभाषा, मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखिए।
उत्तर– विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु पर रखा एकांक धनावेश, जिसमें बल का अनुभव करता है, उसे उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। इसका SI मात्रक न्यूटन/कूलाम एवं विमीय सूत्र $[MLT^{-3}A^{-1}]$

प्रश्न 10. विद्युत फ्लक्स किसे कहते हैं?
उत्तर– विद्युत क्षेत्र में स्थित किसी क्षेत्रफल से अभिलम्बव गुजरने वाली कुल बल रेखाओं की संख्या को विद्युत फ्लक्स कहते हैं। इसका SI मात्रक न्यूटन -मी^{2} प्रति कूलॉम है।

प्रश्न 11. वायु में एक दूसरे से 30 सेमी. दूरी पर रखे दो छो आवेशित गोलों पर क्रमशः 2×10^{-7} कुलॉम तथा 3> 10^{-7} कुलॉम आवेश है। उनके बीच कितना बल है ?
उत्तर– $q_1 = 2 \times 10^{-7}C$, $q_2 = 3 \times 10^{-7}C$
$r = 30$ सेमी $= 0.30$ मीटर, $F = ?$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= \frac{9\times10^9\times 2\times10^{-7}\times3\times10^{-7}}{\left(\frac{3}{100}\right)^2}$$

$$= \frac{9\times10^9\times 2\times3\times10^{-14}}{\frac{3}{100}\times\frac{3}{100}}$$

$$= \frac{9\times2\times3\times10^{-5}\times100\times100}{3\times3}$$

$= 6 \times 10^{-1} = 0.6$ N –उत्तर

प्रश्न 12. किसी चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है, क्यों ?
उत्तर– किसी चालक को आवेश देने पर वह उसके पृष्ठ पर फैल जाता है एवं चालक के अन्दर नेट आवेश शून्य होता है।

प्रश्न 13. स्थिर विद्युत क्षेत्र रेखाएँ बंद वक्र नहीं बनती, क्यों ?
उत्तर– क्योंकि बल रेखाएँ धनावेश से प्रारम्भ होकर ऋणावेश पर समाप्त हो जाती है।

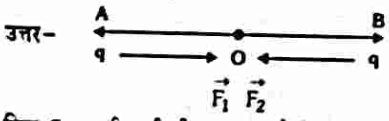
प्रश्न 14. विद्युत फ्लक्स को परिभाषित करो एवं इसका SI मात्रक लिखिए।
उत्तर– देखिए प्रश्न क्र. 10 का उत्तर

प्रश्न 15. एक गोल गौसीय पृष्ठ के अंदर कुछ आवेश है। यदि गौसीय पृष्ठ की त्रिज्या को आधी कर दी जाए तो विद्युत फ्लक्स किस प्रकार परिवर्तित होगा ?
उत्तर– विद्युत फ्लक्स में कोई भी परिवर्तन नहीं होगा।

प्रश्न 16. मूल आवेश का मान कितना होता है ?
उत्तर– 1.6×10^{-19} कूलॉम

प्रश्न 17. क्या 10^{-25} कूलॉम आवेश संभव है ?
उत्तर– नहीं।

प्रश्न 18. दो बराबर एवं सजातीय आवेश एक दूसरे से कुछ दूरी पर स्थित है, उनके ठीक बीच में परिणामी विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कितनी होगी ?
उत्तर–



बिन्दु O पर परिणामी तीव्रता शून्य होगी।

@NP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 19. एक विद्युत द्विध्रुव को एक समान विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो द्विध्रुव पर कितना बल लगेगा?

उत्तर– $\vec{F} = q\vec{E}$

प्रश्न 20. एक कूलॉम आवेश को परिभाषित करो।

उत्तर– एक कूलॉम आवेश वह आवेश है, जो अपने ही बराबर एवं सजातीय आवेश से हवा या निर्वात में 1 मीटर की दूरी पर रखने पर, उस पर 9×10^9 न्यूटन का प्रतिकर्षण बल आरोपित करता है।

प्रश्न 21. विद्युत द्विध्रुव किसे कहते हैं ?

उत्तर– विद्युत द्विध्रुव एक ऐसा समायोजन है। जिसमें दो बराबर व विपरीत प्रकृति के आवेश एक-दूसरे से अल्प दूरी पर होते हैं। किसी एक (+q या –q) आवेश तथा दोनों आवेशों के बीच की दूरी (2l) के गुणनफल को विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण कहते हैं।

लघु उत्तरीय प्रश्न

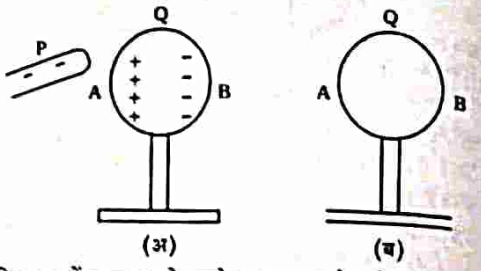
प्रश्न 1. सुखे बाल से कंघी करने से कंघी कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों को आकर्षित करने लगती है, लेकिन यदि बाल गिले हो तो नहीं, क्यों ?

उत्तर– घर्षण विद्युत के कारण सुखे बाल से कंघी करने पर कंघी आवेशित हो जाती है, जिससे उसके पास छोटे-छोटे कागज के टुकड़ों को लाने पर इसके पास वाले सिरे पर विपरीत प्रकृति का आवेश प्रेरित हो जाता है तथा दो विपरीत प्रकृति के आवेशों में आकर्षण होता है। इस प्रकार कंघी में छोटे-छोटे कागज के टुकड़ों को आकर्षित करने का गुण आ जाता है। गीले बाल स्वय विद्युत के सुचालक होते हैं। अत: आवेश एक बिन्दु पर एकत्रित नहीं हो पाता है, जिससे कंघी अनावेशित ही रहती है।

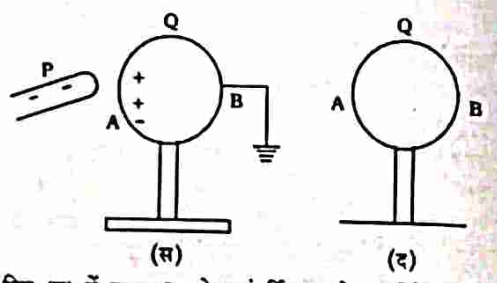
प्रश्न 2. विद्युत प्रेरण किसे कहते हैं ? प्रेरण विधि द्वारा किसी वस्तु को कैसे आवेशित किया जाता है।

उत्तर– विद्युत स्थैतिक प्रेरण में कोई वस्तु निकटवर्ती विद्युत चालकों पर आवेश प्रेरित करती है। जब कोई विद्युत आवेशित पदार्थ पृथ्वी से विद्युत रोधी किसी संचालक के निकट आता है, तब चालक के कुछ इलेक्ट्रॉन आवेशित हो जाते हैं और चालक के एक सिरे पर एकत्रित होकर पूरे चालक को ही आवेशित कर देते हैं।

चित्र (अ) में ऋणावेशित वस्तु P को वस्तु Q के पास लाने पर उसके पास वाले सिरे A पर धनावेश व दूर वाले सिरे B पर ऋणावेश प्रेरित हो जाता है।



चित्र (ब) में वस्तु P को हटाने पर वस्तु Q के इलेक्ट्रॉन पुनः अपने स्थान पर चले जाते हैं, जिससे वस्तु Q अनावेशित हो जाती है।



चित्र (स) में वस्तु Q को भूसंपर्कित करने पर सिरे B के इलेक्ट्रॉन पृथ्वी में चले जाते हैं, परन्तु सिरे A का धनावेश B के ऋणावेश के आकर्षण बल के कारण बंधा रहता है। तत्पश्चात् चित्र (द) के अनुसार आवेशित वस्तु P को वस्तु Q के सिरे B से हाथ को एक साथ हटाया जाए तो वस्तु Q को धनावेश सिरे A से B तक सम्पूर्ण वस्तु में फैल जाता है अर्थात् वस्तु Q धनावेशित हो जाती है।

प्रश्न 3. चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं तथा विद्युत क्षेत्र रेखाओं में दो अन्तर लिखिए।

उत्तर–

क्र.	चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ	विद्युत क्षेत्र रेखाएँ
(1)	ये बिन्दु वक्र होती है।	ये खुले वक्र होती है।
(2)	इसका चुम्बक की सतह के लम्बवत् होना आवश्यक नहीं है, ये किसी दिशा में हो सकती है।	ये सदैव आवेशित पृष्ठ के लम्बवत होती है।
(3)	ये चुम्बक के अन्दर भी उपस्थित रहती है।	ये चालक के अन्दर उपस्थित नहीं होती है।

प्रश्न 4. किसी बिन्दु आवेश Q के कारण उससे r दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर– चित्र में किसी बिन्दु O पर आवेश + Q किसी

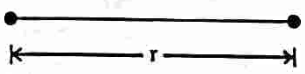
कुचलाक माध्यम (परावैद्युतांक K) में रखा है, इससे r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर परीक्षण आवेश q_o की कल्पना की। कूलॉम के नियम के अनुसार आवेश q_o पर लगने वाला बल $F = \frac{1}{4\pi E_0 K}\frac{Qq_o}{r^2}$ न्यूटन (दिशा $\vec{OP}$) बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{F}{q_o} = \frac{\frac{1}{4\pi E_0 K}\frac{Qq_o}{r^2}}{q_o}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 k}\frac{Q}{r^2}\frac{N}{C}$$

प्रश्न 5. स्थिर विद्युत के अन्तर्गत कूलॉम का नियम लिखिए तथा व्याख्या कीजिए।

उत्तर– इस नियम के अनुसार, **"किन्हीं दो बिन्दु आवेशों के मध्य लगने वाले विद्युत बल (आकर्षण या प्रतिकर्षण बल) का मान, उन आवेशों के परिमाणों (मानो) के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है एवं बल की दिशा उन बिन्दु आवेशों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश होती है।"**



माना दो बिन्दु आवेश q_1 व q_2 परिमाण वाले, एक दूसरे से r दूरी पर स्थित हैं। माना उनके बीच लगने वाला बल F हो तो

कूलॉम के नियमानुसार, (i) $F \propto q_1 q_2$ (ii) $F \propto \frac{1}{r^2}$

दोनों को मिलाने पर $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$ या $F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$

यहाँ K एक अनुक्रमानुपाती नियतांक है, जिसे कूलॉम नियतांक या स्थिर वैद्युत बल नियतांक कहते हैं

"एक कूलॉम वह आवेश होता है, जो अपने ही बराबर एवं सजातीय आवेश से हवा या निर्वात् में एक मीटर की दूरी रखने पर उस पर 9×10^9 न्यूटन का प्रतिकर्षण बल आरोपित करें।"

प्रश्न 6. विद्युत क्षेत्र रेखाओं को परिभाषित कीजिए एवं इसके दो महत्वपूर्ण गुण लिखिए।

उत्तर– विद्युत क्षेत्र रेखा विद्युत क्षेत्र में खींचा गया, वह काल्पनिक चिकना वक्र है, जिसके किसी भी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र को प्रदर्शित करती है।

गुण– (1) दो विद्युत क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को कभी नहीं काटती। (2) विद्युत क्षेत्र रेखाएँ धनावेश से प्रारम्भ होकर ऋणावेश पर समाप्त होती है।

प्रश्न 7. विद्युत फ्लक्स संबंधी गॉस का नियम लिखिए।

उत्तर– गॉस का नियम– इस नियम के अनुसार **"विद्युत क्षेत्र में किसी पृष्ठ पर सम्पूर्ण अभिलंबवत् विद्युत फ्लक्स, पृष्ठ के अन्दर उपस्थित कुल आवेश का $\frac{1}{\epsilon_0}$ गुना होता है"**.

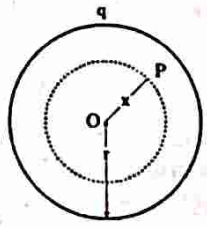
अर्थात् किसी पृष्ठ से संबद्ध सम्पूर्ण विद्युत फ्लक्स $= \frac{1}{\epsilon_0}$ पृष्ठ के अन्दर उपस्थित कुल आवेश

गणितीय रूप $\phi_E = E\cos\theta ds = \oint \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\epsilon_0}$

जहाँ कि ds विद्युत क्षेत्र E में रखा सूक्ष्म क्षेत्रफल तथा θ, ds पर अभिलंब तथा E के बीच का कोण तथा q पृष्ठ पर कुल आवेश है।

प्रश्न 8. गॉस के प्रमेय का उपयोग करते हुए सिद्ध कीजिए कि आवेशित खोखले चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र का कोई अस्तित्व नहीं होता।

उत्तर– जबकि बिन्दु, गोले के अन्दर स्थित है– माना कि चित्र (अ) के अनुसार, केन्द्र O से दूरी x पर स्थित बिन्दु P है, जहाँ विद्युत क्षेत्र की गणना करनी है। (अर्थात् $x < r$)। इसके लिए, बिन्दु O को केन्द्र मानकर तथा OP (=x) त्रिज्या लेकर एक दूसरा गोला खींचते हैं जिसे गॉउसियन पृष्ठ कहते हैं। इस पृष्ठ पर बिन्दु P होगा। चूँकि इस आन्तरिक गोले के प्रत्येक बिन्दु पर, विद्युत क्षेत्र समान तथा पृष्ठ के अभिलम्बवत् है तथा गॉउसियन पृष्ठ का क्षेत्रफल $4\pi x^2$ है अत: गॉउसियन पृष्ठ से सम्बद्ध विद्युत् फ्लक्स



चित्र– (अ) आवेशित गोलीय खोल के अंदर विद्युत क्षेत्र

$$\phi = \iint_S \vec{E}.d\vec{S} = E(4\pi x^2)$$

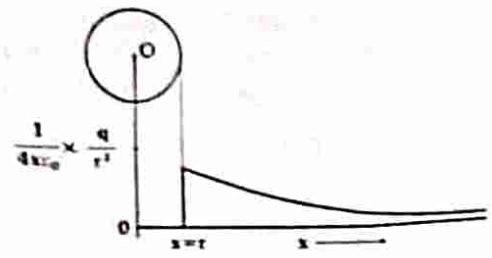
∵ आन्तरिक गोले के अन्दर कोई भी आवेश नहीं है (आवेश केवल बाह्य गोले के पृष्ठ पर ही है), अत: गॉस के प्रमेय के अनुसार $\phi = 0$

$\therefore \quad E(4\pi x^2) = 0$

या $\quad E = 0$

इस प्रकार स्पष्ट है कि विद्युत क्षेत्र की तीव्रता एकसमान आवेशित गोलीय खोल के अन्दर प्रत्येक बिन्दु पर शून्य होती है, उसके पृष्ठ पर अधिकतम होती है तथा बाहर, खोल के केन्द्र से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है। चित्र में व गोलीय खोल के केन्द्र से दूरी x के साथ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता E में परिवर्तन प्रदर्शित है।

@MP_BOARD_25 (Telegram)



चित्र– (ब) आवेशित गोलीय खोल के कारण विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का दूरी के साथ परिवर्तन।

प्रश्न 9. +5μC तथा –5μC के दो आवेश एक दूसरे से एक मिलीमीटर दूरी पर स्थित है। द्विध्रुव आघूर्ण की गणना कीजिए।

उत्तर– दिया है– $q_1 = +5\mu C$, $q_2 = -5\mu C$.

$2\ell = 1$ mm

अतः $q = 5\mu C = 5 \times 10^{-6}$ C

$2\ell = 1$ mm $= 1 \times 10^{-3}$ m

$p = q \times 2\ell$

$= 5 \times 10^{-6} \times 10^{-3}$

$= 5 \times 10^{-9}$ कूलॉम × मीटर।

प्रश्न 10. 3×10^3 न्यूटन प्रति कूलॉम के विद्युत क्षेत्र में स्थित प्रोटान पर लगने वाले बल की गणना कीजिए।

उत्तर– दिया है– $E = 3 \times 10^3$ N / C

आवेश $q = +1.6 \times 10^{-19}$ C

$F = ?$

$F = qE$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^{-3}$

$= 4.8 \times 10^{-16}$ न्यूटन। ❑

अध्याय–2 विद्युत धारिता तथा विभव

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनिये–

(1) समविभव पृष्ठ और विद्युत क्षेत्र रेखाओं के बीच कोण होता है–

(a) 0^0 (b) 90^0 (c) 180^0 (d) 45^0

(2) दो बिन्दु आवेश q एक दूसरे से 2a दूरी पर रखे हैं। इनके ठीक मध्य बिन्दु पर विद्युत विभव होगा–

(a) $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}$ (b) $\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 a}$

(c) $\frac{q}{8\pi\varepsilon_0 a}$ (d) $\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$

(3) 10 कूलॉम आवेश देने से किसी चालक के विभव में 2 वोल्ट की वृद्धि होती है तो चालक की धारिता होगी–

(a) 5 F (b) 20 F (c) 12 F (d) 8 F

(4) दो संधारित्रों को समान्तर क्रम में जोड़ने पर प्रत्येक संधारित्र पर समान होगा–

(a) आवेश (b) आवेश व विभव दोनों

(c) विभव (d) न विभव तथा न आवेश

(5) समान धारिता के दो संधारित्र पहले समान्तर क्रम में तथा फिर श्रेणी क्रम में जोड़े जाते हैं। दोनों स्थितियों में परिणामी धारिता का अनुपात होगा–

(a) 2:1 (b) 1:2 (c) 4:1 (d) 1:4

(6) आवेश 2.0μC से 5 मीटर दूर स्थित बिन्दु पर विभव का मान होगा–

(a) 1.0 × 103 V (b) 3.6 × 103 V

(c) 1.5 × 103 V (d) 3.6 × 10-3 V.

(7) पृथ्वी का विभव माना जाता है–

(a) शून्य (b) धनात्मक

(c) ऋणात्मक (d) उपर्युक्त तीनों

(8) विद्युत धारिता का मात्रक नहीं है–

(a) फैराड (b) कूलॉम/वोल्ट

(c) वोल्ट (d) कूलॉम 2/जूल

(9) एक समान्तर प्लेट संधारित्र को आवेशित करने के बाद उनकी प्लेटों के बीच विभवान्तर

(a) बढ़ जाएगा (b) घट जाएगा

(c) अपरिवर्तित रहेगा (d) शून्य हो जाएगा

(10) समान्तर प्लेट संधारित्र में विद्युत क्षेत्र के रूप में ऊर्जा संचित रहती है–

(a) धनात्मक प्लेट में (b) ऋणात्मक प्लेट में

(c) दोनों प्लेटों के बीच परावैद्युत माध्यम में

(d) इनमें से कोई नहीं

(11) नगण्य मोटाई की एक एलुमिनियम की प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच रख दी जाती है तो संधारित्र की धारिता–

(a) घटेगी (b) अपरिवर्तित रहेगी

(c) अनंत हो जाएगी (d) बढ़ेगी

(12) यदि एक धनावेशित चालक को तार द्वारा पृथ्वी से जोड़ दिया जाता है तो–

(a) चालक से प्रोटोन पृथ्वी में जाते हैं

(b) चालक से इलेक्ट्रॉन पृथ्वी में जाते हैं

(c) पृथ्वी से इलेक्ट्रॉन चालक में आते हैं

(d) पृथ्वी से प्रोटोन चालक में आते हैं

(13) द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति में–

(a) विद्युत क्षेत्र तथा विभव दोनों शून्य होते हैं

(b) विद्युत क्षेत्र शून्य होता है, लेकिन विभव शून्य नहीं होता

(c) विद्युत क्षेत्र शून्य नहीं होता विभव शून्य होता है

(d) न विद्युत क्षेत्र शून्य होता है और न विभव शून्य होता है

(14) आवेश 10 कूलॉम से किसी चालक के विभव में वृद्धि 2 वोल्ट होती है तो चालक की धारिता–

(a) 5 फैराड (b) 10 फैराड

(c) 20 फैराड (d) 25 फैराड

(15) दो संधारित्रों को श्रेणी क्रम में जोड़ने पर प्रत्येक पर समान होगा–

(a) आवेश (b) विभव

(c) आवेश एवं विभव दोनों (d) न आवेश न विभव

उत्तर–(1) (b), (2) (a), (3) (a), (4) (c), (5) (c), (6) (b), (7) (a), (8) (c), (9) (b), (10) (c), (11) (b), (12) (c), (13) (a), (14) (a) (15) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –

(1) 1 फैराड =. ..... स्थैत फैराड।

(2) जूल = कूलॉम × .....

(3) विद्युत विभव एक ..... राशि है।

(4) q आवेश से r दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर विद्युत विभव का व्यंजक..... है।

(5) विद्युत धारिता का SI मात्रक है.....है।

(6) विद्युत क्षेत्र के अनुदिश विद्युत विभव ..... है।

(7) किसी संधारित्र पर नेट आवेश ..... होता है।

(8) समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने पर उसकी धारिता..... हो जाती है।

(9) किसी आवेश को विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् ले जाने में किया गया कार्य ..... होता है।

उत्तर– (1) 8.99×10^{11}, (2) वोल्ट, (3) अदिश, (4) $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\frac{Q}{R}$, (5) फैराड, (6) घटता, (7) शून्य, (8) घट, (9) शून्य।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए–

(1) समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने से उसकी धारिता पर क्या प्रभाव होगा ?

(2) समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच की वायु के स्थान पर कागज भरने से उसकी धारिता पर क्या प्रभाव होगा?

(3) इलेक्ट्रॉन–वोल्ट किसका मात्रक है ?

(4) एक विद्युत द्विध्रुव के कारण किन बिन्दुओं पर विद्युत विभव का मान अधिकतम होता है ?

(5) आवेशित खोखले गोले के अंदर विभव कितना होता है?

(6) एक विद्युत द्विध्रुव के कारण किन बिन्दुओं पर विद्युत विभव का मान शून्य होता है ?

(7) जब किसी परावैद्युत को किसी बाहरी विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो उसके अन्दर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कम हो जाती है, क्यों?

(8) दो आवेशित चालकों को जोड़ने पर ऊर्जा का क्षय कब नहीं होता?

(9) किसी आवेशित चालक के चारों और कुचालक माध्यम होने पर उसकी धारिता पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

(10) संधारित्रों को श्रेणीक्रम में कब जोड़ा जाता है?

उत्तर– (1) धारिता कम हो जाती है, (2)संधारित्र की धारिता K गुना हो जाती है, (3) ऊर्जा का, (4) अक्षीय स्थिति में, (5) प्रत्येक बिन्दु पर विभव एक समान तथा बाह्य पृष्ठ के विभव के बराबर होता है, (6) निरक्षीय स्थिति में स्थित बिंदुओं पर (7) क्योंकि परावैद्युत का ध्रुवण हो जाता है, (8) विभव व धारिता के मान बराबर होने पर, (9) धारिता K गुना बढ़ेगी, (10) जबकि किसी उच्च विभव को अनेक संधारित्रों पर विभाजित करना होता है।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. समविभव पृष्ठ किसे कहते हैं?

उत्तर– जिस पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर विभव समान होता है, उसे समविभव पृष्ठ कहते हैं।

प्रश्न 2. समविभव पृष्ठ की विशेषताएँ लिखिए।

उत्तर– विशेषताएँ– (1) दो समविभव पृष्ठ एक दूसरे को नहीं काटते। (2) पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर विभव एक समान होता है। (3) एकांक धनावेश को इस पृष्ठ के एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई कार्य नहीं करना पड़ता है।

प्रश्न 3. 2pF, 3pF और 4pF धारितावाले तीन संधारित्र समान्तर क्रम (पार्श्वक्रम) में जोड़े गए हैं, संयोजन की कुल धारिता क्या होगी?

उत्तर– $C_1 = 2$pF, $C_2 = 3$pF, $C_3 = 4$pF

समान्तर क्रम में $C = C_1 + C_2 + C_3$

$C = 2 + 3 + 4$

$C = 9$pF

–उत्तर

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 4. किसी चालक की धारिता को कौन-कौन से कारक प्रभावित करते हैं?

उत्तर– धारिता को प्रभावित करने वाले कारक- (1) चालक का आकार, (2) चालक के पास अन्य चालकों की उपस्थिति, (3) चालक के आसपास का माध्यम।

प्रश्न 5. पृथ्वी के विभव को शून्य क्यों माना जाता है?

उत्तर– पृथ्वी का आकार इतना बड़ा है कि उसे कुछ आवेश देने या उससे कुछ आवेश लेने से उसके विभव में कोई विशेष अन्तर नहीं आता, इसलिए पृथ्वी के विभव को शून्य माना जाता है।

प्रश्न 6. दो समविभव पृष्ठ एक दूसरे को प्रतिच्छेद क्यों नहीं करते?

उत्तर– विद्युत बल रेखाएँ समविभव पृष्ठ के लम्बवत् होती है। यदि दो समविभव पृष्ठ एक-दूसरे को काटते हैं तो कटान बिन्दु पर दो दिशाएँ होगी, जो संभव नहीं है।

प्रश्न 7. क्या यह संभव है कि किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शून्य हो, किन्तु विभव शून्य नहीं है?

उत्तर– नहीं। क्योंकि विद्युत क्षेत्र

$E = -$ विभव प्रवणता $\frac{dv}{dx}$ यदि $E = u$ है तो $v =$ नियतांक

अर्थात् विभव शून्य होना आवश्यक नहीं है, बल्कि वहाँ विभव नियत होगा।

प्रश्न 8. किसी खोखले गोलीय चालक के अन्दर विभव नियत क्यों रहता है?

उत्तर– क्योंकि खोखले गोलीय के अन्दर एकांक धनावेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में कोई कार्य नहीं करना पड़ता है। इसलिए चालक के अन्दर विभव नियत रहता है।

प्रश्न 9. किसी चालक की विद्युत धारिता से आप क्या समझते हैं? इसका मात्रक लिखिए।

उत्तर– किसी चालक की विद्युत धारिता आवेश की उस मात्रा के बराबर होती है, जो उसके विभव में इकाई की वृद्धि कर दे।

सूत्र के रूप में $C = \frac{Q}{V}$

मात्रक - फैरड

प्रश्न 10. संधारित्र को दोनों प्लेटों के बीच परावैद्युत माध्यम रखने पर उसकी धारिता क्यों बढ़ जाती है?

उत्तर– संधारित्र की धारिता प्लेटों के बीच उपस्थित माध्यम पर निर्भर करती है। प्लेटों के बीच परावैद्युत माध्यम होने पर धारिता बढ़ जाती है।

प्रश्न 11. क्या एक खोखले गोले की अपेक्षा समान त्रिज्या वाले ठोस गोले को अधिक आवेश दिया जा सकता है, जबकि दोनों का विभव एक समान है?

उत्तर– नहीं, क्योंकि समान त्रिज्या वाले खोखले और ठोस गोले की विद्युत धारिताएँ समान होती है। अतः समान विभव तक आवेशित करने के लिए उन्हें समान आवेश देना होगा।

प्रश्न 12. क्या एक फैरड धारिता का चालक व्यवहार में संभव है? अपने उत्तर का कारण दीजिए।

उत्तर– नहीं, क्योंकि $c = 4\pi\varepsilon_0 r$

$c = 1$ रखने 4

$1 = 4\pi\varepsilon_0 r$

$r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 m$

$r = 9 \times 10^9 m$

व्यवहार में संभव नहीं होगा।

प्रश्न 13. क्या यह संभव है कि समान आयतन तथा समान आवेश से आवेशित पास रखे दो चालकों के मध्य विभवान्तर हो?

उत्तर– दोनों चालकों के क्षेत्रफल असमान होने पर विभवान्तर असमान होगा।

प्रश्न 14. एक समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच की दूरी d है। प्लेटों के बीच $\frac{d}{2}$ मोटी धातु की प्लेट रख दी जाए तो धारिता पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उत्तर– प्रारम्भ में संधारित्र की धारिता $c = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

यदि संधारित्र को प्लेटों के बीच ? मोटाई की धात्विक प्लेट हो

तो संधारित्र की संधारित्र $c^1 = \frac{\epsilon_0 A}{d-t}$

प्रश्नानुसार, $t = \frac{d}{2} \therefore c^1 = \frac{\epsilon_0 A}{d-\frac{d}{2}}$

$c^1 = 2\frac{\epsilon_0 A}{d}$ अर्थात् $c^1 = 2c$

अतः धारिता दो गुनी हो जाएगी।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. किसी विद्युत क्षेत्र में एक परावैद्युत रख देने पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता क्यों घट जाती है?

उत्तर– जब किसी परावैद्युत माध्यम के बाह्य विद्युत क्षेत्र $\vec{E_0}$ में

@MP BOARD_25 (Telegram)

रखा जाता है तो उसके अन्दर विद्युत क्षेत्र $\vec{E_0}$ की विपरीत दिशा में विद्युत क्षेत्र $\vec{E_{(p)}}$ प्रेरित हो जाता है। अतः उसके अन्दर नेट विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \vec{E_0} - \vec{E_p}$ इस प्रकार उसके अन्दर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता घट जाती है।

प्रश्न 2. विभव किसे कहते हैं? किसी चालक के विभव को प्रभावित करने वाले कारकों के नाम लिखिए और बताइए कि ये विभव को किस प्रकार प्रभावित करते हैं?

उत्तर– विद्युत विभव- एकांक धनावेश को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने में जितना कार्य करना पड़ता है, उसे उस बिन्दु का विभव कहते हैं।

प्रभावित करने वाले कारक-

(1) चालक के आवेश पर– चालक का विभव उसके आवेश के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात् $Q \times V$

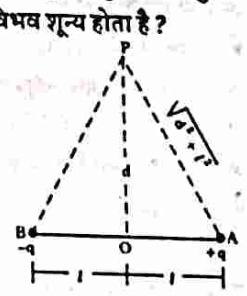
(2) चालक के आकार पर– चालक का विभव उसके आकार (या त्रिज्या) के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

(3) अन्य चालकों की उपस्थिति पर– किसी आवेशित चालक के समीप कोई अनावेशित चालक लाने पर चालक का विभव कम हो जाता है।

(4) चालक के चारों ओर के माध्यम पर– चालक के चारों ओर कुचालक माध्यम की उपस्थिति में विभव घट जाता है।

प्रश्न 3. सिद्ध कीजिए कि विद्युत द्विध्रुव की अनुप्रस्थ स्थिति में किसी बिन्दु पर विभव शून्य होता है?

उत्तर– माना AB एक विद्युत द्विध्रुव है, जिसके आवेश +q व - q तथा उनके बीच की दूरी 2ℓ है। द्विध्रुव जहाँ रखा है, उस माध्यम का परावैद्युतांक K है। बिन्दु P बिन्दु O से d दूरी पर स्थित है, जहाँ पर विभव की गणना करनी है।



चित्र- विद्युत द्विध्रुव के कारण निरक्षीय स्थिति में विभव

चित्र से स्पष्ट है कि $AP = BP = \sqrt{d^2 + \ell^2}$

+ q आवेश से बिन्दु P पर विभव

$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{AP} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$

- q आवेश से बिन्दु P पर विभव

$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{BP}$

$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{-q}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$

$\therefore$ बिन्दु P पर परिणामी विभव $V = V_1 + V_2$ अतः

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q}{\sqrt{d^2 + \ell^2}} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$

$V = 0$ इस प्रकार स्पष्ट होता है कि द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति के किसी भी बिन्दु पर विभव शून्य होता है।

प्रश्न 4. समविभव पृष्ठ किसे कहते हैं? इसकी चार विशेषताएँ लिखिए।

उत्तर– देखिए अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 1 व 2

प्रश्न 5. किसी गोलीय चालक की धारिता के लिए सूत्र का नियमन करो।

उत्तर– चित्र के अनुसार माना गोलीय चालक की त्रिज्या r है तथा वह K परावैद्युतांक के माध्यम में रखा गया है। माना गोले को Q आवेश दिया जाता है। चूँकि गोला चालक है, अतः यह आवेश, गोले के पृष्ठ पर ही एक समान रूप से वितरित हो जाएगा। पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर विभव का मान भी समान होगा अर्थात् पृष्ठ समविभव पृष्ठ होगा। इस कारण बल रेखायें पृष्ठ के अभिलम्बवत् होंगी और गोले के केन्द्र A से आती हुई मालूम देंगी। गोले के पृष्ठ पर स्थित किसी बिन्दु पर विभव

चित्र-गोलीय चालक की धारिता

$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{Q}{r}$ वोल्ट ....(i)

यदि चालक की धारिता C हो तो $C = \frac{Q}{V}$ वोल्ट ....(ii)

समीकरण (ii) में समीकरण (i) से V का मान रखने पर

$C = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \frac{Q}{r}}$ | $C = 4\pi\varepsilon_0 K r$ फैरड

यदि चालक, वायु या निर्वात् में स्थित हो तो $K = 1$ तब

$C = 4\pi\varepsilon_0 r$ फैरड

अतः S.I. पद्धति में किसी गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या की $4\pi\varepsilon_0$ गुनी होती है।

प्रश्न 6. एक आवेशित समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने से उसकी –
(अ) धारिता, (ब) विभवान्तर, (स) विद्युत क्षेत्र पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

उत्तर– (अ) चूंकि $c \propto \frac{1}{d}$ अतः प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने पर संधारित्र की धारिता घटेगी।

(ब) चूंकि $V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times d$, अतः प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने पर विभवान्तर बढ़ेगा।

(स) चूंकि ऊर्जा $U = \frac{1}{2} QV$, अतः प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने पर विभवान्तर बढ़ेगा तो ऊर्जा बढ़ेगी।

प्रश्न 7. क्या कारण है कि किसी आवेशित खोखले चालक के अन्दर प्रत्येक बिन्दु पर विभव एक समान होता है ?

उत्तर– देखिए अ.ल. उ.प्र. क्र. 8 का उत्तर।

प्रश्न 8. एक गोलीय चालक की धारिता 1 माइक्रो फैराड है ? इसका अर्द्धव्यास ज्ञात कीजिए।

उत्तर– दिया है– चालक की धारिता C = 1 μf
$= 1 \times 10^{-6}$ f, R = ?

सूत्र– $c = 4\pi\epsilon_0 R$

$$R = \frac{C}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1\times10^{-6}}{\frac{1}{9\times10^{9}}}$$

$= 9 \times 10^9 \times 10^{-6}$
$= 9 \times 10^{-3}$ मीटर **–उत्तर**

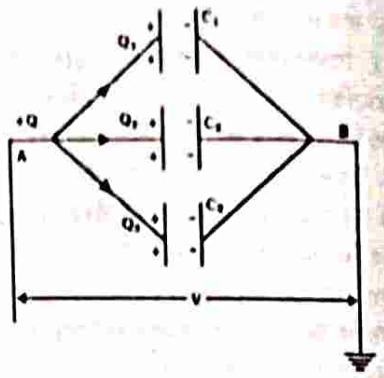
प्रश्न 9. 6400 किमी. त्रिज्या वाली पृथ्वी की विद्युत धारिता माइक्रो फैराड में ज्ञात कीजिए।

उत्तर– दिया है R = 6400 किमी
$R = 6.400 \times 10^3$ मीटर

$c = 4\pi\epsilon_0 R$
$= \frac{1}{9\times10^{9}} \times 6400 \times 10^3$
$= \frac{64}{9} \times 10^5 \times 10^{-9}$
$= \frac{6400}{9} \times 10^{-6}$
$= 711.11\ \mu f$ **–उत्तर**

प्रश्न 10. समान्तर क्रम/श्रेणीक्रम में जुड़े संधारित्रों की तुल्य धारिता के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए। संयोजन का चित्र बनाइए।

उत्तर– चित्र में समान्तर क्रम समूहन प्रदर्शित है।



चित्र– समान्तर प्लेट संधारित्र

जिसमें तीन संधारित्र C_1, C_2 व C_3 समान्तर क्रम में जुड़े हैं। माना इस समूहन के बिन्दु A को विद्युत स्रोत (बैटरी) से +Q आवेश दिया जाता है, तो वह तीनों संधारित्रों में उनकी धारिताओं के अनुपात में वितरित हो जाता है। यदि इन्हें को क्रमशः Q_1, Q_2 व Q_3 आवेश प्राप्त होते हैं,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad ...(1)$$

माना बिन्दु A व B के बीच विभवान्तर V है। चित्र से स्पष्ट है कि सभी संधारित्रों की दोनों प्लेटों के बीच विभवान्तर भी V ही होगा, अतः $Q_1 = C_1V$, $Q_2 = C_2V$, $Q_3 = C_3V$

Q_1, Q_2 व Q_3 के मान समीकरण (1) में रखने पर

$Q = C_1V + C_2V + C_3V$, $Q = (C_1 + C_2 + C_3)V$ ...(2)

अब यदि तीनों संधारित्रों के तुल्य संधारित्र को A तथा B के बीच जुड़ा हुआ माना जाए और इस तुल्य संधारित्र की धारिता C_p हो तो $Q = C_pV$ ...(3)

समीकरण (2) व (3) की तुलना करने पर :

$$C_pV = V(C_1 + C_2 + C_3)$$
$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

उत्तर–श्रेणीक्रम समूहन- इस प्रकार के समूहन में प्रत्येक संधारित्र की दूसरी प्लेट को अगले संधारित्र की पहले प्लेट से जोड़ते जाते हैं। अंतिम संधारित्र की दूसरी प्लेट का पृथ्वी से संबंध करते हैं एवं पहले संधारित्र की पहली प्लेट को बाह्य स्रोत से आवेशित करते हैं।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

चित्र– श्रेणीक्रम संयोजन

चित्र में C_1, C_2 व C_3 धारिता के तीन संधारित्र श्रेणीक्रम जुड़े हुए दिखाये गए हैं।

माना पहले संधारित्र C_1 की पहली प्लेट A_1 को +Q आवेश दिया जाता है। प्रेरण द्वारा इस संधारित्र की दूसरी प्लेट A_2 की आंतरिक सतह पर –Q आवेश व बाह्य सतह पर +Q आवेश प्रेरित हो जाता है, परन्तु प्लेट A_2 का सम्बन्ध संधारित्र C_2 की पहली प्लेट A_3 से है, तो +Q आवेश A_3 में चला जाता है। A_3 का यह धन आवेश प्लेट A_4 की आन्तरिक सतह पर –Q व बाह्य सतह पर +Q आवेश उत्पन्न करता है और इसके बाह्य सतह पर उत्पन्न +Q आवेश, संधारित्र C_3 की प्लेट A_5 में चला जाता है A_5 का +Q आवेश, A_6 की आन्तरिक सतह पर –Q व बाहरी सतह पर +Q आवेश उत्पन्न करता है, परन्तु A_6 का संबंध पृथ्वी से होने के कारण, A_6 का +Q आवेश पृथ्वी में चला जाता है। माना संधारित्रों C_1, C_2 व C_3 की प्लेटों के बीच विभवान्तर क्रमशः V_1, V_2 व V_3 है, तो

$$V_1 = \frac{Q}{C_1},\ V_2 = \frac{Q}{C_2},\ V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

यदि प्लेट A_1 व A_6 के बीच विभवान्तर V हो, तो

$V = V_1 + V_2 + V_3$ ..... (1)

V_1, V_2 व V_3 के मान रखने पर

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right) \quad ..... (2)$$

यदि परिणामी धारिता C_S हो तो $V = \frac{Q}{C_S}$ ..... (3)

समीकरण (2) व (3) से $\frac{Q}{C_S} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad ..... (4)$$

या $C_S = \frac{C_1C_2C_3}{C_1C_2 + C_2C_3 + C_3C_1}$

यही श्रेणीक्रम समूहन की परिणामी धारिता का व्यंजक है।

प्रश्न 11. प्रत्येक 3 μf धारिता वाले तीन संधारित्रों को किस प्रकार संयोजित किया जाए कि परिणामी धारिता (a) 9 μf, (b) 4.5 μf हो जाए? चित्र द्वारा स्पष्ट करें।

उत्तर– (a) तीनों संधारित्रों को समान्तर क्रम में जोड़ने पर,

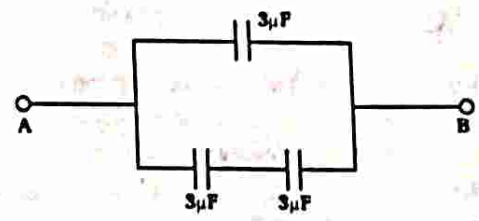
$c = 3 + 3 + 3 = 9\ \mu F$

(b) दो संधारित्रों को श्रेणीक्रम में जोड़ने पर,

$$\frac{1}{c^1} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}$$
$$\frac{1}{c^1} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$
$$c^1 = 1.5\ \mu f$$

इसके साथ तीसरे संधारित्र को समान्तर क्रम में जोड़ने पर परिणामी धारिता $c = c^1 + c_3$

$c^1 = 1.5 + 3 = 4.5\ \mu f$



अध्याय–3 विद्युत धारा

बहुविकल्पीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनिये–

(1) ताप बढ़ाने पर प्रतिरोध घटता है–
(a) अर्द्धचालक पर (b) धातु का
(c) विद्युत अपघट्य का (d) मिश्र धातु का

(2) अतिचालक पदार्थ की चालकता होती है–
(a) अनंत (b) शून्य
(c) एक (d) एक से कम

(3) विद्युत सेल स्रोत है–
(a) इलेक्ट्रॉन का (b) विद्युत ऊर्जा
(c) विद्युत आवेश का (d) विद्युत धारा का

(4) किसी तार की प्रतिरोधकता निर्भर करती है–
(a) द्रव्यमान पर (b) व्यास पर
(c) लम्बाई पर (d) पदार्थ पर

(5) विशिष्ट प्रतिरोध का मात्रक है–
(a) ओह्म (b) 1/ओह्म
(c) ओह्म मीटर (d) 1/(ओह्म मीटर)

(6) एक तार को खींचकर उसकी लम्बाई दोगुनी करने पर उसका प्रतिरोध हो जाएगा–
(a) आधा (b) दोगुना
(c) एक चौथाई (d) चार गुना

(7) विभव प्रवणता का एस आई मात्रक है–
(a) ओह्म/सेंटीमीटर (b) वोल्ट सेंटीमीटर
(c) वोल्ट (d) वोल्ट/मीटर

(8) किसी चालक में विद्युत प्रवाह है–
(a) धनावेशों का प्रवाह
(b) मुक्त इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह
(c) अणुओं का प्रवाह (d) इनमें से कोई नहीं

(9) ऐम्पियर मात्रक है–
(a) विद्युत धारा का (b) विद्युत आवेश का
(c) विभवांतर का (d) प्रतिरोध का

(10) निम्नलिखित में से कौन–सा संबंध सही नहीं है–
(a) प्रतिरोध– ओम (b) आवेश–कूलॉम
(c) विद्युत धारा – ऐम्पियर (d) चालकता– वोल्ट

उत्तर– (1) (a), (2) (a), (3) (b), (4) (a), (5) (c), (6) (d), (7) (d), (8) (b), (9) (a), (10) (d).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –
(1) किरचॉफ का प्रथम नियम.....के सिद्धांत पर आधारित है।
(2) किरचॉफ का द्वितीय नियम.....के सिद्धांत पर आधारित है।
(3) विद्युत धारा.....राशि है। (सदिश/अदिश)
(4) विद्युत धारा घनत्व ..... राशि है। (सदिश/अदिश)
(5) अनुगमन वेग का मान लगभग.....मी/से होता है।
(6) ताप बढ़ने पर अर्द्धचालकों का प्रतिरोध..... जाता है।
(7) सेल के खुले परिपथ में उसके इलेक्ट्रोड के अधिकतम विभवान्तर को.... कहते हैं।
(8) सेल के दोनो इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी बढ़ाने पर सेल का आंतरिक प्रतिरोध... जाता है।
(9) पारे का प्रतिरोध ताप बढ़ाने पर ..... है।

उत्तर– (1) आवेश संरक्षण, (2) ऊर्जा संरक्षण, (3) अदिश, (4) सदिश, (5) 10^{-4}, (6) घटता, (7) वि.वा.ब., (8) बढ़, (9) बढ़ता।

प्रश्न 5. एक वाक्य में उत्तर दीजिए–
(1) अनुगमन वेग और विद्युत क्षेत्र की तीव्रता में संबंध लिखिए।
(2) एक तार को खींचकर उसकी लम्बाई तीन गुना कर दी जाती है। ज्ञात कीजिए कि उसका प्रतिरोध कितने गुना हो जाएगा ?
(3) विभव प्रवणता का SI मात्रक लिखिए।
(4) व्हीटस्टोन सेतु कब सबसे अधिक सुग्राही होता है।
(5) अनुगमन वेग पर ताप का क्या प्रभाव पड़ता है।
(6) किसी चालक का ताप बढ़ने पर उसमें मुक्त इलेक्ट्रॉनों के श्रांतिकाल पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
(7) ताप बढ़ाने पर किसी विद्युत अपघट्य की विद्युत चालकता किस प्रकार प्रभावित होती है ?
(8) तांबे के तार की त्रिज्या आधी करने पर उसकी प्रतिरोधकता पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
(9) अनुगमन वेग और विद्युत क्षेत्र की तीव्रता में संबंध लिखिए।
(10) किसी सेल के विद्युत अपघट्य की सान्द्रता बढ़ाने पर उसके आंतरिक प्रतिरोध क्या प्रभाव पड़ेगा ?

उत्तर– (1) अनुगमन वेग $V_d \propto$ विद्युत क्षेत्र की तीव्रता (E) अतः अनुगमन वेग विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होता है। (2) नौ गुना, (3) वोल्ट/मीटर, (4) जबकि इसकी चारों भुजाओं के प्रतिरोध लगभग समान होते हैं, (5) ताप बढ़ाने पर अनुगमन वेग बढ़ता है, (6) ताप बढ़ने पर अनुगमन वेग बढ़ता है तो मुक्त इलेक्ट्रॉनों का श्रांतिकाल भी बढ़ेगा, (7) ताप बढ़ाने पर बढ़ती है, (8) अप्रभावित, (9) देखें प्रश्न क्रमांक 1 का उत्तर, (10) आन्तरिक प्रतिरोध बढ़ता है।

प्रश्न 4. सही जोड़ी बनाइये–

(I)	(A)	(B)
(1)	ओम का नियम (c)	(a) प्रतिरोध का मापन
(2)	किरचाफ का नियम (e)	(b) अतिचालकता
(3)	व्हीटस्टोन सेतु का सिद्धान्त (a)	(c) विभवान्तर और धारा में संबंध
(4)	कैमलिंग ओंस (b)	(e) विद्युत चालकत्व
(5)	साइमन (d)	(e) जटिल विद्युत परिपथ

उत्तर– (1) - (c), (2) - (e), (3) - (a), (4) - (b), (5) - (d).

(II) (A) (B)
(1) आंतरिक प्रतिरोध (a) एम्पियर
(2) विशिष्ट प्रतिरोध (d) (b) किरचाफ का प्रथम नियम
(3) धारा घनत्व का मात्रक (e) (c) R (E/V -1)
(4) किरचाफ का द्वितीय नियम (d) ओम–मीटर
(5) विद्युत परिपथ में किसी संधि पर I =0 (b) (e) एम्पियर प्रति वर्ग मी.
(6) धारा (a) (f) ऊर्जा संरक्षण का सिद्धान्त

उत्तर– (1)-(c), (2)-(d), (3)-(e), (4)-(f), (5)-(b), (6)-(a).

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. मोटर गाड़ी को स्टार्ट करने पर उसकी हेडलाइट कुछ मंद क्यों हो जाती है ?
उत्तर– मोटरगाड़ी स्टार्ट करने पर स्टार्टर गाड़ी की बैटरी से उच्च धारा लेता है। अतः बैटरी में विभव पतन ir के बढ़ने से बैटरी की प्लेटों के बीच विभवान्तर काफी गिर जाता है, जिस कारण हेडलाइट कुछ मंद हो जाती है।

प्रश्न 2. किसी सेल का विद्युत वाहक बल नापने के लिए के लिए वोल्टमीटर की अपेक्षा विभवमापी अधिक श्रेष्ठ है, क्यों ?
उत्तर– कारण– जब किसी सेल का वि.वा.ब. विभवमापी द्वारा नापा जाता है तो शून्य विक्षेप की स्थिति में सेल के परिपथ में धारा नहीं बहती है अर्थात् सेल खुले परिपथ में होता है, इस प्रकार विभवमापी से सेल का वास्तविक वि.वा.ब. प्राप्त होता है।

प्रश्न 3. किसी कारक की संचायक बैटरी का विद्युत वाहक बल 12 वोल्ट है यदि बैटरी का आंतरिक प्रतिरोध 0.4 ओह्म हो, तो बैटरी से ली जाने वाली अधिकतम धारा का मान कितना होगा?
हल– दिया है– E = 12 वोल्ट, r = 0.4 ओह्म, I = ?

$$I = \frac{E}{r} = \frac{12}{0.4} \Rightarrow 30A$$ –उत्तर

प्रश्न 4 ओह्म का नियम लिखिए।
उत्तर– इस नियम के अनुसार यदि किसी चालक भौतिक अवस्था (जैसे– ताप) में कोई परिवर्तन न हो तो उसके सिरों पर लगाए गए विभवान्तर तथा बहने वाली धारा का अनुपात नियत होता है।

प्रश्न 5. यदि n सेल जिनके वि.वा.ब. E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r है। समान्तर क्रम में जोड़ा जाए तो तुल्य emf और आंतरिक प्रतिरोध लिखिए।
उत्तर– सेलो समान्तर क्रम में
तुल्य वि.वा.ब. = एक सेल का वि.वा.ब. E

$$E_{eq} = E$$

तुल्य आतंरिक प्रतिरोध $r_{eq} = \frac{r}{n}$

n = पंक्तियों की संख्या

प्रश्न 6. यदि n सेल जिनके वि.वा.ब. E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r है। श्रेणीक्रम में जोड़ा जाए तो तुल्य e.m.f. आन्तरिक प्रतिरोध लिखिए।
उत्तर– तुल्य वि.वा.ब. $E_{eq} = nE$
तुल्य आंतरिक प्रतिरोध $r_{eq} = nr$

प्रश्न 7. किलोवाट घंटा और जूल में संबंध लिखिए।
उत्तर– 1 किलोवाट घंटा = 3.6×10^6 जूल

प्रश्न 8. व्हीटस्टोन सेतु कब संतुलित कहलाता है ?
उत्तर– जब व्हीटस्टोन सेतु में सेल तथा धारामापी दोनों की कुंजियाँ बंद होने पर धारामापी में कोई विक्षेप नहीं आता अर्थात् इसकी भुजा में कोई धारा प्रवाहित न हो तो सेतु संतुलित कहलाता है।

प्रश्न 9. प्रतिरोध ताप गुणांक किसे कहते हैं ? इसका मात्रक लिखिए।
उत्तर– किसी पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक 0 °C पर 1 ओह्म प्रतिरोध वाले चालक का ताप 1 °C बढ़ाने पर इसके प्रतिरोध में होने वाली वृद्धि के बराबर होता है। मात्रक = प्रति °C या प्रति केल्विन।

प्रश्न 10. सम्बन्धन तार तांबे के क्यों बनाए जाते हैं ?
उत्तर– क्योंकि तांबे के तार का विशिष्ट प्रतिरोध बहुत कम होता है।

प्रश्न 11. मोटर गाड़ी के स्टार्ट करने पर इसकी हेडलाईट कुछ मंद क्यों पड़ जाती है?
उत्तर– देखिए अति.ल.प्र. क्र. 1 का उत्तर।

प्रश्न 12. ओम का नियम लिखिए।
उत्तर– ओम का नियम– यदि किसी चालक की भौतिक अवस्था (जैसे– लम्बाई, ताप आदि) में परिवर्तन न हो तो उसमें प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा उसके सिरों पर लगाये गये विभवान्तर अनुक्रमानुपाती होती है।
यदि चालक के सिरों पर लगाया गया विभवान्तर V और उसमें बहने वाली धारा I हो, तो

$$V \propto I \text{ या } V = R.I.$$

यहाँ R एक नियतांक है, जिसे उस चालक का प्रतिरोध कहते हैं।

प्रश्न 13. किसी कार की संचायक बैटरी का विद्युत वाहक बल 12 वोल्ट है, यदि बैटरी का आंतरिक प्रतिरोध 0.4 ओह्म होतो बैटरी से ली जाने वाली अधिकतम धारा का मान लिखिए।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

उत्तर– विद्यार्थी, शिक्षक की सहायता से स्वयं हल करें।

प्रश्न 14. गतिशीलता से क्या तात्पर्य है, इसका मात्रक लिखिए।

उत्तर– आवेश वाहक का प्रति एकांक विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के लिए अनुगमन वेग को उसकी गतिशीलता कहते हैं। मात्रक मी^{2} वोल्ट$^{-1}$से.$^{-1}$।

प्रश्न 15. प्रमाणिक प्रतिरोध बनाने के लिए मैंगनीज का उपयोग क्यों किया जाता है ?

उत्तर– क्योंकि मैंगनीज का विशिष्ट प्रतिरोध बहुत अधिक होता है तथा इसका ताप प्रतिरोध गुणांक बहुत कम होता है, अतः इसके प्रतिरोध पर ताप का प्रभाव लगभग नगण्य होता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

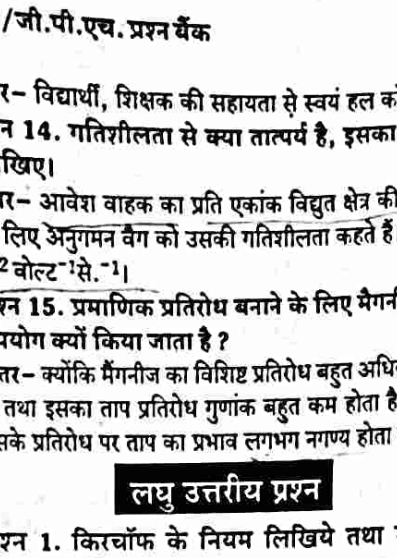
प्रश्न 1. किरचॉफ के नियम लिखिये तथा उनकी व्याख्या कीजिए।

उत्तर– किरचॉफ के नियम निम्नलिखित हैं-

(i) किसी विद्युत् परिपथ के किसी भी सन्धि पर मिलने वाली सभी विद्युत् धाराओं का बीजगणितीय योग शून्य होता है। इस नियम के अन्तर्गत सन्धि की ओर आने वाली विद्युत् धाराएँ धनात्मक तथा दूर जाने वाली विद्युत् धाराएँ ऋणात्मक ली जाती हैं।

चित्र (a) में किसी विद्युत् परिपथ के किसी सन्धि O पर तीर की दिशा में विद्युत् धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं। अतः इस नियम के अनुसार,

(a)



(b)

चित्र (a, b)

$$i_1 - i_2 - i_3 + i_4 - i_5 = 0$$

या $i_1 + i_4 = i_2 + i_3 + i_5$.

(ii) किसी बन्द विद्युत परिपथ के विभिन्न भागों में प्रवाहित होने वाली विद्युत् धाराओं एवं संगत प्रतिरोधों के गुणनफलों का बीजगणितीय योग उस बन्द परिपथ में उपस्थित कुल वि.वा. बलों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है.

चित्र (b) में ABCD और CDEF बन्द परिपथ हैं।

प्रथम बन्द परिपथ ABCD के लिए,

$$i_1R_1 - i_2R_2 = E_1 - E_2$$

तथा द्वितीय बन्द परिपथ CDEF के लिए,

$$i_2R_2 + (i_1 + i_2)R_3 = E_2.$$

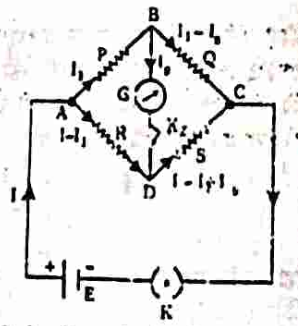
प्रश्न 2. व्हीटस्टोन सेतु का विद्युत आरेख खींचिए। इसका सिद्धांत समझाइये तथा इसके संतुलन के लिए आवश्यक प्रतिबंध $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ निगमित कीजिए।

उत्तर- सिद्धान्त- चतुर्भुज ABCD की चार भुजाओं में, चार प्रतिरोधों P, Q, R व S को जोड़कर, चतुर्भुज के एक विकर्ण AC के बीच एक सेल व दूसरे विकर्ण BD के बीच एक धारामापी G व कुंजी जोड़कर, प्रतिरोधों के मानों को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं कि धारामापी में कोई विक्षेप न हो, तो सेतु को संतुलन में कहा जाता है।

इस स्थिति में $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ होता है। और

यही व्हीटस्टोन सेतु का सिद्धान्त कहलाता है।

चित्र में व्हीटस्टोन सेतु परिपथ प्रदर्शित है, जिसमें धारा का वितरण प्रत्येक भुजा पर दर्शाया गया है।



किरचॉफ के द्वितीय नियम से बंद परिपथ ABDA में

$$I_1P + I_gG - (I - I_1)R = 0 \quad ...(1)$$

जहाँ G धारामापी का प्रतिरोध है।

पुनः किरचॉफ के द्वितीय नियम से, बंद परिपथ BCDB में

$$(I_1 - I_g)Q - (I - I_1 + I_g)S - I_gG = 0 \quad ...(2)$$

लेकिन सेतु की संतुलन अवस्था में धारामापी में विक्षेप शून्य होता है अर्थात् धारामापी से कोई धारा नहीं ली जाती है व $I_g = 0$

समीकरण (1) व (2) में रखने पर $I_1P - (I - I_1)R = 0$

या $$I_1P = (I - I_1)R \quad ...(3)$$

एवं $I_1Q - (I - I_1)S = 0$

$$I_1Q = (I - I_1)S \quad ...(4)$$

समीकरण (3) को समीकरण (4) से भाग देने पर

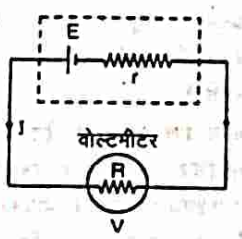
$$\frac{I_1P}{I_1Q} = \frac{(I - I_1)R}{(I - I_1)S}$$

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

यही व्हीटस्टोन सेतु संतुलन के लिए प्रतिबंध है।

प्रश्न 3. किसी सेल के आन्तरिक प्रतिरोध, टर्मिनल वोल्टता एवं विद्युत धारा में संबंध स्थापित कीजिए।

उत्तर- चित्र में प्रदर्शित परिपथ में माना कि सेल के विद्युत् वाहक बल व आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः E तथा r है। वोल्टमीटर के प्रतिरोध R के सिरों का विभवान्तर V है तथा परिपथ में प्रवाहित धारा I है।



अतः सेल से ली गई धारा

$$I = \frac{E}{R + r} \quad ...(1) \left[\text{चूँकि धारा} = \frac{\text{वि.वा. बल}}{\text{तुल्य प्रतिरोध}}\right]$$

एवं वोल्टमीटर के सिरों का विभवान्तर

$$V = IR \quad ...(2)$$

समी. (1) से, $E = IR + Ir \quad ...(3)$

समी. (2) व (3) से,

$$E = V + Ir$$

या $$\boxed{r = \frac{E - V}{I}}$$ यही अभिष्ट सम्बन्ध है।

प्रश्न 4. ताप बढ़ने पर किसी पदार्थ की प्रतिरोधकता क्यों बढ़ जाती है?

उत्तर- ताप बढ़ने पर पदार्थ में उपस्थित स्वतंत्र इलेक्ट्रॉनों की धनायनों से प्रति सेकण्ड टक्करों की संख्या बढ़ जाती है।

प्रश्न 5. 8V वि.वा. बल की एक संचायक बैटरी जिसका आन्तरिक प्रतिरोध 0.5Ω है। को श्रेणीक्रम में 15.5Ω के प्रतिरोध का उपयोग करके 120V के DC स्त्रोत द्वारा चार्ज किया जाता है। चार्ज होते समय बैटरी की टर्मिनल वोल्टता ज्ञात कीजिए।

हल- E = 8volt, r = 0.5Ω, R = 15.5Ω, V = 120V

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$I = \frac{8}{15.5 + 0.5}$$

$$= \frac{8}{16} = 0.5A$$

बैटरी की टर्मिनल वोल्टता = 15.5×0.5

= 7.75 वोल्ट

प्रश्न 6. 10V वि.वा.बल एवं 3Ω आंतरिक प्रतिरोध वाली बैटरी को किसी प्रतिरोधक से संयोजित करने पर परिपथ में 0.5A धारा प्रवाहित होती है। प्रतिरोधक का मान एवं बैटरी की टर्मिनल वोल्टता ज्ञात कीजिए।

उत्तर- E = 10V, r = 3Ω, I = 0.5A, R = ?

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$0.5 = \frac{10}{3 + R}$$

$$\Rightarrow \quad 3 + R = \frac{10}{0.5}$$

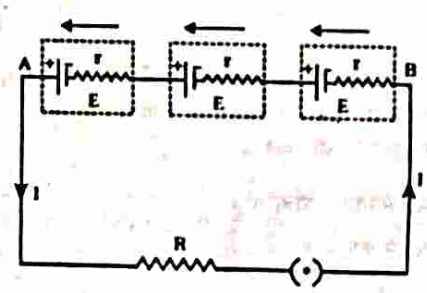
$$3 + R = 20$$

$$R = 17\Omega \quad \text{-उत्तर}$$

बैटरी का टर्मिनल वोल्टेज V = E–ir = 10 – 0.5×3 = 8.5 वोल्ट -उत्तर

प्रश्न 7. सेलों के श्रेणीक्रम / समान्तर क्रम संयोजन के तुल्य प्रतिरोध के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर- श्रेणीक्रम- सेलों का श्रेणीक्रम संयोजन तब कहा जाएगा, जबकि प्रत्येक सेल के सिरों पर धारा का मान समान हो।



चित्र- सेलों का श्रेणीक्रम संयोजन

इस संयोजन के लिए, पहले सेल की ऋण प्लेट को, दूसरे सेल की धन प्लेट से, दूसरे सेल की ऋण प्लेट को तीसरे प्लेट की धन प्लेट से, इसी प्रकार अन्य सेलों को भी जोड़ा जाता है। अन्त में पहले सेल की धन प्लेट व अंतिम सेल की ऋण प्लेट के बीच बाह्य प्रतिरोध जोड़ दिया जाता है, जिससे बाह्य परिपथ में विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

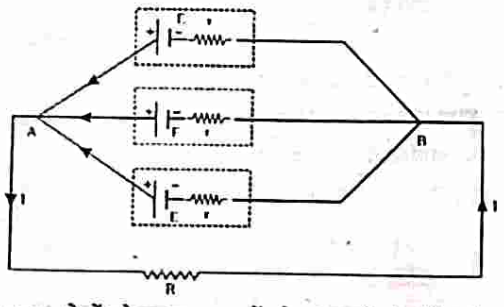
माना n सेलों को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है, जिनमें प्रत्येक सेल का वि.वा. बल E व आन्तरिक प्रतिरोध r है। तब
बैटरी का कुल वि.वा. बल = nE तथा
कुल आन्तरिक प्रतिरोध = nr
अतः बाह्य प्रतिरोध का मान R हो तो परिपथ का कुल प्रतिरोध = R + nr (R और nr श्रेणीक्रम में हैं)
∴ बाह्य प्रतिरोध R में प्रवाहित धारा

$$I = \frac{\text{बैटरी का कुल वि.वा.बल}}{\text{परिपथ का कुल प्रतिरोध}} = \frac{nE}{R+nr} \quad ...(1)$$

यही परिपथ में बहने वाली धारा के लिए व्यंजक है।
सेलों को श्रेणीक्रम में उस समय जोड़ना चाहिए, जबकि सेलों का आन्तरिक प्रतिरोध, बाह्य प्रतिरोध की तुलना में नगण्य हो।

सेलों का संयोजनक्रम

इस संयोजन के लिए, सभी सेलों के धन ध्रुव एक बिन्दु पर तथा ऋण ध्रुव दूसरे बिन्दु पर जोड़कर, इन दोनों बिन्दुओं के बीच बाह्य प्रतिरोध जोड़ दिया जाता है, जिससे बाह्य परिपथ में विद्युत धारा बहने लगती है।



माना n सेलों को समान्तर क्रम में जोड़ा गया है, जिनमें प्रत्येक सेल का वि.वा. बल E व आन्तरिक प्रतिरोध r है, तब
बैटरी का कुल वि.वा. बल = E

तथा कुल आन्तरिक प्रतिरोध = $\frac{r}{n}$

सेल समान्तर क्रम में जुड़े हैं

$\frac{1}{r'} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + ... + n$ पदों तक ,

$\frac{1}{r'} = \frac{n}{r}$ या $r' = \frac{r}{n}$

अतः बाह्य प्रतिरोध का मान R हो तो परिपथ का कुल प्रतिरोध

$= R + r^1 = R + \frac{r}{n}$

∴ बाह्य प्रतिरोध R में प्रवाहित धारा

$$I = \frac{\text{बैटरी का कुल वि.वा.बल}}{\text{परिपथ का कुल प्रतिरोध}} = \frac{E}{R+\frac{r}{n}}$$

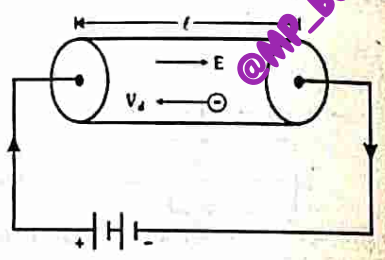
$$\text{या} \quad I = \frac{nE}{nR+r} \quad ...(1)$$

यही परिपथ में बहने वाली धारा के लिए व्यंजक है।
सेलों को समान्तर क्रम में उस समय जोड़ना चाहिए, जबकि सेलों का बाह्य प्रतिरोध, आन्तरिक प्रतिरोध की तुलना में नगण्य हो।

प्रश्न 8. धारा और इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग में सम्बन्ध ज्ञात कीजिए।

उत्तर– Y mmH SmA ZW_Z dd- किसी धात्विक चालक में इलेक्ट्रॉन, विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में एक नियत औसत वेग से बहता है। इस नियत औसत वेग को ही अनुगमन वेग कहते हैं। इसे V_d से दर्शाते हैं।

धारा एवं अनुगमन वेग में सम्बन्ध– माना कि किसी सुचालक तार (धातु का टुकड़ा) का अनुप्रस्थ परिच्छेद A है तथा इसके प्रति एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या n है। अब यदि इस तार को किसी स्त्रोत (बैटरी) से जोड़ा जाता एवं इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग V_d हो तो तार के परि A में होकर प्रति सेकण्ड प्रवाहित होने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या,



चालक तार के आयतन AV_d में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होगी।
अतः आयतन AV_d में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = nAV_d
यदि प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर उपस्थित आवेश का मान e है एवं परिच्छेद A में से होकर, 1 सेकण्ड में प्रवाहित होने वाले आवेश का मान = $n.A.V_d.e$
परिभाषा से, यही विद्युत धारा होती है
∴ I = एक सेकण्ड में प्रवाहित होने वाला आवेश = $n.A.V_d.e$

अथवा $v_d = \frac{I}{neA}$

धारा एवं अनुगमन वेग में यही सम्बन्ध है।

प्रश्न 9. अपवाह वेग (अनुगमन वेग) और धारा घनत्व में संबंध स्थापित कीजिए।

उत्तर– माना कि चालक के एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या = n व इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग = V_d
अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A
तब 1 से.मे. प्रवाहित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = nAV_d
परन्तु प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर आवेश = e
अत- 1 से में प्रवाहित आवेश (= धारा) $I = nAV_de$

अथवा $\frac{I}{A} = nV_de$

$J = nV_de$

प्रश्न 10. मुक्त इलेक्ट्रॉन मॉडल के आधार पर ओम के नियम का निगमन कीजिए एवं ओम के नियम की विफलता का कारण बताइए। ★

उत्तर– मुक्त इलेक्ट्रॉन मॉडल के आधार पर ओम के नियम का निगमन

l लम्बाई वाले तार के सिरों पर विभवान्तर V है।
अतः तार के प्रत्येक बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{V}{l} \quad ....(1)$$

चूँकि धारा प्रवाह इलेक्ट्रॉन के गति के कारण होता है, अतः

प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला बल $F = eE = \frac{eV}{l}$ ....(2)

इलेक्ट्रॉन का त्वरण $a = \frac{F}{m} = \frac{eV}{ml}$ ....(3)

किसी इलेक्ट्रॉन की धन आयनों से दो क्रमागत टक्करों के बीच के माध्य समय अन्तराल τ (श्रांति काल) में इलेक्ट्रॉन द्वारा प्राप्त वेग $v = a\tau$ ...(4)

टक्कर के बाद इलेक्ट्रॉन का वेग शून्य हो जाता है व त्वरण a के कारण अगली टक्कर तक वेग शून्य से बढ़कर v हो जाता है।
अतः मुक्त इलेक्ट्रॉन का माध्य अनुगमन वेग

$$V_d = \frac{0+v}{2} = \frac{1}{2}a\tau \quad ...(5)$$

a का मान (3) से रखने पर $V_d = \frac{eV\tau}{2ml}$ ...(6)

यदि A= चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल
n= चालक के प्रति इकाई आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या
V_d= इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग, e = इलेक्ट्रॉन पर आवेश
∴विद्युत धारा $i = neAV_d$ ...(7)

अतः $i = neA\frac{eV\tau}{2ml} = \left(\frac{ne^2\tau}{2m}\right)\left(\frac{A}{l}\right)v$ ...(8)

अतः $i \propto V$, चालक ओम के नियम का पालन करता है।

$\therefore \frac{V}{I} = \left(\frac{2m}{ne^2\tau}\right)\left(\frac{l}{A}\right) = R$ = प्रतिरोध ...(9)

विद्युत प्रतिरोध R (i) लम्बाई ℓ के अनुक्रमानुपाती होता है। (ii) अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A, श्रान्ति काल τ, n के व्युत्क्रमानुपाती होता है। (iii) श्रांतिकाल τ चालक की प्रकृति एवं ताप पर निर्भर करता है।

प्रश्न 11. किसी धातु चालक में इलेक्ट्रॉनों का अपवाद वेग ताप में वृद्धि के साथ किस प्रकार परिवर्तित होता है व्याख्या कीजिए।

उत्तर– ताप में वृद्धि होने पर इलेक्ट्रॉनों की धन आयमों से टक्कर की दर बढ़ जाती है, जिससे इलेक्ट्रॉन का दो क्रमागत टक्करों के बीच का औसत समयान्तराल । घट जाता है। इस कारण ताप बढ़ने पर इलेक्ट्रॉनों का अपवाह वेग घट जाता है।

प्रश्न 12. किसी चालक का प्रतिरोध किन–किन कारकों पर निर्भर करता है ?

उत्तर– किसी चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले क़ारक (1)चालक की लम्बाई पर, (2) चालक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर, (3) ताप पर, (4) चालक के पदार्थ की प्रकृति पर।

प्रश्न 13. प्रतिरोध और प्रतिरोधकता में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर– प्रतिरोध और प्रतिरोधकता में अंतर–

क्र.	प्रतिरोध	प्रतिरोधकता
1.	किसी चालक का प्रतिरोध उसकी लम्बाई तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर करता है।	किसी चालक का वि. प्रतिरोध उसकी लम्बाई तथा अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है।
2.	धातुओं का प्रतिरोध ताप बढ़ाने पर बढ़ता है।	धातुओं का विशिष्ट प्रतिरोध ताप बढ़ाने पर बढ़ता है।
3.	इसका मात्रक ओह्म है।	इसका मात्रक ओह्म × मीटर है।

प्रश्न 14. किसी चालक में धारा प्रवाहित करने में व्यय विद्युत ऊर्जा तथा विद्युत शक्ति के व्यंजक निगमित कीजिए।

उत्तर- माना किसी चालक तार जिसका प्रतिरोध R है, के सिरों पर विभवान्तर V आरोपित करके t सेकण्ड तक धारा I प्रवाहित की जाती है। यदि t सेकण्ड में तार में बहने वाला आवेश q हो, तब

$$q = I \times t$$

तार के सिरों पर आरोपित V वोल्ट विभवान्तर पर q कूलॉम आवेश को एक सिरे से दूसरे सिरे तक ले जाने में

@MP_BOARD_25 (Telegram)

किया गया कार्य-

$$W = q \times V \text{ जूल}$$

अतः चालक तार में I एम्पियर धारा t सेकण्ड तक बहाने में किया गया कार्य अर्थात् व्यय विद्युत ऊर्जा

$$W = I \times V \times t \text{ जूल}$$

या $W = I^2Rt$ जूल [$\because V = IR$ ओम का नियम]

या $$W = \frac{V^2}{R} \text{ जूल}$$

विद्युत सामर्थ्य- व्यय विद्युत ऊर्जा की दर

$$P = \frac{W}{t} = VI \text{ वाट}$$

या $$P = I^2R \text{ वाट}$$

या $$P = \frac{V^2}{R} \text{ वाट}$$

प्रश्न 15. सेल का आन्तरिक प्रतिरोध किसे कहते हैं ? यह किन-किन कारकों पर निर्भर करता है।

उत्तर- आन्तरिक प्रतिरोध - सेल के अन्दर उपस्थित विद्युत अपघट्य के द्वारा धारा के मार्ग में उत्पन्न किए गए अवरोध को, सेल का आंतरिक प्रतिरोध कहते हैं।

इसे संकेत r से दर्शाते हैं।

प्रभावित करने वाले कारक- (i) दोनों इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी, (ii) विद्युत अपघट्य की सान्द्रता, (iii) अपघट्य में इलेक्ट्रोडों के डूबे हुए भागों का क्षेत्रफल, (iv) ताप पर।

प्रश्न 16. सेल के विद्युत वाहक बल व विभवान्तर में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- विद्युत वाहक बल व विभावन्तर में अन्तर-

क्र.	विद्युत वाहक बल	विभवान्तर
1.	सेल के खुले परिपथ में सेल के इलेक्ट्रोडों के बीच के विभवान्तर को विद्युत वाहक बल कहते हैं।	बंद परिपथ में किन्हीं दो बिन्दुओं के विभव के अन्तर को विभवान्तर कहते हैं।
2.	विद्युत परिपथ भंग होने पर भी इसका अस्तित्व रहता है।	विद्युत परिपथ भंग होने पर इसका अस्तित्व नहीं रहता है।
3.	इसका मान परिपथ के प्रतिरोध पर निर्भर नहीं करता है।	इसका मान दो बिन्दुओं के बीच के प्रतिरोध पर निर्भर करता है।
4.	इसका मान सदैव विभवान्तर से अधिक होता है।	इसका मान सदैव वि. वा. बल से कम होता है।

प्रश्न 17. सेल के आंतरिक प्रतिरोध को परिभाषित कर इसके लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- सेल के आंतरिक प्रतिरोध जब विद्युत धारा सेल के अन्दर प्रवाहित होती है, तो विद्युत-अपघट्य के कारण सेल भी धारा के मार्ग में अवरोध उत्पन्न करता है। सेल द्वारा विद्युत धारा के मार्ग में आरोपित बल को सेल का आंतरिक प्रतिरोध निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है।

(i) दोनों इलेक्ट्रोडो के बीच की दूरी पर इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी बढ़ाने पर सेल का आन्तरिक प्रतिरोध बढ़ जाती है।

(ii) विद्युत अपघट्य में इलेक्ट्रोडों के डुबे भाग के क्षेत्रफल पर यदि इलेक्ट्रोडों का अधिक क्षेत्रफल विद्युत में डूबा हो, तो उसका आंतरिक प्रतिरोध कम होता है।

(iii) विद्युत अपघट्य की सान्द्रता पर विद्युत अपघट्य की सान्द्रता अधिक होने पर सेल का आन्तरिक प्रतिरोध अधिक होता है।

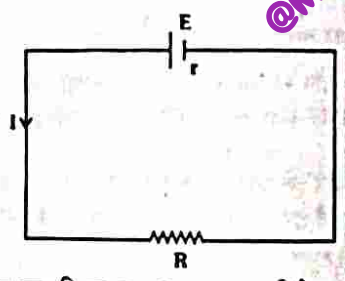
(iv) ताप पर ताप बढ़ाने पर आन्तरिक प्रतिरोध का मान कम हो जाता है।

मान लो किसी सेल का वि.वा. बल E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r है।

यह बाह्य प्रतिरोध R में विभवान्तर V पर धारा I भेजती है।

अतः ओम के नियम से,

$$I = \frac{V}{R} \quad ...(1)$$



परिपथ का कुल वि.वा. बल E तथा कुल प्रतिरोध = R + r

$$\therefore \quad I = \frac{E}{R+r} \quad ...(2)$$

समीकरण (1) और (2) से,

$$\frac{V}{R} = \frac{E}{R+r} \quad ...(2)$$

या $VR + Vr = ER$

या $Vr + ER = VR$

या $r = R(E - V) / V$

या $r = R(E / V - 1)$ यही अभीष्ट सम्बन्ध है।

प्रश्न 18. किरचॉफ के नियम लिखिए एवं इन्हें समझाइए।

उत्तर- देखिए लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 1 में।

प्रश्न 19. सेल के वि.वा. बल को परिभाषित कीजिए। इसका मात्रक व विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर- सेल सहित पूरे परिपथ में एकांक आवेश के प्रवाह के लिए सेल द्वारा किया गया कार्य या दी गई ऊर्जा को सेल का वि.वा.ब. कहते हैं। इसे E से दर्शाते है-

$$E = \frac{w}{q}$$

मात्रक - जूल/कूलॉम या वोल्ट

विमीय सूत्र $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$

प्रश्न 20. 10 V वि.वा. बल वाली बैटरी जिसका आंतरिक प्रतिरोध 3 ओम है, किसी प्रतिरोधक से संयोजित है यदि परिपथ में धारा का मान 0.5A हो, तो प्रतिरोधक का प्रतिरोध क्या है ?

उत्तर- देखिए लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 6 में।

प्रश्न 21. कमरे का ताप 27 °C पर किसी तापन अवयव का प्रतिरोध 100 ओम है। यदि तापन अवयव का प्रतिरोध 117 ओम हो तो अवयव का ताप क्या होगा ? प्ररिरोध के पदार्थ का ताप गुणांक 1.70×10^{-4} °C^{-1} है।

उत्तर- दिया है- $t_1 = 27$ °C

$$R_1 = 100\,\Omega,\ R_2 = 117\,\Omega$$

$$\alpha = 1.70 \times 10^{-4}\ ^\circ C^{-1}$$

$$t_2 = ?$$

$$R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)$$

$$R_2 = R_1 + \alpha R_1(t_2 - t_1)$$

$$R_2 - R_1 = \alpha R_1(t_2 - t_1)$$

$$\frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} = t_2 - t_1$$

$$t_2 = \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} + t_1$$

मान रखने पर

$$t_2 = \frac{117 - 100}{100 \times 1.70 \times 10^{-4}} + 27$$

$$= \frac{1700}{1.7} + 27 = 1027\ ^\circ C \quad \text{-उत्तर}$$

नोट- सेल के आंतरिक प्रतिरोध टर्मिनल वोल्टता एवं विद्युत धारा से सम्बन्धित अन्य संख्यात्मक प्रश्नों का अभ्यास करें। □

@MP_BOARD_25 (Telegram)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) एक गतिमान आवेश उत्पन्न करता है-
(a) केवल विद्युत क्षेत्र
(b) केवल चुम्बकीय क्षेत्र
(c) विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र दोनों
(d) कोई नहीं

(2) धारा वाही वृत्तीय कुण्डली के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र होता है-
(a) कुण्डली के तल में
(b) कुण्डली के तल के लम्बवत्
(c) कुण्डली के तल से 45^0 पर
(d) कुण्डली के तल से 60^0 पर

(3) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर लगने वाला बल है-
(a) $q\vec{v} \times \vec{B}$ (b) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$
(c) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$ (d) शून्य

(4) धारामापी की कुंडली के साथ श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध जोड़ने पर बनता है-
(a) वोल्टमीटर (b) अमीटर
(c) वोल्टामीटर (d) इनमें से कोई नहीं

(5) एक आवेशित कण, समचुम्बकीय क्षेत्र में इसके समांतर प्रवेश करता है तो कण का पथ कैसा होगा-
(a) सरल रेखा (b) वृत्तीय
(c) परवलय (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर- (1) - (c), (2) - (b), (3) - (a), (4) - (a), (5) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए -

(1) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में लटके धारावाही लूप पर लगने वाला बल आपूर्ण अधिकतम होता है, जबकि लूप का तल चुम्बकीय क्षेत्र के ..... होता है।
(2) एक आदर्श अमीटर का प्रतिरोध ..... होता है।
(3) एक आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध ..... होता है।
(4) शण्ट को हमेशा ..... क्रम में जोड़ा है।
(5) चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर लगने वाले बल को ..... कहते हैं।
(6) चुम्बकनशीलता का SI मात्रक ..... है।

(7) चुम्बकीय तीव्रता का SI मात्रक ..... है।
(8) चुम्बकीय क्षेत्र एक ..... राशि है।
(9) यदि कोई आवेशित कण एक समान चुंबकीय क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा में किसी वेग से गति करता है तो उस पर लगने वाला चुम्बकीय बल ..... होता है।
(10) टेसला ..... का मात्रक होता है।
(11) विद्युत परिपथ में अमीटर को ..... में जोड़ते हैं।
(12) शण्ट के उपयोग से धारामापी की ..... कम हो जाती है।
(13) चल कुण्डली धारामापी में त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए ध्रुवों को ..... बनाया जाता है।
(14) समान दिशा में धारावाही दो समानांतर चालकों के मध्य बल ..... प्रकृति का होता है।
(15) विद्युत परिपथ में वोल्टमीटर को ..... में जोड़ते हैं।
(16) जब दो धारावाही समानांतर तार में धारा विपरीत दिशा में है, तब वे एक दूसरे को ..... करते हैं।

उत्तर- (1) लम्बवत्, (2) शून्य, (3) अनन्त, (4) समान्तर, (5) लारेन्ज बल, (6) N/A², (7) N/Axm (8) सदिश, (9) लारेन्ज बल (आकर्षण), (10) चुम्बकीय, (11) श्रेणीक्रम, (12) सुग्राहिता, (13) त्रिज्यीय, (14) आकर्षण, (15) समान्तर क्रम, (16) प्रतिकर्षण।

प्रश्न 3. एक शब्द/वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का SI मात्रक लिखिए।
(2) दो समान्तर चालकों में एक ही दिशा में धारा प्रवाहित हो रही है, तब उनके मध्य लगने वाले बल की प्रकृति क्या होगी ?
(3) धारावाही कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान लिखिए।
(4) 99 Ω प्रतिरोध की कुण्डली वाले धारामापी में से मुख्य धारा का 10 प्रतिशत प्रवाहित करना हो तो शण्ट का प्रतिरोध क्या होगा ?
(5) द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमीटर क्या है ?
(6) धारामापी की कुण्डली के बीच में नर्म लोहे का क्रोड क्यों रखा जाता है ?
(7) एक आवेशित कण समचुम्बकीय क्षेत्र में इसके समान्तर प्रवेश करता है तो कण का पथ कैसा होगा ?
(8) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर लगने वाला बल कब अधिकतम होगा ?
(9) चुम्बकीय क्षेत्र के लिए गॉस का नियम लिखिए।
(10) किसी लंबे धारावाही चालक के चारों ओर उत्पन्न चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा क्या होगी ?

उत्तर- (1) न्यूटन/ऐम्पियर × मीटर, (2) आकर्षण बल, (3) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2\pi I}{r}$ टेसला, (4) दिया है G = 99 Ω

$I_g = \frac{1}{10}$, $S = \frac{I_g G}{I - I_g}$ मान रखने पर $S = \frac{\frac{1}{10} \times 99}{1 - \frac{1}{10}}$

= 11Ω, (5) द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमीटर एक विश्लेषणात्मक तकनीक है, जिसके द्वारा किसी मिश्रण में उपस्थित पृथक् रासायनिक जातियों को पहले आयनिक करके आवेश किया जाता है और फिर उनके द्रव्यमान और आवेश के अनुपात के आधार पर अलग-अलग किया जाता है। (6) नम लोहे की चुम्बकशीलता अधिक होती है तथा क्षेत्र त्रिज्यीय होने में सहायता मिलती है। (7) आवेशित कण का पथ ऋजु रेखीय होगा। (8) जब आवेश चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् गति करता है। (9) किसी भी बंद पृष्ठ से गुजरने वाला नेट चुम्बकीय फ्लक्स शून्य होता है। (10) चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा चालक के चारो ओर बंद वृत्त के रूप में होगी।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. ऐम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार, चुम्बकीय क्षेत्र B का एक बन्द वक्र C के अनुदिश रेखीय समाकल, वक्र द्वारा परिबद्ध कुल धारा I का μ_0 गुना होता है अर्थात् $\oint \vec{B}.\vec{dt} = \mu_0 I$.

प्रश्न 2. चुम्बक संबंधी गॉस नियम लिखिए।

उत्तर- देखिए वस्तुनिष्ठ प्रश्न 3 का प्रश्न क्र. 9 का उत्तर।

प्रश्न 3. लारेंज बल के आधार पर चुम्बकीय क्षेत्र (B) के मात्रक को परिभाषित कीजिये।

उत्तर- लारेंज बल F = qv B sin θ
v = 1, q = 1, θ = 90° तब B = F
चुम्बकीय क्षेत्र उस बल के बराबर होता है, जब एकांक आवेश, एकांक वेग से लम्बवत् कार्यरत हो।

प्रश्न 4. चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के कोई दो गुण लिखिये।

उत्तर- (1) ये बन्द वक्र होती है (2) दो क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को कभी नहीं कटती है।

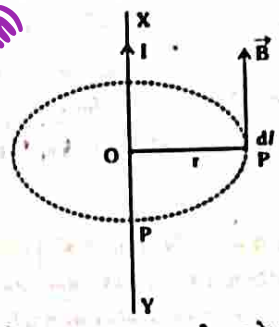
प्रश्न 5. अमीटर और वोल्टमीटर में कोई दो अंतर लिखिए।

उत्तर- अमीटर और वोल्टमीटर में कोई दो निम्न अंतर-

क्र.	अमीटर	वोल्टमीटर
(1)	इसकी सहायता से परिपथ में बहने वाली धारा मापी जाती है	इसकी सहायता से परिपथ में किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर मापते हैं।
(2)	इसे परिपथ में श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है।	इसे परिपथ में समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है।

प्रश्न 6. ऐम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए तथा इसे बायो सावर्ट नियम से व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- ऐम्पियर का परिपथीय नियम- देखिए अ.ल. उ.प्र. क्र. 1
व्युत्पत्ति असीमित लम्बाई के एक ऋजुरेखीय चालक XY की कल्पना करो, जिससे धारा I प्रवाहित हो रही है। इसके कारण चालक के अक्ष से r दूरी पर स्थित किसी बिन्दु p पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की गणना करनी है।



बायो सेवर्ट नियमानुसार इस धारावाही तार के कारण कागज के तल में बिन्दु o से r दूरी पर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का परिमाण

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2I}{r}$$

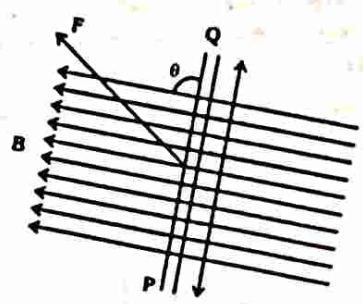
इस स्थिति में चुम्बकीय बल रेखाएँ कागज के तल में सकेन्द्रीय वृत्त होती है। इस प्रकार स्पष्ट है कि त्रिज्या r के वृत्ताकार पथ के प्रत्येक बिन्दु पर क्षेत्र $\vec{B}$ का परिमाण समान होता है तथा दिशा उस बिन्दु पर वृत्त पर खींची गई स्पर्श रेखा के अनुदिश होती है।
अतः वृत्ताकार पथ के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का रेखीय समाकलन

$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \oint B.dl = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2I}{r}$$
$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \oint dl$$
$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \times 2\pi r$$
$$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 I$$

यही ऐम्पियर का परिपथीय नियम है।

प्रश्न 7. एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित धारावाही चालक पर लगने वाले बल का व्यंजन प्राप्त कीजिए।

उत्तर-

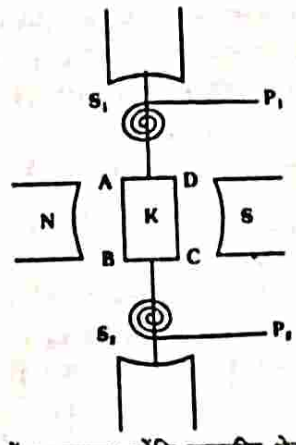


चित्र में एक धारावाही चालक (लम्बाई L व अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A) चुम्बकीय क्षेत्र B में क्षेत्र की दिशा से θ कोण बनाते हुए रखा है। माना चालक में I धारा P से Q की ओर प्रवाहित होती है। तब चालक के इलेक्ट्रॉन Q से P की ओर गति करते हैं, तब इलेक्ट्रोन पर लगने वाला बल $F_1 = eV_d BSin\theta$ एवं चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित धारावाही चालक पर लगने वाला बल F = एक इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला बल (F^1) × इलेक्ट्रॉनों की संख्या

$$F = eV_d Sin\theta \times nAL$$
या $$F = nAV_d eBLSin\theta$$
$$F = IBL\ Sin\theta\ /\ I = nAV_d e$$

प्रश्न 8. चल कुण्डली धारामापी (वेस्टन) का नामांकित चित्र बनाइए। इसके ध्रुव अवतल क्यों बनाए जाते हैं ?

उत्तर-



अवतल ध्रुवों का कारण क्योंकि चुम्बकीय क्षेत्र त्रिज्यीय हो जाए तथा कुण्डली का तल सदैव चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर रहे।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 9. धारामापी की सुग्राहिता से आप क्या समझते हैं? इसके लिए व्यंजक लिखिए तथा इसकी सुग्राहिता कैसे बढ़ाई जा सकती है?

उत्तर– सुग्राहिता- एकांक धारा प्रवाहित करने पर धारामापी की कुण्डली में उत्पन्न विक्षेप को धारामापी की सुग्राहिता कहते हैं।

व्यंजक- सुग्राहिता $S = \frac{\phi}{I}$ .....(1)

जहाँ I प्रवाहित धारा

$$I = \frac{C}{nBA}\phi \quad .....(2)$$

समी. (1)व (2) से

$$\boxed{S = \frac{nBA}{C}}$$

n = कुंडली में फेरों की संख्या
B = चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता
A = प्रत्येक फेरे का क्षेत्रफल
C = एकांक ऐठन का आघूर्ण

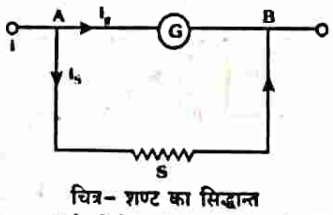
सूत्र के अनुसार n, B व A के माने बढ़ाने पर धारामापी की सुग्राहिता बढ़ाई जा सकती है।

प्रश्न 10. शण्ट किसे कहते हैं? शण्ट के मान हेतु आवश्यक व्यंजक स्थापित कीजिए।

उत्तर– एक कम प्रतिरोध का तार जो धारामापी की कुण्डली के समान्तर में संयोजित किया जाता है, शण्ट या पार्श्ववाही या पार्श्व पथ कहलाता है।

माना धारामापी का प्रतिरोध G और उसकी कुण्डली के समान्तर क्रम में जोड़े गए शण्ट का प्रतिरोध S है। परिपथ में प्रवाहित होने वाली मुख्य धारा का मान I है। यदि परिपथ में मुख्य धारा I का i_g भाग कुण्डली में से और शेष i_S भाग शण्ट में से प्रवाहित होता है। तब

$$i = i_g + i_S \quad ...(1)$$



चित्र- शण्ट का सिद्धान्त

शण्ट व धारामापी के सिरों का विभवान्तर V हो, तो ओम के नियम से $V = i_g G$ व $V = i_s S$

अत: $i_g G = i_s S.$

$$\frac{i_s}{i_g} = \frac{G}{S} \quad ...(2)$$

अर्थात् शण्ट और कुण्डली में प्रवाहित धाराओं के मान उनके प्रतिरोधों के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं।

समीकरण (2) के दोनों तरफ 1 जोड़ने पर

$$\frac{i_s}{i_g} + 1 = \frac{G}{S} + 1$$

$$\frac{i_s + i_g}{i_g} = \frac{G+S}{S}$$

परन्तु $i = i_g + i_s$

$$\frac{i}{i_g} = \frac{G+S}{S}$$

अत: $i_g = \frac{S}{G+S} i$ या $S = \left(\frac{i_g}{i - i_g}\right) G$ ...(3)

समीकरण (3) को इस तरह लिखा जा सकता है $\frac{i_g}{i} = \frac{S}{G+S}$

यदि मुख्य धारा का $\frac{1}{n}$ भाग धारामापी की कुण्डली में से प्रवाहित करना हो तो

$i_g = \frac{1}{n} i$ अत: $\frac{\frac{1}{n} i}{i} = \frac{S}{G+S}$ या $\frac{1}{n} = \frac{S}{G+S}$

या $nS = G + S$ या $nS - S = G$

$\therefore$ $S = \frac{G}{n-1}$ ...(4)

समीकरण (4) से स्पष्ट है कि धारामापी की कुण्डली से I का nवाँ भाग प्रवाहित करने के लिए उसके समान्तर क्रम में कुण्डली के प्रतिरोध का (n – 1) वाँ भाग संयोजित करना चाहिए।

प्रश्न 11. किसी आवेशित कण पर लगने वाले विद्युत बल एवं चुम्बकीय बल में चार अन्तर लिखिए।

उत्तर–

क्र.	चुम्बकीय बल	विद्युत बल
(1)	आवेश q पर चुम्बकीय B में लगने वाला बल $F = qvB \sin\theta$	आवेश q पर विद्युत क्षेत्र E में लगने वाला बल $F = qE$
(2)	इसका मान आवेश की तीव्रता, वेग इत्यादि पर निर्भर करता है।	इसका मान आवेश की मात्रा व विद्युत क्षेत्र की तीव्रता पर निर्भर करता है।
(3)	जब आवेश चुम्बकीय क्षेत्र में विराम की स्थिति में हो तो उस पर चुम्बकीय बल नहीं लगता है।	जब आवेश विद्युत क्षेत्र में विराम में हो, तब भी उस पर विद्युत बल लगता है।
(4)	चुम्बकीय बल, कण के वेग पर निर्भर करता है।	विद्युत बल, कण के वेग पर निर्भर नहीं करता है।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 12. ऐम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए तथा इसे सिद्ध कीजिए।

उत्तर– देखिए अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 1 व 6 का उत्तर।

प्रश्न 13. अमीटर और वोल्टमीटर में अंतर लिखिए।

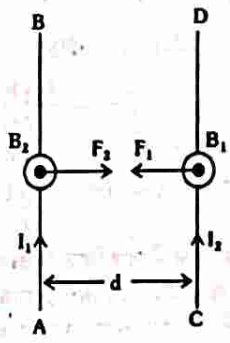
उत्तर– देखिए अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 5 का उत्तर।

प्रश्न 14. दो समान्तर धारावाही चालकों के मध्य लगने वाले बल के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। यह बल कब आकर्षण का होगा और कब प्रतिकर्षण।

उत्तर– चित्र में दो समान्तर धारावाही चालक AB व CD एक दूसरे से d दूरी पर रखे हैं। प्रत्येक चालक की लम्बाई l है। माना इन चालकों में क्रमशः I_1 व I_3 धाराएँ एक ही दिशा में प्रवाहित है।

चालक AB में धारा I_1 ऊपर की ओर प्रवाहित करने से चालक CD पर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है, बायो सेवर्ट नियम से इस चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$B_1 = \frac{40}{4\pi} \times \frac{2I_1}{a} \quad ....(1)$$



$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2I_1}{d} \quad ....(1)$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र B_1 की दिशा कागज के तल के लम्बवत् होगी। (दाहिने हाथ की हथेली नियम से)

अत: लॉरेन्ज के नियम से CD चालक पर कार्य करने वाला बल

$$F_1 = I_2 B_1 l \sin 90°$$

सूत्र $F = BIl \sin\theta$

अत: $F_1 = I_2 B_1 l$ ....(2)

यह बल F_1, चालक CD पर चित्रानुसार अन्दर की ओर कार्य करेगा।

समी. (1) व (2) से

$$F_1 = I_2 \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2I_1}{d} \times l$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{d} l \text{ न्यूटन}$$

सममिति से AB चालक की लम्बाई। पर भी इतना ही बल चालक CD की ओर कार्यशील होगा।

प्रत्येक चालक की एकांक लम्बाई ($l = 1$) पर कार्यशील बल

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{d} \text{ न्यूटन}$$

आकर्षण बल – दोनों समान्तर चालकों में एक ही दिशा में धारा प्रवाहित करने पर आकर्षण बल कार्य करेगा।

प्रतिकर्षण बल– दोनों समान्तर चालकों में विपरीत दिशा में धारा प्रवाहित करने पर प्रतिकर्षण बल कार्य करेगा।

प्रश्न 14. शण्ट क्या है? इसका उपयोग लिखिए। इससे होने वाले लाभ व हानि लिखिए।

उत्तर– शण्ट- देखिए अ.त.प्र.क्र. 10।

शण्ट से लाभ– शण्ट से निम्न लाभ हैं-

(1) धारामापी के साथ शण्ट लगा होने पर इसे प्रबल धारा वाले परिपथ में संयोजित करने पर इसकी कुण्डली के जल जाने का भय नहीं रहता है एवं संकेतक के टूटने या मुड़ने का भय नहीं रहता है।

(2) शण्ट का प्रतिरोध बदल-बदलकर धारामापी की परास बदली जा सकती है।

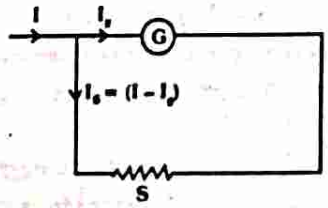
(3) शण्ट धारामापी की कुण्डली के साथ समान्तर क्रम में लगा रहता है, जिससे धारामापी का परिणामी प्रतिरोध बहुत ही कम हो जाता है।

हानि– शण्ट के कारण धारामापी की सुग्राहिता कम हो जाती है।

उपयोग– (1) शण्ट का उपयोग कर धारामापी को अमीटर में बदला जा सकता है। (2) शण्ट का उपयोग कर अमीटर की परास को बढ़ाया जा सकता है।

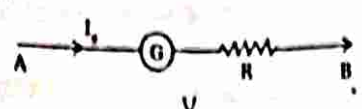
प्रश्न 15. चल कुण्डली धारामापी को अमीटर और वोल्टमीटर में कैसे परिवर्तित किया जाता है?

उत्तर– अमीटर– धारामापी की कुण्डली के समान्तर क्रम के उचित मान का अल्प प्रतिरोध (शण्ट) जोड़ देने से वह संगत परास के अमीटर में बदल जाता है।



$$S = \frac{I_g S}{I - I_g}$$

वोल्टमीटर – धारामापी के श्रेणीक्रम में उचित मान का उच्च प्रतिरोध जोड़ने पर वह संगत परास के वोल्टमीटर में बदल जाता है।



$$R = \frac{V}{I_g} - G$$

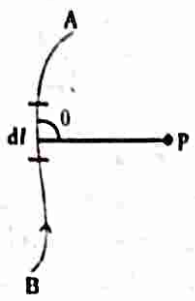
प्रश्न 16. बायो सेवर्ट का नियम लिखिए।

उत्तर – माना एक चालक AB जिसमें धारा I प्रवाहित हो रही है। तब इस धारावाही चालक के एक अल्पांश द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता dB

(1) चालक में बहने वाली धारा I के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात् ?

(2) चालक के उस अल्पांश की लम्बाई के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात् $dB \propto dl$

(3) अल्पांश की लम्बाई और अल्पांश को बिन्दु p से मिलाने वाली रेखा के बीच लगने वाले कोण θ की ज्या (Sine) के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात् $dB \propto Sin\theta$



(4)अल्पांश से बिन्दु p के बीच की दूरी r के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है अर्थात् $dB \propto \frac{1}{r}$

चारों को मिलाने पर $dB \propto \frac{I dl Sin\theta}{r^2}$

$$dB = k\frac{I dl Sin\theta}{r^2}$$

प्रश्न 17. बायो सेवर्ट के नियम के आधार पर विद्युत धारा के मात्रक को परिभाषित कीजिए।

उत्तर – एक ऐम्पियर वह विद्युत धारा है, जो एक मीटर त्रिज्या के एक मीटर लम्बाई के चाप में प्रवाहित करने पर चाप के केन्द्र 10^{-7} वेबर/मी^{2} का चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न कर दे।

प्रश्न 18. किन्हीं दो बिन्दुओं के अन्तर्गत बताइए कि चल कुण्डली धारामापी, स्पर्शज्या धारामापी से किस प्रकार श्रेष्ठ हैं ?

उत्तर – चल कुण्डली धारामापी को स्पर्शज्या धारामापी से श्रेष्ठ है। इसके निम्न कारण हैं– (1) इसे किसी भी स्थिति में रखकर प्रयोग कर सकते हैं। (2) इस पर बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र का प्रभाव कम पड़ता है। (3) इसकी सुग्राहिता अधिक होती है।

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1. एक लम्बे सीधे तार में 35 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। तार से 20 सेमी. दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है ?

उत्तर – दिया है r = 20 सेमी. = 20×10^{-2}m

I = 35A

सूत्र– $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times35}{2\pi\times20\times10^{-2}}$

$= 3.5 \times 10^{-5}$ टेसला –उत्तर

प्रश्न 2. क्षैतिज तल में रखे एक लम्बे सीधेतार में 50A विद्युत धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के पूर्व में 2.5m दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का परिमाण और उसकी दिशा ज्ञात कीजिए।

उत्तर – दिया है r = 2.5m, $\vec{I}$ = 50A

सूत्र $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times50}{2\pi\times2.5}$

$= 4 \times 10^{-6}$ टेसला उत्तर

दाएँ हाथ के नियमानुसार इसकी दिशा ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर होगी।

प्रश्न 3. व्योमस्थ खींचे क्षैतिज बिजली के तार पर 90 A विद्युत धारा पूर्व से पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के 1.5 m नीचे स्थित विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण और उसकी दिशा क्या है ?

उत्तर – दिया है I = 90A, r = 1.5m

सूत्र $B = \frac{\mu_0}{2\pi} I' = \frac{4\pi\times10^{-7}\times90}{2\pi\times1.5}$

$= 12 \times 10^{-6} = 1.2 \times 10^{-5}$T

दाएं हाथ के नियम के अनुसार इसकी दिशा दक्षिण की ओर होगी।

प्रश्न 4. एक तार, जिसमें 8 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। 0.15 T के एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र से 30° का कोण बनाते हुए रखा है। इसकी एकांक लम्बाई पर लगने वाले बल का परिमाण और इसकी दिशा क्या होगी ?

उत्तर– दिया है– I = 8A, B = 0.15T

$\theta = 30^0$

सूत्र $F = BIlSin\theta$

$\frac{F}{l} = BISin\theta$

$F = \frac{F}{l} = BISin\theta$

$= 8 \times 0.15 \times Sin30^0$

$= 8 \times 0.15 \times \frac{1}{2}$

$= 0.60$ N/m

इसकी दिशा $\vec{j}$ और $\vec{B}$ दोनों के लम्बवत् होगी।

प्रश्न 5. तार की एक वृत्ताकार कुंडली में 100 फेरे हैं। प्रत्येक की त्रिज्या 8 सेमी. है और इनमें 0.40A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है ?

उत्तर – दिया है

r = 80 सेमी. = 8×10^{-2} मी, N = 100

I = 0.40A

$B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$

$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times100\times0.40}{2\times8\times10^{-2}}$

$= \frac{4\times3.14\times10^{-7}\times100\times0.40}{2\times8\times10^{-2}}$

$= 3.14 \times 10^{-5}$ टेसला –उत्तर □

@NP_BOARD_25 (Telegram)

अध्याय-5 चुम्बकत्व एवं द्रव्य

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(1) SI पद्धति में ध्रुव प्राबल्य का मात्रक ..... है।

(2) 1 न्यूटन/ऐम्पियर-मीटर ..... गाउस के तुल्य होता है।

(3) चुम्बकीय आघूर्ण की दिशा ..... की ओर से चुम्बकीय अक्ष से अनुदिश होती है।

(4) अक्षीय स्थिति में परिणामी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा चुंबकीय अक्ष के अनुदिश .....की ओर होती है।

(5) निरक्षीय स्थिति में परिणामी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा चुंबकीय अक्ष के अनुदिश ..... की ओर होती है।

(6) अक्षीय स्थिति में निरक्षीय स्थिति की तुलना में चुम्बक के मध्य बिन्दु से उतनी ही दूरी पर चुंबकीय अक्ष की तीव्रता ..... होती है।

(7) अनुचुम्बकीय पदार्थ प्रबल चुम्बक की ओर ..... होते हैं।

(8) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ प्रबल चुम्बक ..... होते हैं।

(9) अनुचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति ..... होती है।

(10) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति ..... होती है।

(11) किसी दण्ड चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर क्षेत्र रेखाएँ खींचने पर उदासीन बिन्दु ..... स्थिति में प्राप्त होता है।

(12) किसी दण्ड चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर क्षेत्र रेखाएँ खींचने पर उदासीन बिन्दु .... स्थिति में प्राप्त होता है।

उत्तर – (1) ऐम्पियर × मीटर, (2) 10^4, (3) दक्षिण से उत्तरी ध्रुव, (4) चुम्बकीय अक्ष के समान्तर चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव की ओर, (5) चुम्बकीय अक्ष के समान्तर N से S की ओर, (6) दोगुनी, (7) आकर्षित, (8) प्रतिकर्षित, (9) धनात्मक कम (10) ऋणात्मक, (11) अक्षीय, (12) निरक्षीय।

प्रश्न 2. एक वाक्य में उत्तर लिखिए–

(1) चुम्बकीय द्विध्रुव-आघूर्ण की परिभाषा एवं मात्रक लिखिए।

(2) चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का विभीय सूत्र लिखिए।

(3) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के कोई दो गुण लिखिए।

(4) किसी परिनालिका में एक कुण्डली लिपटी है ? जिसके सिरों पर धारा की दिशा वामावर्त हो तो वहाँ कौन-सा ध्रुव बनेगा ?

(5) एक चुम्बकीय द्विध्रुव एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में कब अस्थायी संतुलन में होता है ?

(6) एक चुम्बकीय द्विध्रुव एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में कब स्थायी संतुलन में होता है ?

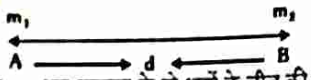
(7) एक दण्ड चुम्बक के दोनों ध्रुवों से बराबर दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता कितनी होती है।

उत्तर – (1) चुम्बक की ध्रुव प्रबलता तथा उसी चुम्बक की प्रभावी लम्बाई के गुणनफल को चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण कहते हैं। NIA को चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण कहते हैं। इसका SI मात्रक Am^2 है। (2) $[M^0L^0T^{-2}A^{-1}]$, (3) देखिए अ.ल.उ.प्र.क्र. 2, (4) N-ध्रुव। (5) चुम्बकीय आघूर्ण $\vec{M}$ चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के लम्बवत् होता है। (6) जब चुम्बकीय आघूर्ण $\vec{M}$ चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के समान्तर होता है। (7) $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{M}{\sqrt{d^2+l^2}}$ ।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. चुम्बक के अंतर्गत कूलॉम का व्युत्क्रम वर्ग का नियम लिखिए तथा इसकी सहायता से एकांक ध्रुव को परिभाषित कीजिए।

उत्तर– कूलॉम का व्युत्क्रम वर्ग नियम- इस नियम के अनुसार किन्हीं दो ध्रुवों के बीच लगने वाला बल उन ध्रुवों के ध्रुव प्राबल्यों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।



यदि m_1 व m_2 ध्रुव प्राबल्य के दो ध्रुवों के बीच की दूरी d हो तो इस नियम के अनुसार उनके बीच लगने वाला बल

$$F \alpha m_1 m_2 \text{ व } F \alpha \frac{1}{d^2}$$

$$F \alpha \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = k\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

एकांक ध्रुव– एकांक ध्रुव वह ध्रुव है, जो वायु या निर्वात् में 1 मीटर की दूरी पर स्थित समरूप ध्रुव को 10^{-7} न्यूटन के बल से प्रतिकर्षित करता है।

प्रश्न 2. चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ क्या हैं ? इसके गुण लिखिए।

उत्तरग– चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ वे वक्राकार पथ, जिनके किसी भी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा प्रदर्शित करती है ।

गुण– देखिए इकाई 1 ल.उ.प्र.क्र. 24।

प्रश्न 3. एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में कार्य करने वाले बलयुग्म के आघूर्ण का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर– माना NS एक दण्ड चुम्बक है, जिसकी प्रभावकारी लम्बाई 2l व ध्रुव प्राबल्य m है। एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B में θ कोण बनाते हुए रखा गया है। इसके प्रत्येक ध्रुव पर mB बल कार्य करेगा। ये बल परिमाण में बराबर तथा दिशा में विपरीत होने के कारण बलयुग्म का निर्माण करेंगे। यह बलयुग्म चुम्बक को क्षेत्र के समान्तर लाने का प्रयास करता है। इसे प्रत्यानयन बल युग्म कहते हैं। अतः प्रत्यानयन बल युग्म का आघूर्ण = एक बल × दोनों बल के बीच की दूरी।

$$\tau = mB \times SP$$

किन्तु ΔNPS

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{SP}{NS}$$

$$SP = NS\text{Sin}\,\theta$$

$$SP = 2l\text{Sin}\,\theta$$

$$\tau = m \times B \times 2l\text{Sin}\,\theta$$

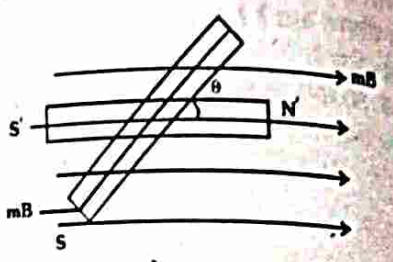
$$\tau = mB \times 2l\text{Sin}\,\theta$$

$$M = m \times 2l$$

चुम्बकीय आघूर्ण।

प्रश्न 4. एक दण्ड चुम्बक को किसी एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाने के लिए किए गए कार्य का व्यंजक स्थापित कीजिए।

उत्तर–



चित्र NS एक दण्ड चुम्बक को एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B में क्षेत्र की दिशा से θ कोण बनाते हुआ रखा है। तब ध्रुवों पर लगने वाला प्रत्यानयन बलयुग्म आघूर्ण $\tau = MB\sin\theta$

यदि चुम्बक को अल्प कोण $d\theta$ से घुमाया जाए तो किया गया कार्य

$$dw = \tau\, d\theta = MB\text{Sin}\,\theta\, d\theta$$

∴ चुम्बक को चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ($\theta = 0^0$) से ? घुमाने में किया गया कार्य

$$w = \int_0^{\theta} dw = \int_0^{\theta} mB\,\text{Sin}\,\theta\, d\theta$$

$$= mB[-\cos\theta]_0^{\theta}$$

$$= mB(1-\cos\theta)$$

प्रश्न 5. अनुचुम्बकीय, प्रतिचुम्बकीय और लौह चुम्बकीय पदार्थों के दो-दो उदाहरण दीजिए।

उत्तर– अनुचुम्बकीय पदार्थ- मैगनीज, प्लेटिनम।

प्रतिचुम्बकीय पदार्थ- पारा, वायु।

लौह चुम्बकीय पदार्थ- लोहा, इस्पात।

प्रश्न 6. फौलाद और लोहे के चुम्बकीय गुणों की तुलना कीजिए।

उत्तर– फौलाद और लोहे के चुम्बकीय गुणों की तुलना-

क्र.	फौलाद	लोहा
(1)	इससे स्थायी चुम्बक बनाए जाते हैं।	इससे अस्थायी चुम्बक बनाए जाते है।
(2)	इसकी चुम्बकीय प्रवृत्ति कम होती है।	इसकी चुम्बकीय प्रवृत्ति अधिक होती है।
(3)	इसकी धारणशीलता अधिक होती है।	इसकी धारणशीलता कम होती है।
(4)	इसका चुम्बकन और विचुम्बकन दोनों कठिन है।	इसका चुम्बकन और विचुम्बकन दोनों सरल है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. क्या होगा यदि एक चुम्बक को दो भागों में विभाजित किया जाए- (1) उसकी लम्बाई के अनुप्रस्थ (लम्बवत्)। (2) उसकी लम्बाई के अनुदेश।

उत्तर– (1) ध्रुव प्राबल्य m रहेगा,लेकिन चुम्बकीय अघूर्ण $\frac{M}{2}$ हो जाएगा।

(2) ध्रुव प्राबल्य $\frac{m}{2}$ व चुम्बकीय आघूर्ण $\frac{M}{2}$ हो जाएगा।

प्रश्न 2. प्रतिकर्षण चुम्बकत्व का निश्चित परीक्षण क्यों ?

उत्तर– एक चुम्बक दूसरे चुम्बक या चुम्बकीय पदार्थ के टुकड़े को अपनी ओर आकर्षित कर सकता है, परन्तु चुम्बक केवल एक अन्य चुम्बक को ही प्रतिकर्षित करता है। अतः प्रतिकर्षण चुम्बकत्व का निश्चित परीक्षण है।

प्रश्न 3. क्या होगा यदि लौह दण्ड चुम्बक को पिघलाया जाए, क्या उसकी चुम्बनशीलता बनी रहेगी ?

उत्तर– लोहे का दण्ड चुम्बक पिघलाने पर वह लौह चुम्बक नहीं रह पाएगा,क्योंकि लोहे की क्यूरी ताप 770^0 सें. होता है। लोहे का गलनांक उसके क्यूरी ताप से अधिक होता है।

प्रश्न 4. एक चुम्बकीय सुई एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में बल आघूर्ण का अनुभव करती है, पर कुल बल का नहीं, परन्तु सुई के पास रखी लोहे की कील पूरे चुम्बकीय क्षेत्र का आकर्षण बल तथा बल आघूर्ण भी अनुभव करती है, क्यों?

उत्तर– एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय सुई के दोनों ध्रुवों पर बराबर तथा विपरीत बल लगते हैं, जो एक बल आघूर्ण बनाते हैं, लेकिन इनका परिणामी बल शून्य होता है। इसके विपरीत एक दण्ड चुम्बक के कारण इसके आसपास चुम्बकीय क्षेत्र असमान होता है, जिससे चुम्बकीय सुई के सिरों पर असमान परिमाण के बल परस्पर विपरीत दिशाओं में लगते हैं, जो एक बल आघूर्ण बनाते हैं तथा एक परिणामी आकर्षण या प्रतिकर्षण बल उत्पन्न करते हैं। □

@MP_BOARD_25 (Telegram)

अध्याय-6 विद्युत चुम्बकीय प्रेरण

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिये-

(1) विद्युत चुम्बकीय प्रेरण में प्रेरित विद्युत वाहक बल निम्न से स्वतंत्र होता है-
(a) फ्लक्स में परिवर्तन (b) समय
(c) फेरों की संख्या (d) कुण्डली का प्रतिरोध

(2) लेंज का नियम संबंधित है-
(a) आवेश संरक्षण के नियम से
(b) ऊर्जा संरक्षण के नियम से
(c) द्रव्यमान संरक्षण के नियम से
(d) संवेग संरक्षण के नियम से

(3) प्रेरित धारा की दिशा ज्ञात की जाती है-
(a) लेंज के नियम से
(b) फ्लेमिंग के दाएं हाथ के नियम से
(c) (a) एवं (b) दोनों
(d) फ्लेमिंग के बाएं हाथ के नियम से

(4) यदि समतल कुण्डली में N फेरे हो, तो उसका स्वप्रेरकत्व अनुक्रमानुपाती होता है-
(a) N2 (b) N
(c) $\sqrt{N}$ (d) N3

(5) विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की खोज की थी-
(a) ऐम्पियर ने (b) फैराडे ने
(c) फ्लेमिंग ने (d) ओरेस्ड ने

(6) स्व प्रेरकत्व का मात्रक है-
(a) हेनरी (b) फैराडे
(c) बेवर (d) टेस्ला

(7) हेनरी मात्रक है-
(a) धारिता का (b) चुंबकीय क्षेत्र का
(c) चुंबकीय फ्लक्स का (d) प्रेरकत्व का

(8) A क्षेत्रफल वाली कुंडली चुंबकीय क्षेत्र B लम्बवत् रखी जाती है। कुंडली को 180^0 के कं से घुमाया जाता है। चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन परिणाम होगा ?
(a) BA (b) 0
(c) 2BA (d) 4BA

उत्तर– (1) (d) फ्लक्स में परिवर्तन, (2) (b), (3) (c), (4) (5) (b), (6) (a), (7) (d), (8) (c).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –

(1) प्रेरित विद्युत वाहक बल ..... में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होता है।

(2) भंवर धाराओं को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के क्रोड ..... बनाए जाते हैं।

(3) किसी कुण्डली में धारा परिवर्तन की दर इकाई होने पर उस कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल का आंकिक मान ..... के बराबर होता है।

(4) एक कुण्डली के अन्दर लोहे का क्रोड रखने पर उसका स्वप्रेरकत्व ..... कहा जाता है।

(5) चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर ..... के अनुक्रमानुपाती होती है।

(6) चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी पृष्ठ से लम्बवत् गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या को ..... कहते हैं।

(7) जब किसी परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन किया जाता है तो उस परिपथ में एक ..... प्रेरित हो जाता है।

(8) प्रेरित विद्युत वाहक बल चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तन का ..... करता है।

(9) लेंज का नियम ..... संरक्षण का नियम है।

(10) फ्लेमिंग के दाएं हाथ के नियम की सहायता से प्रेरित धारा की ..... ज्ञात की जाती है।

(11) SI पद्धति में स्वप्रेरकत्व का मात्रक ..... है।

(12) वृत्ताकार कुंडली में फेरों की संख्या बढ़ाने पर इसका प्रेरकत्व ..... जाता है।

(13) चुम्बकीय फ्लक्स एक ..... राशि है।

(14) विद्युत परिपथ को अचानक तोड़ने पर चिंगारी निकलने का कारण.....।

उत्तर– (1) चुम्बकीय फ्लक्स, (2) पटलित, (3) स्वप्रेरण, (4) बंद, (5) प्रेरित वि.वा.ब., (6) चुम्बकीय फ्लक्स, (7) वि.वा.ब., (8) विरोध, (9) ऊर्जा, (10) दिशा, (11) हेनरी, (12) बढ़, (13) आदेश, (14) स्वप्रेरकत्व।

प्रश्न 3 . एक वाक्य में उत्तर दीजिये–

(1) स्वप्रेरकत्व का SI मात्रक लिखिए।

(2) चुम्बकीय फ्लक्स का SI मात्रक लिखिए।

(3) एक कुण्डली की कुल लम्बाई को अपरिवर्तित रखते हुए कुण्डली में फेरों की संख्या दुगुनी कर दी जाती है। उसका स्वप्रेरकत्व कितने गुना हो जाएगा ?

(4) विद्युत का जड़त्व किसे कहते हैं ?

(5) दो प्रेरक कुण्डलियों के स्वप्रेरकत्व L_1 व L_2 है, इन्हें श्रेणीक्रम में जोड़ने पर तुल्य स्वप्रेरकत्व कितना होगा ?

(6) जब किसी विद्युत परिपथ को भंग किया जाता है, तो उत्पन्न प्रेरित धारा की दिशा क्या होगी ?

(7) प्रेरित धारा का मूल कारण क्या है ?

(8) किसी बंद परिपथ में प्रेरित धारा कब उत्पन्न होती है ?

(9) चुम्बकीय फ्लक्स का मान न्यूनतम कब होता है ?

(10) लेंज का नियम किस नियम के अनुकूल है ?

(11) चुम्बकीय फ्लक्स का मात्रक क्या है ?

(12) प्रेरकत्व का मात्रक क्या है ?

(13) प्रेरकत्व का विमीय सूत्र क्या है ?

(14) विद्युत चुंबकीय प्रेरण की खोज किसने की है ?

(15) चुंबकीय फ्लक्स का मान अधिकतम कब होता है ?

उत्तर– (1) हेनरी, (2) वेबर, (3) दुगुना, (4) स्वप्रेरण को विद्युत जड़त्व को, (5) 2L, (6) प्रवाहित धारा की दशा में, (7) चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन, (8) जल परिपथ में बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन हो, (9) कुण्डली का तल चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर हो, (10) ऊर्जा संरक्षण, (11) C.G.S में मैक्सवेल, (12) हेनरी, (13) $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$, (14) फैराडे, (15) कुण्डली का तल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत्।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. विद्युत चुम्बकीय प्रेरण किसे कहते हैं ?

उत्तर– विद्युत चुम्बकीय प्रेरण– जब एक चुम्बक व कुण्डली के बीच आपेक्षिक गति होती है तो कुण्डली में एक विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है, इस घटना को विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहते हैं।

प्रश्न 2. फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सम्बन्धी नियम लिखिये।

उत्तर– विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के फैराडे के नियम– प्रथम नियम– जब किसी परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन किया जाता है तो उसमें विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है। यदि परिपथ बन्द है तो उसमें प्रेरित धारा बहने लगती है। यह धारा तब तक बहती है, जब तक चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता रहता है ।

द्वितीय नियम– प्रेरित वि.वा. बल का मान चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर के अनुक्रमानुपाती होता है।

व्यंजक– माना यदि किसी क्षण, किसी परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान ϕ_1 है और Δt समय पश्चात् उसी परिपथ में बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान ϕ_2 हो तो Δt समयान्तराल में, परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन $\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2$ है।

तो चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर $= \dfrac{\Delta\phi}{\Delta t}$

@MP_BOARD_25 (Telegram)

अतः फैराडे के द्वितीय नियमानुसार, परिपथ में प्रेरित वि.वा. बल

$$e = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad \ldots\ldots (1)$$

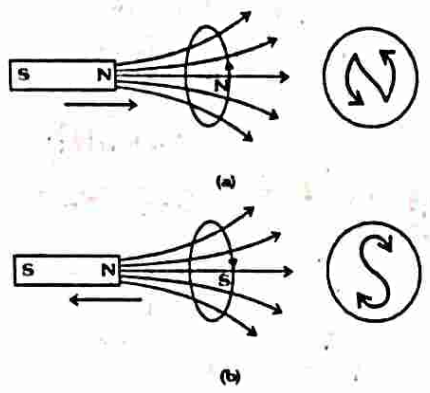
इस सूत्र द्वारा मध्यमान प्रेरित वि.वा. बल प्राप्त होता है यदि $\Delta t \to 0$ होने पर, प्रेरित वि.वा.बल का तात्कालिक मान प्राप्त हो जाता है,

अर्थात् $$e = -\left[\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right] = -\frac{d\phi}{dt} \quad \ldots\ldots (2)$$

ऋण चिन्ह यह दर्शाता है कि प्रेरित वि.वा. बल, हमेशा फ्लक्स परिवर्तन का विरोध करता है। (अर्थात् जब परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स बढ़ता है, तो प्रेरित वि.वा. बल उसे घटाने का प्रयास करता है और जब फ्लक्स घटता है तो प्रेरित वि.वा. बल उसे बढ़ाने का प्रयास करता है)

प्रश्न 3. विद्युत चुंबकीय प्रेरण संबंधी लेंज का नियम लिखिये तथा समझाइये कि लेंज का नियम, ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुकूल है।

उत्तर– लेंज का नियम– "किसी परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल की दिशा हमेशा इस तरह होती है कि वह उसी कारण का विरोध करता है, जिससे वह स्वयं उत्पन्न होता है।"



(a) (b)

चित्र– लेन्ज का नियम

लेन्ज का नियम तथा ऊर्जा संरक्षण नियम– यदि एक छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव एक कुण्डली के तल के पास लाया जाता है तो लेन्ज के नियम से चुम्बक की ओर का कुण्डली का तल उत्तरी ध्रुव बन जाता है, अतः कुण्डली व चुम्बक के बीच प्रतिकर्षण बल कार्यशील हो जाता है, इस प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध चुम्बक को गतिमान रखने के लिये, कुछ यांत्रिक कार्य करना पड़ता है या इस प्रकार कहें कि कुछ ऊर्जा व्यय होती है, किन्तु जब उत्तरी ध्रुव N को कुण्डली के तल से दूर ले जाया जाता है तो कुण्डली का यह तल दक्षिणी ध्रुव बन जाता है, अतः कुण्डली व चुम्बक के बीच आकर्षण बल कार्यशील हो जाता है। इस आकर्षण बल के विरुद्ध चुम्बक को गतिमान रखने के लिए कुछ यांत्रिक कार्य करना पड़ता है या इस प्रकार कहें कि कुछ ऊर्जा व्यय होती है, इस प्रकार यही यांत्रिक कार्य प्रेरित धारा के रूप में परिवर्तित हो जाता है। अतः लेंज का नियम ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुकूल है।

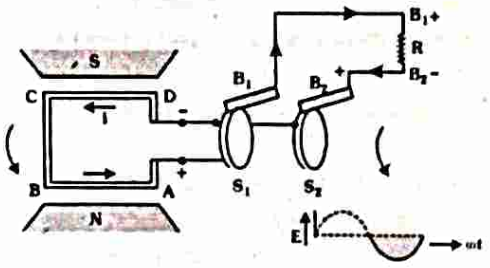
प्रश्न 4. स्वप्रेरण तथा अन्योन्य प्रेरण में कोई चार अन्तर लिखिए।

उत्तर–स्वप्रेरण तथा अन्योन्य प्रेरण में अन्तर– ★

क्र.	स्वप्रेरण	अन्योन्य प्रेरण
(1)	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की वह घटना, जिसमें किसी कुण्डली में प्रवाहित धारा के मान को बदलने पर स्वयं उसी कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो, स्वप्रेरण कहलाती है।	किसी एक विद्युत परिपथ में विद्युतधारा के मान को परिवर्तित करने से समीप स्थित दूसरे परिपथ में प्रेरित वि.वा. बल का उत्पन्न होना, अन्योन्य प्रेरण कहलाता है।
(2)	इसमें एक कुण्डली होती है।	इसमें दो कुण्डलियाँ होती हैं।
(3)	प्रेरित धारा, मुख्य धारा (कुण्डली की) को सीधे प्रभावित करती है।	इसमें मुख्य धारा सीधे प्रभावित नहीं होती है।
(4)	इसमें 'स्वप्रेरकत्व' शब्द का उपयोग किया जाता है।	इसमें 'अन्योन्य प्रेरकत्व' शब्द का उपयोग किया जाता है।

प्रश्न 5. प्रत्यावर्ती धारा जनित्र का नामांकित चित्र बनाइए।

उत्तर– नामांकित चित्र–



चित्र– प्रत्यावर्ती धारा जनित्र

ABCD - आर्मेचर, NS - क्षेत्र चुम्बक, S_1S_2 - सर्वो वलय, $B_1.B_2$ - ब्रश।

प्रश्न 6. स्वप्रेरण किसे कहते हैं ?

उत्तर- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की वह घटना, जिसमें किसी कुण्डली में प्रवाहित धारा के मान को बदलने पर स्वयं उसी कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो, स्वप्रेरण कहलाती है।

प्रश्न 7. अन्योन्य प्रेरण किसे कहते हैं ? समझाइए।

उत्तर- जब एक कुण्डली में बहने वाली धारा के मान में परिवर्तन किया जाता है तो पास रखी दूसरी कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन हो जाता है। फलस्वरूप उस कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है। इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते हैं।

प्रश्न 8. किसी वृत्ताकार कुंडली का अन्योन्य प्रेरण किन-किन कारकों पर निर्भर करता है ?

उत्तर- अन्योन्य प्रेरकत्व को प्रभावित करने वाले कारक-

(1) कुण्डलियों में फेरों की संख्या N_1 व N_2

(2) कुण्डलियों की त्रिज्याएँ

(3) कुण्डलियों के अन्दर उपस्थित माध्यम।

प्रश्न 9. दो कारकों के नाम लिखिए। जिन पर वायु क्रोड कुण्डली का स्वप्रेरकत्व निर्भर करता है।

उत्तर- कारक-(1) परिनालिका के फेरों की संख्या पर (2) परिनालिका के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर, (3) परिनालिका की लम्बाई पर।

प्रश्न 10. फ्लेमिंग का दाएं हाथ का नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार यदि दाएँ हाथ का अंगूठा, तर्जनी, अंगुली तथा बीच की अँगुली तीनों को एक-दूसरे के लम्बवत् इस प्रकार फैलाएँ कि तर्जनी अँगुली (fore-finger) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा तथा अँगूठा (thumb) चालक की गति की दिशा की ओर संकेत करे तो बीच की अँगुली (central finger) प्रेरित धारा की दिशा बताएगी।

प्रश्न 11. गतिक विद्युत वाहक बल किसे कहते हैं ?

उत्तर- चालक छड़ में प्रेरित विद्युत वाहक बल चालक छड़ की गति के कारण है, इसलिए इसे गतिक विद्युत वाहक बल कहते हैं।

प्रश्न 12. प्रेरित विद्युत वाहक बल को विरोधी विद्युत वाहक बल क्यों कहते हैं ?

उत्तर- क्योंकि प्रेरित विद्युत वाहक बल के कारण उत्पन्न प्रेरित विद्युत धारा उस कारण का विरोध करती है, जिसके कारण स्वयं उत्पन्न हुई है।

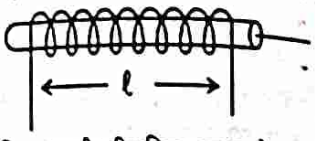
प्रश्न 13. एक हेनरी मात्रक को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- यदि किसी कुण्डली में धारा परिवर्तन की दर 1 ऐम्पियर प्रति सेकंड होने पर उसमें उत्पन्न वि.वा.ब. 1 वोल्ट हो तो उस कुण्डली का स्वप्रेरकत्व 1 हेनरी होता है।

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. स्वप्रेरकत्व क्या है? एक लंबी परिनालिका के स्वप्रेरकत्व का व्यंजक निगमित कीजिए।

उत्तर- स्वप्रेरकत्व- किसी कुण्डली का स्वप्रेरकत्व, कुण्डली से सम्बद्ध उस चुम्बकीय फ्लक्स के बराबर होता है, जो कि उस कुण्डली में एकांक धारा प्रवाहित की जाने पर उत्पन्न होता है।



चित्र- लम्बी परिनालिका का स्वप्रेरकत्व

परिनालिका में कुल फेरो की संख्या N है। जब विद्युत धारा I प्रवाहित की जाती है, तब परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र B = NI एवं प्रत्येक फेरे से संबद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = \frac{\mu_0 NIA}{l} \quad \text{.....(1)}$$

∴ परिनालिका से संबद्ध कुल चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = NBA \quad \text{.....(2)}$$

$$= \frac{\mu_0 NIA}{l} \times N = \frac{\mu_0 N^2 IA}{l}$$

परन्तु स्वप्रेरण की परिभाषा से, परिनालिका से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स $\phi = LI$

$$L = \frac{\phi}{I} = \frac{\frac{\mu_0 N^2 IA}{l}}{I} \quad \text{.....(4)}$$

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} \quad \text{.....(5)}$$

यही लम्बी परिनालिका के लिए स्वप्रेरकत्व का व्यंजक है।

प्रश्न 2. दो कुंडलियों P व S के स्वप्रेरकत्व क्रमशः L_1 व L_2 हैं। यदि इनके मध्य आदर्श फ्लक्स युग्मन है तो सिद्ध कीजिए कि इन कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरकत्व $M = \sqrt{L_1 L_2}$ होगा।

उत्तर- माना प्राथमिक कुण्डली P में फेरो संख्या N_1 व लम्बाई ℓ है तथा इसका अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है। इसमें धारा I प्रवाहित करने पर कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

ϕ_1 = चुम्बकीय क्षेत्र × प्रभावी क्षेत्रफल

$$\phi_1 = \frac{\mu_0 N_1 I}{\ell} \times (N_1 A)$$

कुण्डली का स्वप्रेरकत्व $L_1 = \frac{\phi_1}{I} = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{\ell}$ ....(1)

इसी प्रकार द्वितीयक कुण्डली S में फेरों की संख्या N_2 व लम्बाई ℓ है तथा इसका अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है तो द्वितीयक कुण्डली S का स्वप्रेरकत्व

$$L_2 = \frac{\mu_0 N_2^2 A}{\ell} \quad \text{...(2)}$$

प्राथमिक कुण्डली P में धारा I प्रवाहित करने से द्वितीयक S से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स $\phi_s = \frac{\mu_0 N_1 I}{\ell} \times N_2 A$

अतः दोनों कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरकत्व

$$M = \frac{\phi_s}{I} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell} \quad \text{...(3)}$$

सभी. (1) व (2) से

$$\sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{\frac{\mu_0 N_1^2 A}{\ell} \times \frac{\mu_0 N_2^2 A}{\ell}}$$

$$= \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell} \quad \text{...(4)}$$

सभी. (3) व (4) से

$$M = \sqrt{L_1 L_2}$$

प्रश्न 3. 2 मीटर लम्बाई तथा व्यास 4 सेमी वाली एक परिनालिका में 2000 फेरे हैं। इसके मध्य 1000 फेरों वाली द्वितीयक परिनालिका लिपटी हुई है। दोनों परिनालिकाओं के मध्य अन्योन्य प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है- l = 2मीटर, r = 2 सेमी 2×10^{-2} = मीटर

$N_1 = 2000, N_2 = 1000$

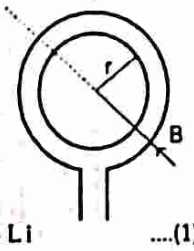
सूत्र- $M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times N_1 N_2 \pi r^2}{l}$

$$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times2000\times1000\times\pi\times4\times10^{-4}}{2}$$

$= 16\pi^2 \times 10^{-5}$

$= 1.58 \times 10^{-3}$ हेनरी

प्रश्न 4. एक समतल वृत्ताकार कुण्डली के स्वप्रेरकत्व के लिए व्यंजक स्थापित कीजिए। इसका मान किन-किन कारकों पर निर्भर करता है तथा किस प्रकार?



उत्तर- कुण्डली की त्रिज्या = r

फेरों की संख्या = N एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B कुण्डली तल से लम्बवत् कार्यरत प्रवाहित धारा = I

A = कुण्डली का क्षेत्रफल

कुण्डली से बद्ध फ्लक्स $\phi = BA = LI$ ....(1)

$$L = \frac{BA}{i} = \frac{\mu_0}{4\pi i} \cdot \frac{2\pi Ni}{r} \times N\pi r^2$$

$$L = \frac{\mu_0}{2} N^2 \pi r \quad \text{....(2)}$$

प्रभावित करने वाले कारक-

(1) कुण्डली की त्रिज्या r पर कुण्डली की त्रिज्या बढ़ाने पर स्वप्रेरकत्व बढ़ जाता है।

(2) कुण्डली में फेरों की संख्या N पर- कुण्डली में फेरों की संख्या बढ़ाने पर स्वप्रेरकत्व बढ़ जाता है।

(3) कुण्डली के भीतर रखे पदार्थ की चुम्बकनशीलता μ पर- यदि कुण्डली के भीतर नर्म लोहे की छड़ रख दी जाती है, तो कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स बढ़ जाता है, जिससे कुण्डली का स्वप्रेरकत्व भी बढ़ जाता है।

प्रश्न 5. गतिक विद्युत वाहक बल किसे कहते हैं ? इसके लिए व्यंजक स्थापित कीजिए।

उत्तर- गतिक विद्युत वाहक बल

देखिए- अ.ल.उ.प्र.क्र. 11

व्यंजक एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान चालक में प्रेरित वि.वा. बल- चालक छड़ PQ, XY तल में (कागज का तल) Y दिशा की ओर रखा है। छड़ की लम्बाई ℓ है। छड़ एक समान वेग v में +X दिशा में एक समान क्षेत्र B (-Z दिशा में) गतिमान है।

क्षेत्र B (-Z दिशा में) कागज तल से लम्बवत् अन्दर की ओर कार्यरत है। इस प्रकार $v \perp B \perp I$

1 सेकण्ड में चलित छड़ द्वारा चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् काटा गया क्षेत्रफल

$$\Delta A = \ell \times v \quad \text{...(1)}$$

∴ 1 से. में छड़ द्वारा काटा गया चुम्बकीय फ्लक्स

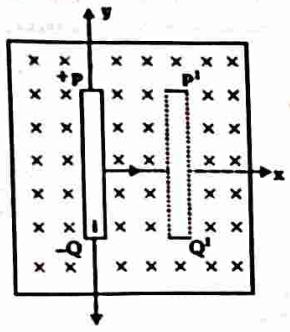
$$= B \times \Delta A$$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = B \times \Delta A = B\ell v \quad \text{...(2)}$$

@MP_BOARD_25 (Telegram)

अत: छड़ के सिरों पर प्रेरित वि.वा. बल

$$e = B\ell v \quad ...(3)$$



नोट- (i) इस स्थिति में हम छड़ PQ को एक विद्युत सेल की भाँति समझ सकते हैं। यदि छड़ के सिरों को एक चालक तार द्वारा जोड़कर परिपथ पूर्ण कर दें तो प्रेरित धारा की दिशा Q से P की ओर होगी। सेल के अन्दर धारा ऋणात्मक प्लेट से धनात्मक प्लेट की ओर होती है। अत: सिरा Q ऋणात्मक व P धनात्मक विभव प्राप्त करेगा।

(ii) यदि चालक छड़ की लम्बाई, गति की दिशा में हो अथवा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में हो, तो प्रेरित वि.वा.ब. शून्य होगा।

(1) $\ell \parallel v$ व $v \perp B \rightarrow$ वि.वा. बल शून्य

(2) $\ell \parallel B$ व $v \perp B \rightarrow$ वि.वा. बल शून्य

प्रश्न 6. दो समतल वृत्तीय कुंडलियों के मध्य में प्रेरकत्व हेतु व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- माना दो समतल वृत्तीय कुण्डलियों जिनमें एक कम त्रिज्या r_1 की तथा दूसरी अधिक त्रिज्या r_2 की ($r_1 << r_2$) समअक्षीय रखी है एवं दोनों के केन्द्र संपाती है।

माना r_2 त्रिज्या वाली कुण्डली में फेरों की संख्या N_2 एवं उसमें प्रवाहित धारा I_2 है, तब कुण्डली के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय

$$\text{क्षेत्र } B_2 = \frac{\mu_0}{2}\frac{N_2 I_2}{r_2}$$

यदि r_1 त्रिज्या वाली कुण्डली में फेरों की संख्या N_1 हो तो इस कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = B_2 \times N_1 \times \pi r_1^2$$

$$= \frac{\mu_0 N_2 N_2}{2r_2} \times N_1 \pi r_1^2$$

लेकिन परिभाषानुसार $\phi_1 = MI_2$

अन्योन्य प्रेरकत्व $M = \frac{\mu_0 N_2 N_2}{2r_2} \times \pi r_1^2$

प्रश्न 7. डायनेमो क्या है ? प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो का सिद्धान्त एवं संरचना का वर्णन रेखाचित्र सहित कीजिए।

उत्तर- डायनेमो ऐसा साधन है, जिसकी सहायता से यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जा सकता है। यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

1. सिद्धान्त- जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र में एक आयताकार (या वृत्ताकार) बन्द कुण्डली को क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् अक्ष परित:घुमाने पर, कुण्डली से होकर जाने वाले चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है, जिसके परिणाम से कुण्डली में प्रेरित वि.वा. बल उत्पन्न हो जाता है। इस प्रेरित वि.वा. बल से कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है, जिसकी दिशा फ्लेमिंग के दायें हाथ के नियम या लेन्ज नियम से ज्ञात की जाती है।

2. नामांकित चित्र – देखिए अ.ल.उ.प्र.क्र. 5

3. संरचना- प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो के मुख्य भाग निम्न हैं- (i) क्षेत्र चुम्बक, (ii) आर्मेचर, (iii) सर्पी वलय (iv) ब्रश।

(i) **क्षेत्र चुम्बक** (Field Magnet - NS)- यह एक शक्तिशाली नाल चुम्बक NS होता है, इसके ध्रुवों के बीच कुण्डली को तीव्र गति से घुमाया जाता है।

(ii) **आर्मेचर** (Armature ABCD)- यह एक कुण्डली होती है, जिसे नर्म लोहे के क्रोड पर ताँबे के विद्युतरोधी तार को लपेटकर बनाया जाता है। इसको क्षेत्र चुम्बक के बीच तीव्र गति से घुमाया जाता है।

(iii) **सर्पी वलय** (Slip Rings - S_1S_2) – यह धातु की दो खोखली वलय होती हैं। वलय आर्मेचर के एक-एक सिरे से जुड़े होते हैं और आर्मेचर की धुरी के साथ जुड़े होते हैं तथा इसी के साथ-साथ घूमते हैं।

(iv) **ब्रश** (Brush - B_1B_2) – ये कार्बन या धातु की पत्तियों से बने होते हैं एवं सर्पी वलय को छूते रहते हैं एवं स्थिर रहते हैं।

अध्याय-7 प्रत्यावर्ती धारा

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –

(1) LC परिपथ में धारा और विभवांतर के मध्य ..... का कलांतर होता है।

(2) किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में शिखर मान I_o व आभासी मान I_{rms} में संबंध है .....।

(3) उच्चायी ट्रांसफार्मर की प्राथमिक कुंडली में फेरों की संख्या द्वितीयक की तुलना में ..... होती है।

(4) प्रत्यावर्ती धारा मापने के उपकरण प्रभाव पर आधारित होते हैं ..... धारा के

(5) एक शुद्ध धारितीय परिपथ में धारा आगे ..... बल से कला में वा.वि. होती है।

उत्तर- (1) 180°, (2) $I_0 = \sqrt{2} I_{rms}$, (3) कम, (4) ऊष्मीय, (5) 90°.

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) एक संधारित्र अपने में से गुजर जाने देता है-

(a) केवल d.c. को (b) केवल a.c. को

(c) d.c. तथा a.c. दोनों को

(d) न a.c. को और न d.c. को

(2) ट्रांसफार्मर क्रोड को निम्न प्रभाव कम करने के लिए पटलित किया जाता है-

(a) ताम्र हानि (b) फ्लक्सक्षरण

(c) शैथिल्य हानि (d) भंवर धारा

(3) यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने की युक्ति है-

(a) d.c. मोटर (b) a.c. जनरेटर

(c) ट्रांसफार्मर (d) चोक कुण्डली

(4) भारत में घरों में दी जाने वाली विद्युत धारा की आवृत्ति होती है-

(a) 40 हर्टज (b) 50 हर्टज

(c) 60 हर्टज (d) 100 हर्टज

उत्तर- (1) (a), (2) (d), (3) (b), (4) (b).

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) किसी प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान I_0 है। एक पूर्ण चक्र में इसका औसत मान कितना होगा ?

(2) प्रतिघात का SI मात्रक लिखिए।

(3) वाटहीन धारा का क्या अर्थ है ?

(4) किस दशा में धारा वाटहीन होती है।

उत्तर- (1) शून्य, (2) ओम, (3) यदि प्रत्यावर्ती परिपथ में केवल शुद्ध प्रेरकत्व या शुद्ध धारिता है तथा परिपथ का प्रतिरोध शून्य है तो परिपथ में धारा तो प्रवाहित होती है, किन्तु परिपथ में ऊर्जा क्षय बिल्कुल नहीं होता है। परिपथ की इस धारा को वाटहीन धारा कहते हैं। (4) $P_{av} = 0$

प्रश्न 3. सही जोड़ी मिलाइये-

(A)	(B)
(1) प्रेरण प्रतिघात	(a) $\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$
(2) धारतीय प्रतिघात	(b) $\sqrt{R^2+X_L^2}$
(3) R-L परिपथ की प्रतिबाधा	(c) ωL
(4) R-C परिपथ की प्रतिबाधा	(d) $\frac{1}{2\pi fc}$
(5) LCR परिपथ की प्रतिबाधा	(e) $\sqrt{R^2+X_c^2}$

उत्तर- (1) (c), (2) (d), (3) (b), (4) (e), (5) (a).

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा में अंतर लिखिये।

उत्तर- प्रत्यावर्ती धारा व दिष्ट धारा में अन्तर-

क्र.	प्रत्यावर्ती धारा	दिष्ट धारा
(1)	इसमें धारा की दिशा व परिमाण दोनों बार-बार बदलते हैं।	इसमें धारा की दिशा स्थिर रहती है।
(2)	यह केवल धारा का ऊष्मीय प्रभाव का प्रदर्शन करती है।	यह धारा का चुम्बकीय, ऊष्मीय व रासायनिक तीनों प्रभाव का प्रदर्शन करती है।
(3)	इसका उपयोग ट्रांसफार्मर में किया जा सकता है।	इसका उपयोग ट्रांसफार्मर में नहीं किया जा सकता है।
(4)	इसके प्रवाह का अधिकांश भाग तार की सतह पर होता है।	इसका प्रवाह तार के समस्त अनुप्रस्थ परिच्छेद से होकर जाता है।

प्रश्न 2. प्रत्यावर्ती धारा से विद्युत अपघटन क्यों नहीं होता है?

उत्तर- प्रत्यावर्ती धारा से विद्युत अपघटन नहीं होता, क्योंकि प्रत्यावर्ती धारा को आसानी से निम्न तथा उच्च वोल्टता पर परिवर्तित किया जा सकता है तथा ऊष्मा हानि को कम किया जा सकता है।

प्रश्न 3. प्रत्यावर्ती अमीटर के पैमाने पर अंकित खाने परस्पर बराबर दूरी पर नहीं होते, क्यों?

उत्तर- प्रत्यावर्ती अमीटर के पैमाने पर अंकित खाने परस्पर दूरी पर नहीं होते, क्योंकि यदि अमीटर को किसी परिपथ में समांतर क्रम में जोड़ देते है तो प्रतिरोध कम होने के कारण अत्यधिक धारा बहती है जिससे उसका संकेतक अत्यधिक विक्षेप के कारण टूट सकता है।

प्रश्न 4. नागरिक विद्युत वितरण में प्रत्यावर्ती धारा दी जाती है, दिष्ट धारा नहीं। क्यों?

उत्तर- इसका कारण यह है कि प्रत्यावर्ती धारा में ट्रांसफार्मर व उपयोग करके इनकी प्रबलता को घटाकर बिना ऊर्जा क्षय एक स्थान से दूसरे स्थान पर पहुँचाया जा सकता है।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 5. गुणता गुणांक Q क्या है? इसके लिए सूत्र लिखिए।

उत्तर- Q गुणांक एक गुणता कारक होता है जो किसी अनुनादी परिपथ के अनुनाद की तीक्ष्णता को व्यक्त करता है।

सू: $Q = 2\pi \times \frac{\text{परिपथ में संचित ऊर्जा}}{\text{परिपथ में प्रति चक्र क्षय ऊर्जा}}$

या

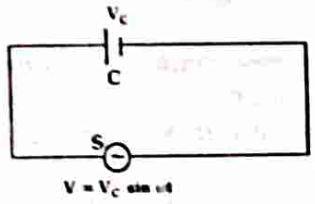
$Q = \frac{\omega L}{R}$ जहां ω परिपथ की अनुनादी आवृत्ति है।

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. ए.सी. परिपथ में संधारित्र के प्रतिघात से क्या तात्पर्य है ? इसका व्यंजक प्राप्त कीजिए।

उत्तर- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में संधारित्र द्वारा धारा के मार्ग में डाली गई रुकावट को संधारित्र का प्रतिघात कहते हैं।

माना कि धारिता C के एक शुद्ध संधारित्र पर प्रत्यावर्ती वि.वा. बल (वोल्टता) $V = V_0 \sin\omega t$ आरोपित है। (चित्र)



परिपथ मे धारा प्रवाह के कारण संधारित्र आवेशित होता है। यदि किसी क्षण संधारित्र की प्लेटों पर आवेश q हो, तो उसकी प्लेटों के बीच विभवान्तर।

$$V_C = V - \frac{q}{C}$$

यह विभवान्तर, आरोपित प्रत्यावर्ती वोल्टता का विरोध करता है।

अत: किसी क्षण परिपथ में,

प्रभावी वि.वा. बल = $V - \frac{q}{C}$

चूँकि परिपथ मे कोई प्रतिरोध नहीं है, अत:

$$V - \frac{q}{C} =$$

या $V = \frac{q}{C}$

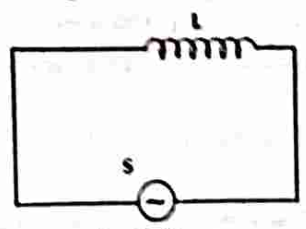
या $q = CV = CV_0 \sin\omega t$

अत: परिपथ में धारा

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CV_0 \sin\omega t)$$
$$= \omega CV_0 \sin\omega t$$

प्रश्न 2. ए.सी. परिपथ में प्रेरक के प्रतिघात से क्या तात्पर्य है ? इसका व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- प्रत्यावर्ती धारा के प्रवाह में विरोध ही प्रेरकीय प्रतिघात कहलाता है। इसे X_L से दर्शाते हैं। $X_L = \omega L$



माना किसी क्षण पर आरोपित विभवान्तर

$$V = V_0 \sin\omega t \quad ...(1)$$

परिपथ में तात्क्षणिक वोल्टता $V_L = L\frac{dI}{dt}$

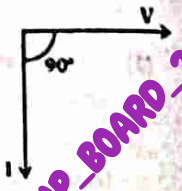
किरचॉफ के द्वितीय नियम से

$$V_L - \frac{dI}{dt} = 0 \text{ या } V = L\frac{dI}{dt}$$

समी. (1) से मान रखने पर

$$V_0 \sin\omega t = L\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{V_0 \sin\omega t}{1} = \frac{V_0}{L}\sin\omega t$$



I के सापेक्ष समाकलन करने पर

$$I = \frac{V_0}{L}\int \sin\omega dt = \frac{V_0}{L}\left(\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right)$$

$$= \frac{-V_0}{L}\cos\omega t = \frac{-V_0}{L}\sin\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)$$

$$I = \frac{-V_0}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$|I| = I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

प्रेरणा प्रतिघात $\omega L = \frac{V_0}{I_0}$ व $X_L = \omega L$

प्रश्न 3. ए.सी. परिपथ के लिए सिद्ध कीजिए-

$$\mathbf{Pav = V_{rms}\, I_{rms}\, Cos\phi}$$

उत्तर- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में वोल्टेज और धारा दोनों के मान में समय के साथ परिवर्तन होता रहता है। विद्युत परिपथ में ऊर्जा व्यय की दर, शक्ति कहलाती है। दूसरे शब्दों में, किसी विद्युत परिपथ में विभवान्तर और धारा के गुणनफल को भी उस परिपथ की शक्ति कहते हैं।

यदि किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में आरोपित वोल्टेज $V = V_0 \sin\omega t$ के फलस्वरूप धारा $I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$ प्रवाहित होती है तो परिपथ में व्यय शक्ति

$$P = VI = V_0 \sin\omega t \times I_0 \sin(\omega t - \phi) \quad \ldots\ldots (1)$$

$$P = V_0 I_0 \times \frac{1}{2} \times 2 \sin\omega t \sin(\omega t - \phi)$$

[सू: $2 \sin A \sin B = \cos(A - B) - \cos(A + B)$]

$$P = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \times \frac{I_0}{\sqrt{2}} \times [\cos\phi - \cos(2\omega t - \phi)]$$

एक पूर्ण चक्र में $\cos(2\omega t - \phi)$ का औसत मान शून्य होता है, अत: एक पूर्ण चक्र में व्यय औसत शक्ति

$$P_{av} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \times \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos\phi$$

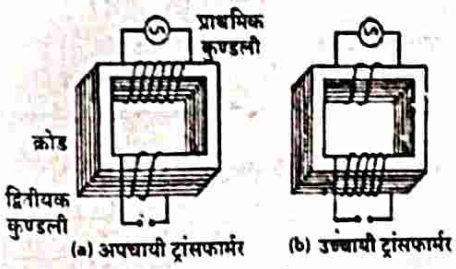
$$P_{av} = V_{rms} I_{rms} \cos\phi \quad \ldots\ldots (2)$$

जहाँ V_{rms} = प्रत्यावर्ती वोल्टेज का आभासी मान

I_{rms} = प्रत्यावर्ती धारा का आभासी मान एवं $\cos\phi$ = परिपथ का शक्ति गुणांक (Power Factor)। नोट :- शक्ति गुणांक का मान परिपथ की प्रकृति पर निर्भर करता है। प्रत्यावर्ती धारा परिपथ का शक्ति गुणांक वह राशि होती है, जिसका आभासी शक्ति में गुणा करने पर एक पूरे चक्र मे परिपथ में व्यय औसत शक्ति का मान ज्ञात हो जाता है।

प्रश्न 4. ट्रांसफार्मर की व्याख्या निम्न बिंदुओं पर कीजिये- (1) नामांकित चित्र (2) सिद्धांत (3) परिणमन अनुपात का सूत्र (4) ऊर्जा क्षय के कारण तथा इन्हें कम करने के उपाय

उत्तर- (1) नामांकित चित्र-



चित्र- ट्रांसफार्मर

(2) सिद्धांत- जब प्राथमिक कुण्डली के सिरों के बीच प्रत्यावर्ती वोल्टेज लगाया जाता है तो उसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होने लगती है, तो धारा के प्रत्येक चक्र में क्रोड एक बार एक दिशा में चुम्बकित होती है और दूसरी बार दूसरी दिशा में। अत: क्रोड में 'परिवर्ती' चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। द्वितीयक कुण्डली भी उसी क्रोड में स्थित होने के कारण, द्वितीयक कुण्डली से गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या (चुम्बकीय फलक्स) में परिवर्तन होता रहता है तथा प्रेरण के कारण द्वितीयक कुण्डली में उसी आवृत्ति का प्रत्यावर्ती वि.वा. बल उत्पन्न हो जाता है, जिसका मान दोनों कुण्डलियों में फेरों की संख्या के अनुपात पर निर्भर करता है।

(3) परिणमन अनुपात का सूत्र- माना कि प्राथमिक कुण्डली में फेरों की संख्या N_P तथा द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या N_S है। यदि फलक्स का कोई क्षरण न हो, तो दोनों कुण्डलियों के प्रत्येक फेरे से बद्ध फलक्स का मान समान होगा। माना कि किसी क्षण प्रत्येक फेरे से बद्ध फलक्स ϕ है तो

प्राथमिक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि.वा. बल

$$e_P = \frac{-d}{dt}(N_P\phi) = -N_P\frac{d\phi}{dt} \quad \ldots (1)$$

एवं द्वितीयक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि.वा. बल

$$e_S = \frac{-d}{dt}(N_S\phi) = -N_S\frac{d\phi}{dt} \quad \ldots (2)$$

समी. (2) में समी. (1) में भाग देने पर

$$\frac{e_S}{e_P} = \frac{N_S}{N_P} \quad \ldots (3)$$

अब उच्चायी ट्रांसफार्मर के लिए $e_S > e_P$ अत: $N_S > N_P$

अपचायी ट्रांसफार्मर के लिए $e_P > e_S$ अत. $N_P > N_S$

यदि प्राथमिक कुण्डली का प्रतिरोध शून्य हो तो उसमें ऊर्जा ह्रास शून्य होगा तथा उसमें प्रेरित वि.वा. बल e_P, उसमें लगाये गये वि.वा. बल V_P के बराबर होगा। इसी प्रकार द्वितीयक कुण्डली खुली होने पर, द्वितीयक कुण्डली के सिरों के बीच का विभवान्तर V_S, उसमें प्रेरित वि.वा. बल के बराबर होगा। अत.

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{e_S}{e_P} = \frac{N_S}{N_P} = K \text{ (माना)} \quad \ldots (4)$$

K = परिणमन अनुपात (Transformation Ratio)

माना किसी क्षण प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली में बहने वाली धाराएँ क्रमश: I_P व I_S हैं यदि ऊर्जा ह्रास नगण्य हो तो

प्राथमिक कुण्डली की शक्ति = द्वितीयक कुण्डली की शक्ति

$$V_P I_P = V_S I_S$$

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{I_P}{I_S} \quad \ldots (5)$$

समी. (4) व (5) से स्पष्ट होता है कि यदि $V_S < V_P$ है तो $N_S < N_P$ व $I_P < I_S$

समी. (4) व (5) से $\frac{I_P}{I_S} = \frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = K \quad \ldots (6)$

समीकरण (6) से स्पष्ट है-

(1) अपचायी ट्रांसफार्मर में $N_S < N_P \therefore V_S < V_P$ व $I_S > I_P$

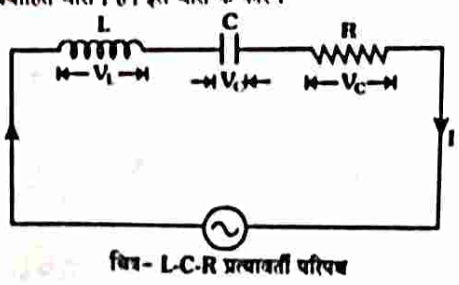
@MP_BOARD_25 (Telegram)

अतः इस ट्रांसफार्मर में वोल्टेज घटता है तथा धारा बढ़ती है।
(2) उच्चायी ट्रांसफार्मर में $N_s > N_p$ ∴ $V_s > V_p$ व $I_s < I_p$
अतः इस ट्रांसफार्मर में वोल्टेज बढ़ता है तथा धारा घटती है।
(4) ऊर्जा ह्रास के कारण तथा कम करने के उपाय- ट्रांसफार्मर में ऊर्जा ह्रास- हमने यहाँ पर पढ़ा है कि ट्रांसफार्मर में ऊर्जा का ह्रास नगण्य होता है, परन्तु व्यवहारिक रूप में इसमें अधिक ऊर्जा ह्रास होता है। यह ऊर्जा ह्रास निम्नलिखित कारणों से होता है -

1. ताप ह्रास या तांत्रिक हानि- प्राथमिक कुण्डली को दी जाने वाली ऊर्जा का कुछ भाग उसके तार में ऊष्मा के रूप में बेकार चला जाता है। इसे ताप हानि कहते हैं। इसे कम करने के लिए उच्चायी ट्रांसफार्मर में प्राथमिक कुण्डली का तार मोटा व अपचायी ट्रांसफार्मर में द्वितीयक कुण्डली का तार मोटा लेते हैं।
2. शैथिल्य हानि या ह्रास- प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्र में लौह क्रोड के चुम्बकित और अनुचुम्बकित होने में शैथिल्य के कारण ऊष्मा के रूप में ऊर्जा व्यय होती है। इससे बचने के लिए क्रोड, नर्म लोहे का लिया जाता है।
3. लौह हानि या ह्रास- ट्रांसफार्मर में नर्म लोहे के क्रोड में फ्लक्स परिवर्तन के कारण भँवर धारायें उत्पन्न हो जाती हैं, जिस कारण क्रोड गर्म हो जाता है। इस प्रकार विद्युत ऊर्जा की ऊष्मा के रूप में ह्रास या हानि होती है, इसे कम करने के लिए क्रोड पटलित लेते हैं।
4. चुम्बकीय फ्लक्स क्षरण के कारण ह्रास- प्राथमिक कुण्डली से उत्पन्न समस्त चुम्बकीय फ्लक्स का द्वितीयक कुण्डली से संबंध नहीं हो पाता है। इस कारण कुछ ऊर्जा ह्रास होता है। इसे कम करने के लिए, अधिक चुम्बकशीलता का (नर्म लोहा) बन्द क्रोड उपयोग में लाया जाता है।

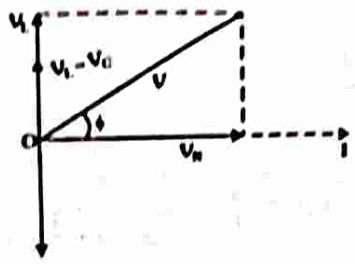
प्रश्न 5. ए.सी. परिपथ के लिए जिसमें L-C-R तीनों हैं, के लिए फेजर आरेख बनाकर परिपथ की प्रतिबाधा का सूत्र स्थापित कीजिए तथा प्रत्यावर्ती वि. वाहक बल एवं धारा में प्रत्येक स्थिति के लिए संबंध लिखिए।

उत्तर- चित्र में प्रेरकत्व L, संधारित्र C व प्रतिरोध R श्रेणीक्रम में जोड़े गए हैं। इनके सिरों के बीच एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज $V = V_0 \sin\omega t$ आरोपित किया जाता है, माना किसी क्षण परिपथ में प्रवाहित धारा I है। इस धारा के कारण



चित्र- L-C-R प्रत्यावर्ती परिपथ

प्रेरकत्व L के सिरों के बीच विभवान्तर $V_L = X_L I$ ..... (1)
संधारित्र C के सिरों के बीच विभवान्तर $V_C = X_C I$ ..... (2)
प्रतिरोध R के सिरों के बीच विभवान्तर $V_R = RI$ ..... (3)
विभवान्तर V_R व I समान कला में होते हैं, विभवान्तर V_L धारा I से $\pi/2$ अग्रगामी होता है या धारा I, विभवान्तर V_L से $\pi/2$ पश्चगामी होती है तथा विभवान्तर V_C, धारा I से $\pi/2$ पश्चगामी होता है या धारा I, विभवान्तर V_C से $\pi/2$ अग्रगामी होती है।



चित्र- L-C-R परिपथ में V व V_R के बीच कलान्तर

चित्र में स्पष्ट है कि V_L व V_C के बीच कलान्तर 180° होगा। एवं V_L व V_C का परिणामी $V_L - V_C$ होगा। इस प्रकार स्पष्ट होता है कि $V_L - V_C$ और V_R के बीच 90° का कलान्तर होगा।
यदि $V_L - V_C$ और V_R का परिणामी विभवान्तर V हो तो

$$V^2 = (V_L - V_C)^2 + V_R^2 \quad \ldots (4)$$

समीकरण (4) में V_R, V_C व V_L के मान रखने पर

$$V^2 = (X_L I - X_C I)^2 + (RI)^2$$
$$= I^2(X_L - X_C)^2 + R^2 I^2$$
$$V^2 = I^2(R^2 + (X_L - X_C)^2)$$

परिणामी विभवान्तर

$$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \ldots (5)$$

एवं L-C-R परिपथ की प्रतिबाधा $Z_{LCR} = \dfrac{V}{I}$

$$Z_{LCR} = \frac{I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}{I} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad \ldots (6)$$

चित्र में परिणामी विभवान्तर V, धारा I से अग्रगामी है एवं इनके बीच कलान्तर ϕ हो तो

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{IX_L - IX_C}{RI} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\text{या } \tan\phi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \text{ या } \phi = \tan^{-1}\left\{\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}\right\} \quad \ldots (7)$$

अतः L-C-R परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा I है तो

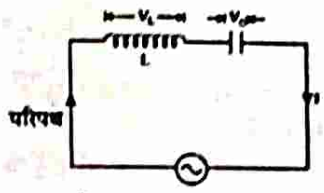
$$I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$$

$$\text{जहाँ } \phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}\right) \text{ व } I_0 = \frac{V_0}{Z_{LCR}}$$

$$\text{या } I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad \ldots (8)$$

प्रश्न 6. ए.सी. परिपथ के लिए, जिसमें प्रेरक एवं धारित्र दोनों हैं, के लिए फेजर आरेख बनाकर परिपथ की प्रतिबाधा का सूत्र स्थापित कीजिए तथा प्रत्यावर्ती वि.वा.ब. एवं धारा प्रत्येक स्थिति के लिए संबंध लिखिए।

उत्तर- जिस संधारित्र C, प्रेरकत्व L श्रेणीक्रम में जोड़े गए हैं, इनके सिरों के बीच एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज $V = V_0 \sin\omega t$ आरोपित किया जाता है। माना किसी क्षण परिपथ में प्रवाहित धारा I है। इस धारा के कारण



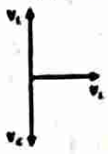
चित्र- L - C प्रत्यावर्ती

संधारित्र C के सिरों के बीच विभवान्तर $V_C = X_C I$ ..... (1)
प्रेरकत्व L के सिरों के बीच विभवान्तर $V_L = X_L I$ ..... (2)
विभवान्तर V_C धारा I से 90° पश्चगामी होता है एवं विभवान्तर V_L धारा I से 90° अग्रगामी होता है। अर्थात् V_L व V_C के मध्य कलान्तर 180° होगा।
यदि V_L व V_C का परिणामी विभवान्तर V हो, तो

$$V = V_L - V_C \quad \ldots (3)$$

समी. (1) व (2) से, V_C व V_L के मान समी. (3) में रखने पर

$$V = X_L I - X_C I$$
$$\text{या } V = I(X_L - X_C)$$
$$\text{या } = (X_L - X_C)$$



चित्र- L-C प्रत्यावर्ती परिपथ में V_L व V_C के बीच कलान्तर

परिपथ की प्रतिबाधा

$$Z_{LC} = -(X_L - X_C) = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad \ldots (4)$$

यही, (4) परिपथ की प्रतिबाधा है। इससे स्पष्ट है प्रत्यावर्ती वोल्टेज के मध्य कलान्तर $\frac{\pi}{2}$ होता है तथा धारा का आयाम

$$I_0 = \frac{V_0}{Z_{LC}} \quad \ldots (5)$$

यदि $X_L = X_C$ है तो समी. (4) से प्रतिबाधा $Z = 0$ (शून्य) परिपथ में धारा, अनन्त होगी $\left(I_0 = \frac{V_0}{Z_{LC}} = \frac{V_0}{0} = \infty\right)$ इसे अनुनाद की स्थिति कहते हैं। इस स्थिति में $X_L = X_C$

$$X_L = \frac{1}{\omega C} \text{ या } \omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\text{या } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

परन्तु $\omega = 2\pi\nu$

$$2\pi\nu = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ या } \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ν को अनुनादी आवृत्ति कहते हैं।

प्रश्न 7. सिद्ध कीजिए कि प्रत्यावर्ती धारा से जुड़े LCR श्रेणी परिपथ की अनुनादी आवृत्ति $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ होती है।

उत्तर- वह परिपथ जिसकी प्रतिबाधा न्यूनतम (यहाँ $z = 0$) होती है, अनुनादी परिपथ कहलाता एवं इसकी आवृत्ति अनुनादी आवृत्ति कहलाती है।

अतः $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 = \omega - \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\text{या } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

अध्याय-8 विद्युत चुम्बकीय तरंगे

बहुविकल्पीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिये-

(1) निम्नलिखित में से कौन-सा विद्युत चुम्बकीय तरंग नहीं है-

(a) गामा किरणें (b) x किरणें
(c) ध्वनि तरंगे (d) रेडियो तरंगे

@MP_BOARD_25 (Telegram)

(2) निम्नलिखित में से सबसे कम आवृत्ति वाली तरंग है–
(a) अवरक्त (b) रेडियो तरंगे
(c) दृश्य प्रकाश, (d) पराबैंगनी तरंग

(3) दृश्य प्रकाश के तरंग दैर्ध्य की कोटी है–
(a) 10-10m (b) 10-6m
(c) 10-4m (d) 10-8m

(4) विद्युत चुम्बकीय तरंगों का वेग होता है–
(a) $\frac{a^2}{\lambda}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
(c) 10-4m (d) B_0E

(5) निम्न में से किसका तरंग दैर्ध्य सबसे कम है–
(a) किरणें (b) दृश्य प्रकाश
(c) अवरक्त विकिरण (d) पराबैंगनी विकिरण

(6) निम्न में से किसकी आवृत्ति सबसे अधिक है–
(a) किरणें (b) दृश्य प्रकाश
(c) अवरक्त विकिरण (d) पराबैंगनी विकिरण

(7) विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र के परिमाण– E तथा चुम्बकीय क्षेत्र के परिमाण B में संबंध है–
(a) B = E/C (b) E = B/C
(c) E = B (d) C = B.E

(8) यदि विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत वेक्टर X- अक्ष में तथा चुम्बकीय वेक्टर Y- अक्ष में है तो उसकी संचरण दिशा होगी–
(a) X- अक्ष (b) Y- अक्ष
(c) Z- अक्ष (d) कुछ भी हो सकती है–

(9) ओजोन मण्डल अवशोषित करता है–
(a) दृश्य प्रकाश (b) माइक्रो तरंगे
(c) अवरक्त विकिरण (d) पराबैंगनी विकिरण

(10) विद्युत चुम्बकीय तरंगों में विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र होते हैं–
(a) परस्पर समानांतर (b) परस्पर लम्बवत्
(c) न्यूनकोण पर झुके (d) अधिककोण पर झुके

(11) टेलीविजन नेटवर्क में प्रयुक्त तरंगे होती हैं–
(a) माइक्रो तरंगे
(b) अल्ट्रा उच्च आवृत्ति की रेडियो तरंगे
(c) गामा तरंगे (d) x- किरणें

(12) कुहरे में संकेत के रूप में उपयोग की जाने वाली तरंगे हैं–
(a) uv तरंगे (b) अवरक्त तरंगे
(c) दृश्य प्रकाश (d) गामा किरणें

(13) धारिता युक्त परिपथ में चालन धारा Ic और विस्थापन धारा Id हो तो–
(a) Ic = Id (b) Ic > Id
(c) Ic < Id (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

(14) अवरक्त किरणों का संसूचन किया जाता है–
(a) स्पेक्ट्रोमीटर (b) पायरोमीटर
(c) नैनोमीटर (d) फोटोमीटर

(15) ग्रीन हाउस प्रभाव का कारण है–
(a) अवरक्त किरणें (b) पराबैंगनी किरणें
(c) X- किरणें (d) रेडियो तरंगे

उत्तर– (1) (c), (2) (b), (3) (b), (4) (b), (5) (a), (6) (a), (7) (a), (8) (c), (9) (d), (10) (b), (11) (b), (12) (b), (13) (a), (14) (b), (15) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(1) विद्युत चुम्बकीय तरंगे ..... होती हैं।
(2) भू-स्थायी उपग्रह का आवर्तकाल ..... घंटे होता है।
(3) निर्वात में वि.चु. तरंगों का वेग ..... होता है।
(4) पृथ्वी तल से ओजोन पर्त की ऊंचाई लगभग ..... होती है।
(5) अंधेरे में फोटोग्राफी के लिए ..... तरंगों का उपयोग किया जाता है।
(6) पराबैंगनी प्रकाश देने वाले लैंपों के बल्ब ..... के बनाए जाते हैं।
(7) विस्थापन धारा ..... में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होती है।
(8) X- किरणों द्वारा शरीर की ..... का पता लगाया जाता है।
(9) किसी चालक में स्थायी धारा प्रवाहित करने पर विस्थापन धारा का मान ..... होता है।
(10) रडार प्रणाली में ..... तरंगों का उपयोग किया जाता है।
(11) ऊष्मा की संवेदनशीलता ..... किरणों द्वारा उत्पन्न होती है।
(12) दूरसंचार के लिए ..... तरंगों का उपयोग किया जाता है।
(13) 1 मिमी से 100 मिमी तरंग दैर्ध्य वाली वि.चु. तरंगों को ..... कहते हैं।
(14) ..... किरणों की भेदन क्षमता सर्वाधिक होती है।
(15) एक त्वरित आवेश चुम्बकीय तरंगों के वेग का सूत्र ..... है।

(16) निर्वात में विद्युत चुम्बकीय तरंगों के वेग का सूत्र ..... है।
(17) विद्युत स्फुलिंग के निकट ..... की गंध निकलती है।
(18) जीवाणु नाशक के रूप में ..... तरंगों का उपयोग किया जाता है।
(19) विद्युत चुम्बकीय तरंगों के स्पेक्ट्रम में सर्वाधिक आवृत्ति वाली तरंग ..... है।
(20) विद्युत चुम्बकीय तरंगों के संचरण के लिए ..... की आवश्यकता नहीं होती है।

उत्तर– (1) अनुप्रस्थ, (2) 24 घण्टे, (3) 3×10^8 m/s, (4) 30 से 50 किमी., (5) अवरक्त, (6) क्वार्टज, (7) समय के साथ विद्युत फ्लक्स, (8) टूटी हुई हड्डियों के बारे में, (9) नियत, (10) राडार, (11) अवरक्त, (12) माइक्रो, (13) माइक्रो, (14) गामा, (15) विद्युत, (16) $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$, (17) ओजोन, (18) पराबैंगनी, (19) गामा, (20) माध्यम।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिये–

(1) समय के साथ परिवर्ती विद्युत क्षेत्र के कारण उत्पन्न विद्युत धारा को क्या कहते हैं ?
(2) विद्युत चुम्बकीय तरंगों का कौन-सा भाग ओजोन पर्त द्वारा अवशोषित हो जाता है ?
(3) टेलीविजन के लिए कौन सी तरंगे उपयोग की जाती हैं ?
(4) दृश्य तरंगों की तरंग दैर्ध्य परास लिखिए।
(5) फिंगर प्रिंट की जाँच के लिए कौन-सी तरंगे उपयोग में लाई जाती है ?
(6) विद्युत चुम्बकीय तरंगों का प्रकाशीय प्रभाव किस क्षेत्र के कारण होता है ?
(7) 4,000 Å और 8,000 Å तरंग दैर्ध्य की तरंगों के निर्वात में वेगों का अनुपात क्या होगा ?
(8) टी.वी. के रिमोट में कौन-सी तरंगों का उपयोग किया जाता है ?
(9) आयाम माडूलित बैंड (AM) की आवृत्ति परास लिखिए।
(10) टी.वी. तरंगों की आवृत्ति परास कितनी है ?
(11) आवृत्ति माडूलित (FM) बैंक की आवृत्ति परास कितनी होती है ?
(12) दृश्य प्रकाश का तरंगदैर्ध्य परास बताइए।
(13) दूरसंचार के लिए किन तरंगों का उपयोग किया जाता है ?
(14) सूक्ष्म तरंगों की तरंगदैर्ध्य परास लिखिए।
(15) विद्युत चुम्बकीय तरंग क्या है ?
(16) यदि पृथ्वी पर वायुमण्डल न होता तो पृथ्वी तल का ताप वर्तमान ताप की अपेक्षा कितना होता ?
(17) विस्थापन धारा क्या है ?
18. विस्थापन धारा का सूत्र लिखिए–

उत्तर– (1) विस्थापन, (2) पराबैंगनी, (3) अल्प उच्च आवृत्ति की रेडियो तरंगे, (4) 4×10^{-7} मी. से 7.8×10^{-7} मी. तक, (5) पराबैंगनी, (6) प्रकाश तरंगों का वेग विद्युत चुम्बकीय तरंगों के वेग के बराबर, (7) समान, (8) अवरक्त, (9) 540 - 1600 KHz, (10) 3×10^9 से 3×10^7 Hz, (11) 88 - 108 MHz, (12) 10^{-6} मी., (13) उच्च आवृत्ति की रेडियो तरंगे, (14) 10^7Å से 3×10^9Å. (15) वे तरंगें, जो विद्युत क्षेत्र एवं चुम्बकीय क्षेत्र के दोलनों से बनी होती है, जिनके ये दोलन परस्पर लम्बवत् तलों व समान कला में होते है तथा तरंगे चलने की दिशा के भी लम्बवत् होते हैं, (16) यदि पृथ्वी पर वायु मण्डल न होता तो पृथ्वी तल का ताप वर्तमान ताप की अपेक्षा अधिक होता, (17) समय के साथ परिवर्ती विद्युत क्षेत्र के कारण उत्पन्न विद्युत धारा को विस्थापन धारा कहते हैं, (18) विस्थापन धारा $Id = Id = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\phi_0 = \epsilon_0 \frac{d}{dt}\phi_E$

प्रश्न 4. सही जोड़ी मिलाइये–

(I) (A)	(B)
(1) रेडियो तरंगें	(a) न्यूटन
(2) पराबैंगनी किरणें	(b) रॉटजन
(3) एक्स किरणें	(c) बेकेरल
(4) गामा किरणें	(d) रेटर
(5) दृश्य प्रकाश	(e) मारकोनी

उत्तर– (1) (e), (2) (d), (3) (b), (4) (c), (5) (a)

(II) (A)	(B)
(1) अवरक्त किरणें	(a) मध्य मंडल
(2) वि.चु. तरंगों का आधार	(b) अंधेरे में फोटोग्राफी
(3) दृश्य प्रकाश के तरंग दैर्ध्य की कोटि	(c) 10^{-3} मी. से 10^{-1} मी.
(4) सूक्ष्म तरंगों की तरंग दैर्ध्य	(d) कीटाणुनाशक
(5) ताप घटने की दर 3.3^0 सें./कि.मी.	(e) दोलित्र विद्युत परिपथ
(6) रेडियो तरंगें	(f) 10^{-6} मीटर
(7) पराबैंगनी किरणें	(g) हर्ट्ज

उत्तर– (1) (b), (2) (g), (3) (f), (4) (c), (5) (a), (6) (e), (7) (d).

@MP_BOARD_25 (Telegram)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) एक सूक्ष्मदर्शी की लम्बाई बढ़ाने पर उसकी आवर्धन क्षमता ..... होती है।

(2) लैंस की क्षमता का मात्रक ..... है।

(3) एक स्वस्थ नेत्र के लिए स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी ..... होती है।

(4) गोलीय दर्पण के ध्रुव से फोकस तक की दूरी को ..... कहते हैं।

(5) अवतल दर्पण के वक्रता केंद्र से दूर रखी वस्तु का प्रतिबिम्ब ..... छोटा व उल्टा होता है।

(6) प्रकाश की तरंग दैर्ध्य बढ़ने पर कांच का अपवर्तनांक ..... है।

(7) दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता उसके अभिदर्शक लैंस की फोकस दूरी ..... बढ़ाई जा सकती है।

(8) परावर्ती दूरदर्शी की विभेदन क्षमता अपवर्ती दूरदर्शी की अपेक्षा ..... होती है।

उत्तर- (1) कम (2) डाइऑप्टर (D) (3) 25 cm (4) फोकस दूरी (5) अत्यधिक (6) कम होता (7) अधिक (8) अधिक।

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) निम्नलिखित में से किस रंग के लिए काँच का अपवर्तनांक न्यूनतम होता है?
(a) बैंगनी (b) लाल
(c) पीला (d) नीला

(2) एक लैंस की फोकस दूरी किस रंग के लिए न्यूनतम होती है?
(a) बैंगनी (b) लाल
(c) पीला (d) नीला

(3) हीरे की चमक का कारण है-
(a) प्रकाश का विश्लेषण (b) प्रकीर्णन
(c) पूर्ण आंतरिक परावर्तन (d) व्यतिकरण

(4) 200 cm फोकस दूरी वाला अवतल लैंस और 25 cm फोकस वाला उत्तल लैंस संपर्क में रखे हैं, संयोजन की फोकस दूरी होगी-
(a) 5 cm (b) -45 cm
(c) -100 cm (d) 100 cm

(5) ट्रक में ड्राइवर के साइड में लगा दर्पण होता है-
(a) अवतल दर्पण (b) उत्तल दर्पण
(c) समतल दर्पण (d) इनमें से कोई नहीं

(6) अवतल दर्पण द्वारा बना आभासी प्रतिबिम्ब होता है-
(a) वस्तु से बड़ा (b) वस्तु से छोटा
(c) वस्तु के बराबर (d) इनमें से कोई नहीं

(7) प्रकाश के अपवर्तनांक की क्रिया में निम्नलिखित में से कौन-सी राशि नहीं बदलती-
(a) तीव्रता (b) तरंगदैर्ध्य
(c) चाल (d) आवृत्ति

(8) प्रिज्म में प्रकाश के प्रवेश करने पर होता है-
(a) केवल विचलन (b) केवल विक्षेपण
(c) विचलन तथा विक्षेपण दोनों
(d) आपतन कोण पर निर्भर करेगा कि विचलन होगा या विक्षेपण

(9) विक्षेपण क्षमता निर्भर करती है-
(a) प्रिज्म के पदार्थ पर
(b) प्रिज्म के अपवर्तक कोण पर
(c) आपतन कोण पर
(d) इनमें से किसी पर नहीं

(10) सरल सूक्ष्मदर्शी से बना प्रतिबिंब होता है-
(a) आभासी व छोटा (b) आभासी व बड़ा
(c) वास्तविक व छोटा (d) वास्तविक व बड़ा

(11) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में अभिदर्शक लैंस की फोकस दूरी नेत्रिका लैंस की फोकस दूरी से-
(a) अधिक (b) से कम
(c) के बराबर (d) की दोगुनी

(12) आँख की विभेदन सीमा होती है-
(a) 1' (b) 1"
(c) 1° (d) इनमें से कोई नहीं

(13) किसी दूरदर्शी की विभेदन क्षमता निर्भर करती है-
(a) नेत्रिका की फोकस दूरी पर
(b) अभिदर्शक की फोकस दूरी पर
(c) दूरदर्शी नली की लम्बाई पर
(d) अभिदर्शक के व्यास पर

उत्तर- (1) (b), (2) (a), (3) (c), (4) (c), (5) (b), (6) (a), (7) (d), (8) (c), (9) (a), (10) (b), (11) (b), (12) (a), (13) (d).

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) किसी द्रव का क्रांतिक कोण और अपवर्तनांक में संबंध लिखिए।

(2) लैंस के लिए u तथा v एवं f में संबंध लिखिए।

(3) लैंस द्वारा उत्पन्न रेखीय आवर्धन का सूत्र लिखिए।

(4) इस माध्यम का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए, जिसका क्रांतिक कोण 45° है।

(5) 10 cm सेंटीमीटर फोकस दूरी वाले उत्तल लैंस से बने साधारण सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता कितनी होगी, जबकि प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने।

(6) 10 cm सेंटीमीटर गहराई वाले बर्तन में कोई द्रव भरा है, तले पर रखे सिक्के की गहराई 8 cm सेंटीमीटर मापी जाती है। द्रव का अपवर्तनांक कितना होगा?

(7) उत्तल लैंस के द्वारा आभासी प्रतिबिम्ब किस स्थिति में बनता है?

(8) स्नेल का नियम लिखिए।

(9) लैंस की क्षमता तथा उसकी फोकस दूरी में संबंध लिखिए।

(10) गोलीय दर्पण का सूत्र लिखिए।

(11) सूक्ष्मदर्शी में बने प्रतिबिम्ब की प्रकृति कैसी होती है?

(12) अवतल दर्पण का एक उपयोग लिखिए।

(13) लैंस को किसी द्रव में डुबाने पर उसकी फोकस दूरी पर क्या प्रभाव पड़ता है?

(14) प्राथमिक इंद्रधनुष कैसे बनता है?

(15) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता कैसे बढ़ाते हैं?

(16) मानव नेत्र में सिलियरी मांसपेशियों का क्या कार्य है?

(17) गोलीय दर्पण की फोकस दूरी व वक्रता त्रिज्या में संबंध लिखिए।

उत्तर- (1) $\mu = \frac{1}{\sin C}$ (2) $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ (3) रेखीय आवर्धन (m) = लैंस द्वारा बने प्रतिबिंब की लम्बाई (I)/वस्तु की लम्बाई (O)

(4) दिया है क्रांतिक कोण = 45^0 μ = ?

$$\mu = \frac{1}{\sin C} = \frac{1}{\sin 45^0}$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}} \text{ or } \mu = \sqrt{2}$$

(5) दिया है f = 10 सेमी., आवर्धन क्षमता (m) = ?

$$m = \frac{D}{f} \Rightarrow m = \frac{25}{10}$$

$$m = 2.5$$

(6) दिया है- वास्तविक गहराई (h) = 10 cm. आभासी गहराई (h') = 8 cm. अपवर्तनांक μ = ?

$$\mu = \frac{h}{h'}$$

$$\mu = 1.25$$

(7) उत्तल लैंस द्वारा आभासी प्रतिबिम्ब तब बनता है, जब वस्तु लैंस के प्रकाशित केन्द्र व फोकस के बीच रखी हो।

(8) किन्हीं दो माध्यमों के लिए एक वर्णी प्रकाश के लिए आयतन कोण की ज्या (sini) तथा अपवर्तन कोण की ज्या (sinr) का अनुपात एक नियतांक होता है-

अर्थात् $\frac{\sin i}{\sin r} = \mu$

(9) लैंस की क्षमता (P) = $\frac{1}{f}$

(10) गोलीय दर्पण

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

u = दर्पण के ध्रुव व वस्तु के बीच की दूरी
v = दर्पण के ध्रुव व प्रतिम्बि के बीच की दूरी
f = दर्पण की फोकस दूरी

(11) आभासी, वस्तु से बड़ी

(12) दाढ़ी बनाने में,

(13) लेंस को किसी द्रव में डूबाने पर उसकी फोकस दूरी बढ़ जाती है,

(14) प्राथमिक इन्द्रधनुष का निर्माण जल की बूंदों द्वारा व सूर्य की किरणों के दो अपवर्तन तथा एक पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण होता है,

(15) आवर्धन क्षमता बढ़ाने के लिए- (1) u_0 का मान कम होना चाहिए, (2) f_0 का मान कम होना चाहिए, (3) v_0 का मान अधिक होना चाहिए,

(16) सिलियरी मांसपेशियों पर तनाव को बदलकर नेत्र लेंस की फोकस दूरी बदली जा सकती है,

(17) गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f)= वक्रता त्रिज्या (R)/2

प्रश्न 4. सही जोड़ी बनाओ-

(A)	(B)
(1) अपवर्तनांक	(a) लैंस की क्षमता
(2) स्नेल का नियम	(b) उत्तल लैंस
(3) आभासी व छोटा प्रतिबिम्ब	(c) प्रकाश का अपवर्तन
(4) आभासी व बड़ा प्रतिबिम्ब	(d) वास्तविक गहराई/आभासी गहराई
(5) डायऑप्टर	(e) अवतल लैंस
(6) बैंगनी रंग का प्रकाश	(f) कांच में अधिकतम चाल
(7) लाल रंग का प्रकाश	(g) प्रिज्म द्वारा अधिकतम विचलन

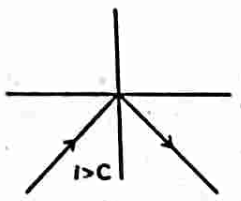
उत्तर- (1) (d), (2) (c), (3) e (4) b (5) a (6) (g) (7) f.

@MP_BOARD_25(Telegram)

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. पूर्ण आंतरिक परावर्तन किसे कहते हैं? इसके लिए आवश्यक शर्तें लिखिए।

उत्तर- जब कोई प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है और जब आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण के मान से अधिक होता है तो प्रकाश किरण दूसरे माध्यम में प्रवेश करने के बजाय उसी माध्यम में परावर्तित हो जाती है। इस घटना को प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते हैं।



शर्तें- (1) प्रकाश किरण को सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाना चाहिए।

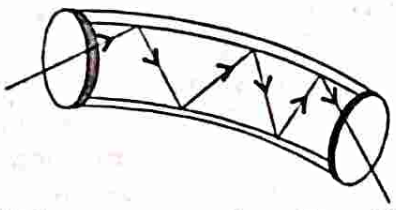
(2) आपतन कोण के मान को क्रांतिक कोण के मान से अधिक होना चाहिए।

प्रश्न 2. सघन माध्यम में स्थिति वस्तु को विरल माध्यम से देखा जाता है तो वह कुछ ऊपर क्यों उठी दिखाई देती है?

उत्तर- अपवर्तन के कारण।

प्रश्न 3. प्रकाशीय तंतु क्या है? यह किस प्रकार कार्य करता है?

उत्तर- यह पूर्ण आन्तरिक परावर्तन पर आधारित ऐसी युक्ति है जिसकी सहायता से प्रकाश सिग्नल को उसी तीव्रता के साथ टेढ़े-मेढ़े मार्ग से अल्प दूरी या लम्बी दूरी तक ले जाया जा सकता है।



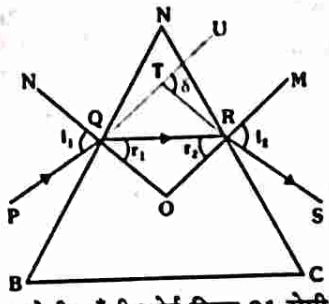
कार्य विधि- जब प्रकाश, तन्तु के एक सिरे पर छोटे कण पर आपतित होता है तो वह तन्तु के अन्दर गुजरने लगता है। आपतन कोण का मान परत के सापेक्ष तन्तु के क्रांतिक कोण से अधिक होता है। अतः प्रकाश का तन्तु और परत के अन्दर के पृष्ठ से बार-बार आंतरिक परावर्तन होता है। फलस्वरूप अन्त में प्रकाश दूसरे सिरे से उतनी ही तीव्रता के साथ बाहर निकल जाता है।

प्रश्न 4. प्रिज्म का न्यूनतम विचलन कोण किसे कहते हैं?

उत्तर- आपतित किरण व निर्गत किरण के बीच बनने वाला कोण विचलन कोण कहलाता है एवं विचलन कोण के न्यूनतम मान को न्यूनतम विचलन कोण कहते हैं।

प्रश्न 5. प्रिज्म से अपवर्तन को सचित्र समझाइए।

उत्तर-



प्रश्न 6. 3 सेमी. ऊँची कोई बिम्ब 21 सेमी. फोकस दूरी वाले लैंस के सामने 14 सेमी. की दूरी पर रखी है। लैंस द्वारा निर्मित प्रतिबिम्ब का वर्णन कीजिये।

उत्तर- दिया है- वस्तु की लम्बाई (O) = ? लैंस की फोकस दूरी (f) = 21 सेमी., वस्तु की लैंस से दूरी (u) = 14 सेमी.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{21} = \frac{1}{v} - \frac{1}{14}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{21} - \frac{1}{14}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2-3}{42}$$

$$v = -42\text{cm}$$ **-उत्तर**

प्रश्न 7. एक अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 16 सेमी है। इसकी फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है- वक्रता त्रिज्या (R) = 16 सेमी.

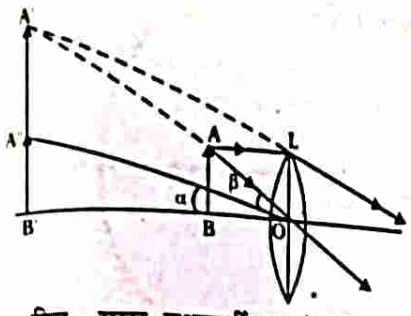
फोकस दूरी (f) = ?

सूत्र फोकस दूरी (f) = $\frac{\text{वक्रता त्रिज्या (R)}}{2}$

$$f = \frac{16}{2}$$

$$f = 8 \text{ सेमी.}$$

प्रश्न 8. सरल सूक्ष्मदर्शी का प्रतिबिम्ब आरेख बनाकर इसके दो उपयोग व दो दोष लिखिए।



चित्र- सरल सूक्ष्मदर्शी का रेखाचित्र

उत्तर- उपयोग- (1) प्रयोग शाला में, (2) घड़ीसाज व सुनार द्वारा छोटे-छोटे पुर्जों या वस्तुओं को देखने में।

दोष- (1) अत्यंत सूक्ष्म वस्तुओं को नहीं देख पाते, (2) नेत्रों पर तनाव।

प्रश्न 9. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण का [illegible] कीजिए एवं इसकी आवर्धन क्षमता किन-किन कारकों पर निर्भर करती है ?

उत्तर- देखिए दीर्घ उ.प्र.क्र. 7।

आवर्धन क्षमता को प्रभावित करने वाले कारक- (1) u_o का मान कम होना चाहिए, (2) f_e का मान कम होना चाहिए, (3) v_o का मान अधिक होना चाहिए।

प्रश्न 10. परावर्ती दूरदर्शी की दो विशेषताएँ लिखिए-

उत्तर- विशेषताएँ- (1) इसमें बना प्रतिबिम्ब अधिक तीव्र व स्पष्ट होता है।

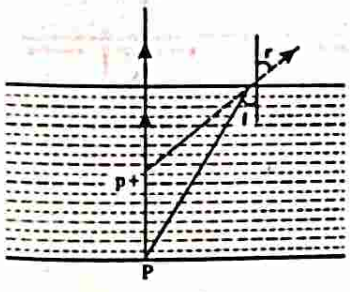
(2) इसमें बने प्रतिबिम्ब में वर्ण विपथन का दोष नहीं होता है।

प्रश्न 11. क्रांतिक कोण किसे कहते हैं ?

उत्तर- एक विशेष आयतन कोण को जिस पर अपवर्तन कोण 90^0 हो जाता है, क्रांतिक कोण कहते हैं।

प्रश्न 12. जल से भरे तालाब की पैंदी उठी हुई दिखाई देती है, क्यों ?

उत्तर- प्रकाश के अपवर्तन की घटना से जल से भरे तालाब की पैंदी उठी हुई दिखाई देती है।



लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. प्राथमिक एवं द्वितीयक इन्द्रधनुष में अंतर लिखिए।

उत्तर- प्राथमिक एवं द्वितीयक इन्द्रधनुष में अंतर-

	प्राथमिक इन्द्रधनुष	द्वितीयक इन्द्रधनुष
(1)	यह तीव्र होता है	यह फीका होता है
(2)	इसकी कोणीय चौड़ाई कम होती है।	इसकी कोणीय चौड़ाई अधिक होती है।
(3)	यह द्वितीयक इन्द्रधनुष के नीचे होता है।	यह प्राथमिक इन्द्रधनुष के ऊपर होता है।
(4)	इसके लाल रंग बाहरी किनारे पर तथा बैंगनी रंग आन्तरिक किनारे पर होता है।	इसके बैंगनी रंग बाहरी किनारे पर तथा लाल रंग आन्तरिक किनारे पर होता है।
(5)	इसका निर्माण दो अपवर्तन व एक पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण होता है।	इसका निर्माण दो अपवर्तन व दो पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण होता है।

प्रश्न 2. किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक की फोकस दूरी 1 सेमी. नेत्रिका की फोकस दूरी 2 सेमी. तथा नली की लम्बाई 20 सेमी. हो तो इस यंत्र का आवर्धन ज्ञात कीजिये जबकि अन्तिम प्रतिबिम्ब अनंत पर बनता है।

उत्तर- दिया है- $f_o = 1$ सेमी, $f_e = 2$ सेमी, नली की लम्बाई $(v_o + f_e) = 20$ सेमी. आवर्धन क्षमता (m) = ?

सूत्र- $$m = -\frac{v_o}{u_o} \times \frac{D}{f_e}$$

$$v_o + f_e = 20, \; f_e = 2\text{cm}$$

$$v_o + 2 = 20$$

$$v_o = 18 \text{ सेमी}$$

$$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{v_o} - \frac{1}{u_o}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{18} - \frac{1}{u_o}$$

$$\frac{1}{u_o} = \frac{1}{18} - \frac{1}{1} = \frac{1-18}{18} = \frac{-17}{18}$$

@MP_BOARD_25 (Telegram)

$$\omega = \frac{18}{17}$$

$$m = \frac{\frac{-18}{-18}}{17} \times \frac{25}{2}$$

$$m = \frac{425}{2} = 212.5$$

प्रश्न 3. एक किसी अवतल दर्पण के लिए फोकस दूरी f और वक्रता त्रिज्या R में संबंध स्थापित कीजिए।

उत्तर–

चित्र –

चित्र में MN अवतल दर्पण, P - ध्रुव, F - फोकस बिन्दु, C = वक्रता केन्द्र, AB = आपतित किरण, BD = परावर्तित किरण, BC = अभिलम्ब, i = आपतन कोण, r = परावर्तन कोण, परावर्तन के नियम से

$$\angle i = \angle r \quad \text{....(1)}$$

ΔBCF में $\angle BCF = \angle CBF$

या $\angle i = \angle r$

अतः $BF = CF$ ....(2)

त्रिभुज के बराबर कोणों के सामने की भुजाएँ भी बराबर होती हैं।

$$BF = PF \text{ (लगभग)} \quad \text{....(3)}$$

(द्वारक छोटा होने पर)

समी. (2) व (3) से

$$PF = CF = F$$

एवं $$PC = PF + CF$$

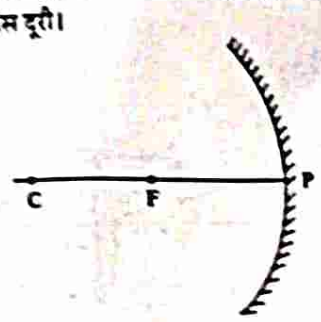
$$R = f + f$$

$$R = 2f$$

$$f = \frac{R}{2}$$

प्रश्न 4. गोलीय दर्पण के लिए निम्न को समझाइए– (a) मुख्य अक्ष, (b) वक्रता केन्द्र, (c) ध्रुव, (d) फोकस और फोकस दूरी।

उत्तर–



(a) मुख्य अक्ष– दर्पण के ध्रुव तथा वक्रता केन्द्र को मिलाने वाली रेखा को दर्पण की मुख्य अक्ष कहते हैं।

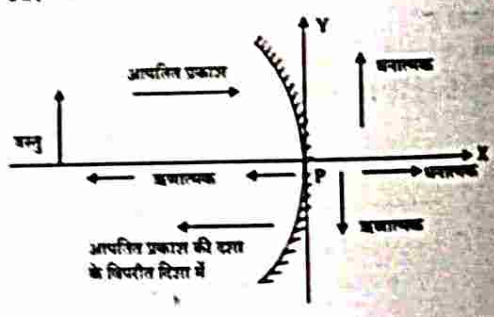
(b) वक्रता केन्द्र– दर्पण जिस खोखले गोले का एक भाग होता है, उस गोले के केन्द्र को दर्पण का वक्रता केन्द्र कहते हैं। इसे अक्षर c से दर्शाते हैं।

(c) ध्रुव– दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के मध्य बिन्दु को दर्पण का ध्रुव कहते हैं। इसे अक्षर p से दर्शाते हैं।

(d) फोकस– दर्पण की मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश किरणें दर्पण से परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष पर स्थित एक बिन्दु पर या तो वास्तव में मिल जाती है। (अवतल दर्पण में) या एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती है (उत्तल दर्पण में)। इस बिन्दु को दर्पण का मुख्य फोकस कहते हैं। इसे अक्षर F से दर्शाते हैं। फोकस दूरी– दर्पण के ध्रुव से फोकस तक की दूरी को दर्पण की फोकस दूरी कहते हैं। इसे अक्षर f से दर्शाते हैं।

प्रश्न 5. गोलीय दर्पण अथवा लैंसों द्वारा प्रतिबिम्ब बनने संबंधी सूत्र व्युत्पन्न करने के लिए कार्तीय चिन्ह परिपाटी को चित्र बनाकर समझाइए।

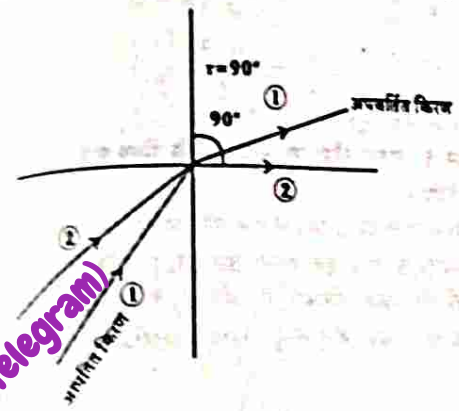
उत्तर–



(1) समस्त दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मुख्य अक्ष के साथ मापी जाती है। (2) आपतित किरण की दिशा में मापी गई दूरियाँ धनात्मक तथा आपतित किरण की दिशा के विपरीत में नापी गई दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती है। (3) मुख्य अक्ष के ऊपर की ओर नापी जाने वाली लम्बाइयाँ धनात्मक व मुख्य अक्ष के नीचे की ओर से नापी जाने वाली दूरियाँ ऋणात्मक होती है।

प्रश्न 6. क्रांतिक कोण से आप क्या समझते हो। चित्र बनाकर समझाइए।

उत्तर– क्रांतिक कोण– देखिए अ.त.उ. प्रश्न क्र. 10।



@MP_BOARD_25 (Telegram)

जिस में प्रकाश विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश कर रही है, जिसमें आपतन के विशेष मान के लिए अपवर्तन कोण 90^0 होता है।

प्रश्न 7. लैंस की क्षमता को परिभाषित कीजिए एवं इसका मात्रक लिखिए।

उत्तर– देखिए एक वाक्य में उत्तर, प्रश्न क्र. 9।

प्रश्न 8. अपवर्तक दूरदर्शी और परावर्तक दूरदर्शी में अन्तर लिखिए।

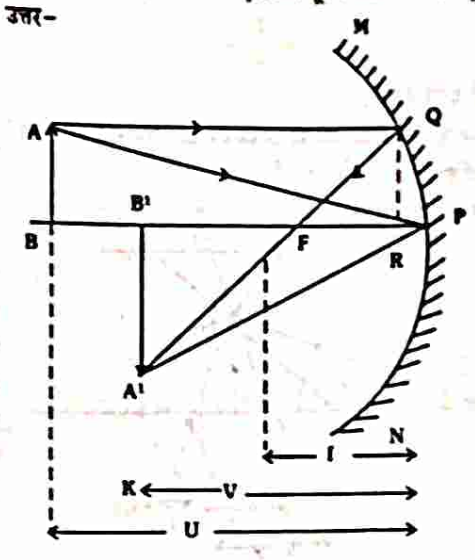
उत्तर– अपवर्तक दूरदर्शी और परावर्तक दूरदर्शी में अन्तर–

क्र.	अपवर्तक दूरदर्शी	परावर्तक दूरदर्शी
(1)	इसमें अभिदृश्यक के लिए लैंस प्रयुक्त करते हैं।	इसमें अभिदृश्यक के लिए अवतल दर्पण प्रयुक्त करते हैं।
(2)	इसमें बना प्रतिबिम्ब कम तीव्र व अस्पष्ट होता है।	इसमें बना प्रतिबिम्ब अधिक तीव्र व अस्पष्ट होता है।
(3)	इसमें बने प्रतिबिम्ब में वर्ण विपथन का दोष होता है।	इसमें बने प्रतिबिम्ब में वर्ण विपथन का दोष नहीं होता है।
(4)	$m = \frac{f_o}{f_e}$	$m = \frac{f_o}{f_e} = \frac{-R/2}{f_e}$

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. गोलीय दर्पण के लिए दर्पण सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर–



चित्र में दूरियाँ व किरण मार्ग प्रदर्शित है।

ΔABP व $\Delta A'B'P$ समरूप है

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{PB}{PB'}$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{-u}{-v} = \frac{u}{v} \quad \text{....(1)}$$

ΔQRF व $\Delta A'B'F$ समरूप है

$$\frac{QR}{A'B'} = \frac{RF}{FB'}$$

$$QR = AB, RF = PF$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{PF}{FB'}$$

$$PF = -f$$

$$FB' = FB' - PF$$

$$= -v - (-f)$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{-f}{-v-(-f)} \quad \text{....(2)}$$

समी. (1) व (2) से

$$\frac{u}{v} = \frac{-f}{-v-(-f)}$$

$$\frac{u}{v} = \frac{f}{v-f}$$

$$uv - uf = vf$$

$$uv = vf + uf$$

दोनों पक्षों में uvf से भाग देने पर

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{vf}{uvf} + \frac{uf}{uvf}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

यही दर्पण सूत्र है।

प्रश्न 2. गोलीय तल से अपवर्तन के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर–

चित्र में किरण मार्ग व कोण प्रदर्शित है।

स्नेल के नियम से $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$

∵ i व r के मान बहुत कम होते है, अतः उन्हें रेडियम में मापने पर

$\sin i = i, \sin r = r$

$$\mu = \frac{i}{r}$$

या $i = \mu r$ ....(1)

ΔOMC में $\theta = i + \alpha$

$i = \theta - \alpha$

ΔIMC में $\theta = r + \beta$

$r = \theta - \beta$

i व r के मान समी. (1) में रखने पर

$\theta - \alpha = \mu(\theta - \beta)$

$\theta - \alpha = \mu\theta - \mu\beta$

$\mu\beta - \alpha = \mu\theta - \theta$

$\mu\beta - \alpha = \theta(\mu - 1)$ ....(2)

कोण = $\frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$ के अनुसार

$$\theta = \frac{PM}{PC} = \frac{PM}{-R}$$

$$\beta = \frac{PM}{PI} = \frac{PM}{-v}$$

$$\alpha = \frac{PM}{PO} = \frac{PM}{-u}$$

α, β व θ के मान समी (2) में रखने पर

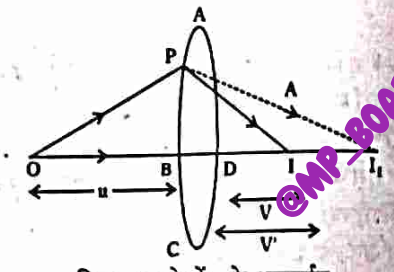
$$\mu\frac{PM}{-v} - \frac{PM}{-u} = \frac{PM}{-R}(\mu - 1)$$

$$\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{(\mu-1)}{R}$$

यही अपवर्तन सूत्र है।

प्रश्न 3. पदले लेंस पर अपवर्तन के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर– माना कि n अपवर्तनांक वाले पारदर्शक माध्यम में 1 अपवर्तनांक वाले एक पतला लेंस रखा है। लेंस के गोलीय पृष्ठों की वक्रता-त्रिज्याएँ R_1 और R_2 है तथा इसके प्रधान अक्ष पर O एक बिन्दु वस्तु (Point object) है।



चित्र– पतले लेंस के अपवर्तन

लेंस के प्रथम पृष्ठ PB से प्रकाश की किरण OP का अपवर्तन के कारण वस्तु O का प्रतिबिम्ब I' पर बनेगा। यदि इस पृष्ठ से वस्तु O तथा प्रतिबिम्ब I' की दूरियाँ क्रमशः u तथा v' है, वक्रता-त्रिज्या R_1 है, तो गोलीय पृष्ठ से अपवर्तन के सूत्र के अनुसार,

$$-\frac{1}{4} + \frac{n}{v'} = \frac{n-1}{R_1} \quad ...(1)$$

इसी प्रकार दूसरे गोलीय पृष्ठ AD पर आपतित किरण। दिशा में अततः परावर्तित होता है, जिसके लिए I" आभासी वस्तु (Virtual object) का कार्य करता है तथा अंतिम प्रतिबिम्ब बिन्दु I पर बनाता है। यदि अंतिम प्रतिबिम्ब I की दूरी लेंस से v हो तथा इस गोलीय पृष्ठ की वक्रता-त्रिज्या R_2 हो, तो गोलीय पृष्ठ के अपवर्तन के सूत्र से,

$$-\frac{n}{v'} + \frac{1}{v} = \frac{n-1}{R_2} \quad ...(2)$$

समीकरण (1) और समीकरण (2) को जोड़ने पर

$$= -\frac{1}{4} + \frac{n}{v'} - \frac{n}{v'} + \frac{1}{v}$$

$$= \frac{n-1}{R_1} + \frac{n-1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

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

But $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

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

प्रश्न 4. लैंस निर्माता का सूत्र क्या है? लिखिए एवं सिद्ध कीजिए।

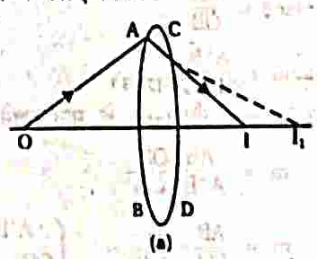
गोलीय पृष्ठ हेतु अपवर्तन सूत्र,

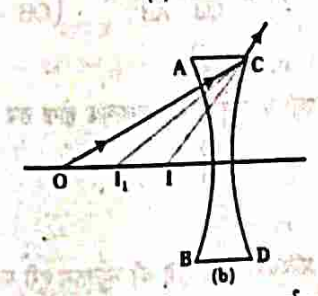
$$\frac{v_0}{v} - \frac{1}{u} = \frac{v_0 - 1}{R}$$

तथा लैंस निर्माता का सूत्र-

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

पतले लैंस के लिए निगमन-





चित्र- पतले लैंस पर अपवर्तन

मानलो लैंस से वस्तु O की दूरी = u प्रतिबिम्ब I_1 की दूरी = v_1 तथा प्रतिबिम्ब I की दूरी = v है।

पहले पृष्ठ AB द्वारा O का प्रतिबिम्ब I_1 पर बनता है। अतः अपवर्तन सूत्र से,

$$\frac{\mu}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R_1} \quad ...(1)$$

जहाँ μ = लैंस के पदार्थ का अपवर्तनांक है। दूसरे पृष्ठ द्वारा I_1 का प्रतिबिम्ब I पर बनता है। अतः अपवर्तन सूत्र से,

$$\frac{1}{\mu}\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{\frac{1}{\mu} - 1}{R_2} \quad ....(2)$$

समी. (2) में μ के स्थान पर $\frac{1}{\mu}$ लिखा गया है, क्योंकि प्रकाश किरण सघन माध्यम (काँच) से विरल माध्यम (हवा) में प्रवेश कर रही है। समी. (2) को μ से गुणा करने पर,

$$\frac{1}{v} - \frac{\mu}{v_1} = \frac{1 - \mu}{R_2} \quad ...(3)$$

समी. (1) और (3) को जोड़ने पर,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad ...(4)$$

अब यदि $u = \infty$ हो, तो $v = f$ (अनन्त पर स्थित वस्तु का प्रतिबिम्ब फोकस पर बनता है।)

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{\infty} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad ...(5)$$

इसे लैंस निर्माता का सूत्र कहते है।

प्रश्न 5. किसी प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर-चित्र में एक प्रिज्म ABC प्रदर्शित है जिसकी अपवर्तन सतहें AB व AC है तथा प्रिज्म कोण A है। PQ,QR व RS क्रमशः आपतित किरण, अपवर्तित एवं निर्गत किरण है। i_1 आपतन कोण, r_1 अपवर्तन कोण i_2 निर्गत कोण एवं r_2 सतह AC के लिए अपवर्तन कोण है। विचलन कोण ∠STU = δ है।

स्पष्ट है कि, ∠STU = ∠TQR + ∠TRQ

या $\delta = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2)$

@MP_BOARD_25 (Telegram)

किन्तु न्यूनतम विचलन की स्थिति में, $i_1 = i_2 = i$ (माना)

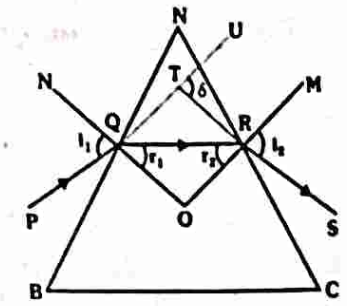
$r_1 = r_2 = r$ (माना)

$\delta = \delta_m$ (अल्पतम विचलन कोण)

$\therefore \quad \delta m = i - r + i - r = 2i - 2r$

किन्तु चतुर्भुज □AQOR में,

$\angle AQO + \angle ARO = 180^0$ (∵ प्रत्येक कोण समकोण है।)



अत: शेष कोण $\angle A + \angle QOR = 180^0$

ΔOQR में $\angle QOR + r_1 + r_2 = 180^0$

समी. (2) व (3) से,

$$\angle A = r + r = 2r$$

या $$r = \frac{A}{2}$$

पुन: समी. (1) से,

$$\delta_m = 2i - 2r$$
$$= 2i - A$$

या $$2i = \delta_m + A$$

या $$i = \frac{A + \delta_m}{2}$$

स्नेल के अपवर्तन नियम से हम जानते हैं कि

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

उपर्युक्त सूत्र में i व r के मान रखने पर

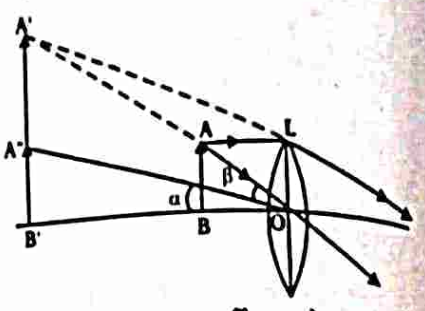
$$\mu = \frac{\text{Sin}\left(\frac{A+Sm}{2}\right)}{\text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)}$$

प्रश्न 6. सरल सूक्ष्मदर्शी का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत कीजिए-

(1) प्रतिबिम्ब बनने का रेखाचित्र

(2) आवर्धन क्षमता के लिए व्यंजक जबकि अंतिम प्रतिबिम्ब (अ) स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने (ब) अनन्त पर बने।

उत्तर- (1) प्रतिबिम्ब बनने का रेखाचित्र-



चित्र- सरल सूक्ष्मदर्शी का रेखाचित्र

(2) आवर्धन क्षमता- प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दर्शन कोण और स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर स्थित वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन कोण के अनुपात को सरल सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता कहते हैं।

सूत्र के रूप में-

आवर्धन क्षमता m = प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दर्शन कोण/ स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर स्थित वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन कोण

या $$m = \frac{\beta}{\alpha}$$

चूँकि α और β के मान अत्यन्त कम होते हैं। अत: $\alpha = \tan\alpha$ तथा $\alpha = \tan\beta$ ले सकते हैं।

$$m = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} \quad ...(1)$$

चित्र से, $\tan\beta = \frac{AB}{OB}$

तथा $\tan\alpha = \frac{A"B'}{OB'}$

समी. (1) में $\tan\alpha$ और $\tan\beta$ के मान रखने पर

$$m = \frac{AB/OB}{A"B'/OB'}$$

या $$m = \frac{AB}{OB} \times \frac{D}{AB'} \quad \left(\because \begin{matrix} A'B' = AB \\ OB' = D \end{matrix}\right)$$

या $$m = \frac{D}{OB}$$

चिन्ह परिपाटी के अनुसार D ऋणात्मक होगा तथा OB = -u

$$m = \frac{-D}{-u}$$

या $$m = \frac{D}{u} \quad ...(2)$$

(अ) जब प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने- इस स्थिति में

$$v = -D$$

चित्र परिपाटी से u ऋणात्मक तथा f धनात्मक होगा।

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-D} - \frac{1}{-u}$$

या $$\frac{1}{f} = \frac{-1}{D} + \frac{1}{u}$$

या $$\frac{D}{f} = -1 + \frac{D}{u}$$

या $$1 + \frac{D}{f} = \frac{D}{u}$$

समी. (2) में मान रखने पर

$$m = 1 + \frac{D}{f} \quad (3)$$

(ब) जब प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने- इस स्थिति में u = f

समी. (2) में मान रखने पर

$$m = \frac{D}{f} \quad (4)$$

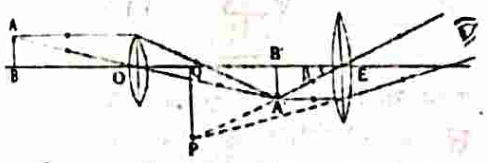
प्रश्न 7. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का वर्णन निम्न शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए-

(1) प्रतिबिम्ब बनने की व्यवस्था का किरण पथ सहित चित्र (2) आवर्धन क्षमता के सूत्र की स्थापना जबकि अंतिम प्रतिबिम्ब-

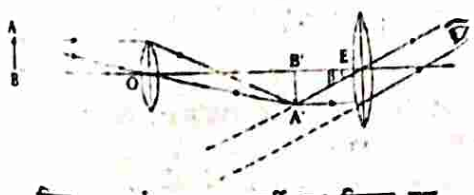
(अ) स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने (ब) अनन्त पर बने।

उत्तर- संयुक्त सूक्ष्मदर्शी- आवर्धन बढ़ाने के लिए दो अलग-अलग लैंसों से बने सूक्ष्मदर्शी को उपयोग करते हैं, जिसे संयुक्त सूक्ष्मदर्शी कहते हैं।

(1) नामांकित रेखाचित्र या किरण पथ



चित्र 1- संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का किरण पथ
(जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने।)



चित्र 2- संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का किरण पथ
(जब अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने।)

@MP_BOARD_25 (Telegram)

(2) आवर्धन क्षमता की गणना- प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दृष्टि कोण और स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने कोण के अनुपात को संयुक्त सूक्ष्मदर्शी को आवर्धन-क्षमता कहते हैं। इसे m से प्रदर्शित करते है।

सूत्र के रूप में,

$$\text{आवर्धन क्षमता } m = \frac{\text{अंतिम प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित दर्शन-कोण}}{\text{स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर रखी वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन कोण।}}$$

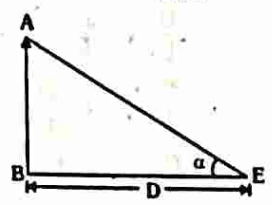
यदि अंतिम प्रतिबिम्ब द्वारा निर्मित कोण (दृष्टि कोण) β तथा स्पष्ट दृष्टि को न्यूनतम दूरी पर बना कोण α, हो तो आवर्धन क्षमता।

$$m = \frac{\beta}{\alpha}$$

∵ α और β के मान अत्यन्त कम होते हैं, अत:

$\alpha = \tan\alpha$ तथा $\beta = \tan\beta$

$$m = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} \quad ...(1)$$



चित्र 3- स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर स्थित वस्तु द्वारा निर्मित दर्शन-कोण।

अब चित्र 3 से

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

चित्र 1 या चित्र 2 से

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

समी. (1) में मान रखने पर

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

या $$m = \frac{A'B'}{AB} \times \frac{D}{EB'} \quad ...(2)$$

अब चित्रानुसार Δ A'OB' तथा Δ AOB समरूप है, अत:

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

समी. (2) में मान रखने पर

$$m = \frac{OB'}{OB} \times \frac{D}{EB'} \quad ...(3)$$

चिन्ह परिपाटी से,

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

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

EB' = नेत्रिका से वस्तु की दूरी = $-u_e$

D = स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी = -D

समी. (3) में मान रखने पर,

$$m = \frac{v_0}{-u_0} \times \frac{-D}{-u_e} \text{ या } m = -\frac{v_0}{u_0} \times \left(\frac{D}{u_e}\right) \quad ...(4)$$

(अ) जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बने- मानलो नेत्रिका की फोकस दूरी f_e है, तब $u = -u_e$ तथा $v = -D$

अत: लैंस के सामान्य सूत्र $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ से,

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

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

दोनों पक्षों में D का गुणा करने पर

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

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

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

समी. (4) में $\frac{D}{u_e}$ का मान रखने पर,

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

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

(ब) जब अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने- यदि प्रतिबिम्ब A'B' नेत्रिका E के फोकस पर बनता है, तो अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनेगा। इस स्थिति में $u_e = f_e$

समीकरण (4) में मान रखने पर,

$$m = \frac{-v_0}{u_0} \cdot \frac{D}{f_e}$$

इस स्थिति में सूक्ष्मदर्शी की नली की लम्बाई = $v_0 + f_e$

अधिक आवर्धन-क्षमता के लिए शर्तें-

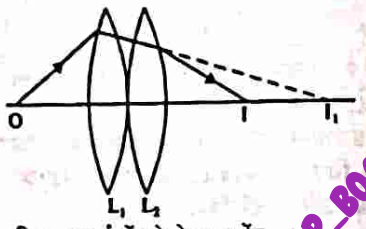
(1) u_0 का मान कम होना चाहिए अर्थात् वस्तु को अभिदृश्यक के नजदीक रखना चाहिए, किन्तु वस्तु की अभिदृश्यक के फोकस के बाहर रखा जाता है। अत: अभिदृश्यक की फोकस दूरी कम होनी चाहिए।

(2) f_e का मान कम होना चाहिए अर्थात् नेत्रिका की फोकस-दूरी कम होनी चाहिए।

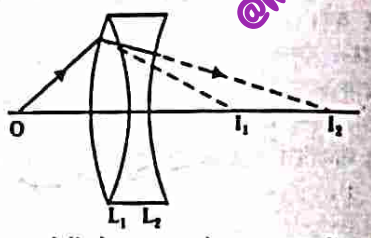
(3) v_0 का मान अधिक होना चाहिए। इसके लिए वस्तु AB को अभिदृश्यक लैंस O के फोकस के समीप रखना चाहिए। चूँकि अभिदृश्यक द्वारा वस्तु का बना प्रतिबिम्ब वास्तविक होता है। v_0 का मान अधिक होने का अर्थ है कि सूक्ष्मदर्शी नली की लम्बाई अधिक होनी चाहिए।

प्रश्न 8. परस्पर सम्पर्क में रखे दो पतले लैंसों के संयोग को फोकस दूरी का सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर- मानलो L_1 और L_2 दो लैंस है जिनकी फोकस दूरियाँ क्रमश: f_1 और f_2 है। दोनों लैंस सम्पर्क में रखे गये हैं। मुख्य अक्ष पर बिन्दु आकार की कोई वस्तु O रखी हुई है। लैंस L_1 द्वारा वस्तु O का प्रतिबिम्ब I_1 पर बनता है। I_1 दूसरे लैंस L_2 के लिए वस्तु का कार्य करता है। इस प्रकार अन्तिम प्रतिबिम्ब I पर बनता है।



चित्र- सम्पर्क में रखे दो उत्तल लेंस



चित्र- सम्पर्क में रखे एक उत्तल और एक अवतल लेंस

मानलो लैंस से वस्तु O की दूरी = u, प्रतिबिम्ब I_1 की दूरी = v_1 तथा प्रतिबिम्ब I की दूरी = v, लैंस L_1 के द्वारा O का प्रतिबिम्ब I_1 पर बनता है। अत:

लैंस का सूत्र $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ से

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

दूसरे लैंस L_2 द्वारा I_1 का प्रतिबिम्ब I पर बनता है। अत:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} \quad ...(2)$$

समीकरण (1) और (2) से,

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \quad ...(3)$$

परन्तु संयुक्त लैंस द्वारा O का प्रतिबिम्ब I पर बनता है।

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \quad ...(4)$$

जहाँ F = संयुक्त लैंस की फोकस - दूरी।

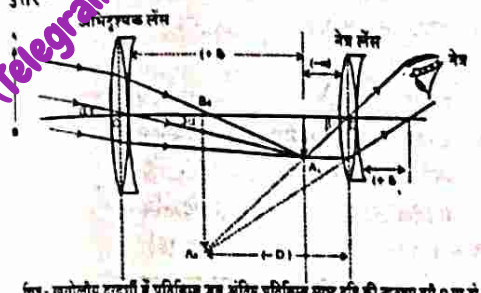
समी. (3) और (4) से,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

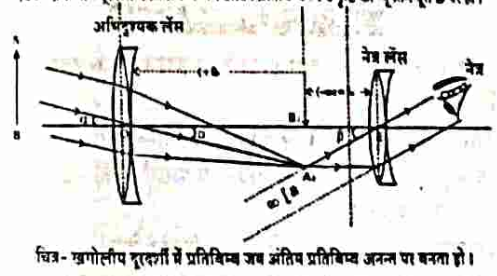
यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 9. किसी अपवर्तक दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर-



चित्र- खगोलीय दूरदर्शी में प्रतिबिम्ब जब अंतिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी D पर हो।



चित्र- खगोलीय दूरदर्शी में प्रतिबिम्ब जब अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता हो।

कार्यविधि- दूर स्थित वस्तु AB (आकाशीय पिण्ड) से आने वाली समान्तर किरणें अभिदृश्यक के फोकस तल में उल्टा, वास्तविक व छोटा प्रतिबिम्ब A_1B_1 बनाती है।

यह प्रतिबिम्ब A_1B_1 नेत्र लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है व नेत्र लेंस की स्थिति इस प्रकार संयोजित करते हैं कि A_1B_1 की स्थिति नेत्र लेंस के फोकस दूरी के अन्दर रहने से, नेत्र लेंस द्वारा अंतिम प्रतिबिम्ब A_2B_2 आभासी एवं आवर्धित बनता है। यदि A_1B_1 की स्थिति नेत्र लेंस के फोकस तल में हो, तब अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है।

दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता- (1) जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर हो -

चित्र (a) में दर्शाए अनुसार अनन्त पर स्थित वस्तु AB का वास्तविक प्रतिबिम्ब A_1B_1 अभिदृश्यक द्वारा उसके फोकस तल में बनता है। प्रतिबिम्ब A_1B_1 नेत्र लेंस के फोकस दूरी के अंदर होने से ($B_1E < f_e$) अन्तिम प्रतिबिम्ब नेत्र लेंस द्वारा नेत्र लेंस से D दूरी पर आभासी A_2B_2 बनता है।

$$\text{आवर्धन क्षमता } m = \frac{\text{अंतिम प्रतिबिम्ब द्वारा नेत्र लेंस पर बना कोण}}{\text{वस्तु से आने वाली समान्तर किरणों द्वारा अभिदृश्यक पर बना कोण}}$$

$$m = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} \text{(कोण छोटे हो जैसे- } \tan\theta = \theta)$$

$$m = \frac{A_1B_1 / B_1E}{A_1B_1 / B_1O} = \frac{B_1O}{B_1E} = \frac{f_0}{-u_e} \quad ...(1)$$

नेत्र लेंस के लिए वस्तु A_1B_1 व प्रतिबिम्ब A_2B_2 है।

लेंस सूत्र $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ में $v = -D$, $u = -u_e$, $f = +f_e$ रखने पर-

$$-\frac{1}{D} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}; \quad \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e} + \frac{1}{D} \quad ...(2)$$

$$\therefore m = -f_0\left(\frac{1}{f_e} + \frac{1}{D}\right)$$

$$\therefore m = -\left(\frac{f_0}{f_e}\right)\left(1 + \frac{f_e}{D}\right) \quad ...(3)$$

[(i) ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि अन्तिम प्रतिबिम्ब वस्तु के सापेक्ष उल्टा बनता है। अतः यह दूरदर्शी केवल गोलीय वस्तु (तारे आदि) के अध्ययन हेतु उपयोगी हैं। इससे हम क्रिकेट मैच नहीं देख सकते।

(ii) दूरदर्शी नली की लम्बाई $L = (f_0 + u_e)$]

(II) खगोलीय दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता जब अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर हो- चित्र (b) के अनुसार अभिदृश्यक द्वारा दूर की वस्तु का प्रतिबिम्ब A_1B_1 अभिदृश्यक के फोकस तल में बनता है। यदि नेत्र लेंस का फोकस तल A_1B_1 से संपाती है, अर्थात् $u_e = f_e$ तब नेत्र लेंस द्वारा अंतिम आवर्धित प्रतिबिम्ब A_2B_2 अनन्त पर बनेगा।

समी. (3) से $m = \frac{f_0}{f_e}$ नली की लम्बाई $L = f_0 + f_e$ □

@MP_BOARD_25 (Telegram)

अध्याय-10 तरंग प्रकाशिकी

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) ज्यामितीय छाया में प्रकास के अतिक्रमण को ..... कहते हैं।

(2) श्वेत प्रकाश में पतली फिल्म के रंगीन दिखाई देने कारण ..... की घटना है।

(3) तरंग संचरण के दौरान समान कला में दोलन करते बिंदुओं के बिन्दु पथ को ..... कहते हैं।

(4) बिंदु स्त्रोत के कारण उत्पन्न तरंगाग्र ..... होता है।

(5) तरंग स्त्रोत के प्रेक्षक से दूर जाने के कारण तरंगधैर्य में वृद्धि को ..... कहते हैं।

(6) प्रकाश की तरंग धैर्य बढ़ने पर प्रकाशीय यंत्र की विभेदन क्षमता ..... जाती है।

(7) व्यतिकरण के लिए दोनो तरंगों की आवृत्तियाँ ..... होनी चाहिए।

(8) साधारण बल्ब से प्राप्त प्रकाश ..... होता है।

(9) अनंत पर स्थित प्रकाश स्रोत का तरंगाग्र ..... होता है।

उत्तर- (1) विवर्तन, (2) व्यतिकरण, (3) तरंगाग्र, (4) गोलीय, (5) अभिरक्त विस्थापक (रेड शिफ्ट), (6) कम, (7) अध्रुवित, (8) सतमल।

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) तरंगे एक स्थान से दूसरे स्थान तक संचरण करती है-

(a) द्रव्य (b) ऊर्जा
(c) आयाम (d) तरंग दैर्ध्य

(2) व्यतिकरण होता है-

(a) अनुदैर्य तरंगों में (b) अनुप्रस्थ तरंगों में
(c) दोनों में (d) कोई नहीं

(3) फ्रेनल दूरी है-

(a) $\frac{\lambda^2}{a}$ (b) $\frac{a\lambda}{d}$ (c) $\frac{D\lambda}{d}$ (d) $\frac{a^2}{\lambda}$

उत्तर- (1) (b), (2) (c), (3) (d).

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर लिखिए-

(1) द्वि स्लिट व्यतिकरण की घटना में फ्रिंज की कोणीय चौड़ाई कितनी होती है।

(2) एकल स्लिट विवर्तन की घटना में केन्द्रीय उच्चिष्ठ की कोणीय चौड़ाई कितनी होती है।

(3) एकल स्लिट विवर्तन की घटना में स्लिट का आकार बढ़ने पर केन्द्रीय उच्चिष्ठ की कोणीय चौड़ाई पर क्या प्रभाव होता है।

(4) सामान तीव्रता I की दो कला सम्बद्ध तरंगे अध्यारोपित होती है तो व्यतिकरण पैटर्न के उच्चिष्ठ की तीव्रता कितनी होगी ?

(5) समान तीव्रता I की दो कला असम्बद्ध तरंगे अध्यारोपित होती है तो परिणामी तीव्रता कितनी होती है ?

उत्तर- (1) कोणीय फ्रिंज चौड़ाई $\theta = \frac{B}{D} = \frac{X}{2D}$

(2) $\text{Sin}\theta = \pm\frac{\lambda}{a}$ या $\theta = \pm\frac{\lambda}{a}$

(3) स्लिट की चौड़ाई बढ़ाने पर केन्द्रीय उच्चिष्ठ का फैलाव घटता है

(4) अधिकतम, (5) न्यूनतम।

प्रश्न 4. सही जोड़ी बनाओ-

(A)	(B)
(1) प्रकाश का कणिका सिद्धान्त	(a) न्यूटन
(2) संपोषी व्यतिकरण	(b) अनंत पर प्रकाश स्रोत
(3) प्रकाश का सरल रेखीय मार्ग से विचलन	(c) समान कला
(4) समतल तरंगाग्र	(d) विवर्तन

उत्तर- (1) (a), (2) (c), (3) (d), (4) (b).

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. व्यतिकरण क्या होता है ? इसका एक उदाहरण लिखिए।

उत्तर- किन्हीं शर्तों के अंतर्गत प्रकाश के अध्यारोपण से किसी स्थान पर प्रकाश की परिणती तीव्रता में परिवर्तन की घटना को व्यतिकरण कहते हैं।

उदाहरण- साबुन के बुलबुले का रंग दिखाई देना।

प्रश्न 2. प्रकाश तरंगों के अध्यारोपण का सिद्धान्त लिखिए।

उत्तर- जब दो या दो से अधिक तरंगे माध्यम के किसी बिन्दु पर एक साथ पहुँचती है तो परिणामी विस्थापन उन तरंगों द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों के सदिश योग के बराबर होता है।

प्रश्न 3. कला सम्बद्ध स्त्रोत से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर- ऐसे दो समान आवृत्ति व लगभग समान आयाम के प्रकाश स्त्रोत जिनसे निकलने वाली तंगों में कलान्तर समय के साथ नहीं बदलता है, कला सम्बद्ध स्त्रोत कहलाता है।

प्रश्न 4. कम ऊँचाई पर उड़ने वाला वायुयान ऊपर से गुजरता है तो हम कभी-कभी टेलीविजन के परदे पर चित्र को हिलता हुआ पाते हैं, क्यों ?

उत्तर- कम ऊँचाई पर उड़ता हुआ वायुयान टी.वी. सिग्नल को परिवर्तित कर देता है। अतः सीधे आने वाले सिग्नल और परावर्तित सिग्नल में व्यतिकरण के कारण टी.वी. स्क्रीन के चित्र हिलते हुए दिखाई देते हैं।

प्रश्न 5. कला सम्बद्ध स्त्रोत व असम्बद्ध स्त्रोत को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- कला सम्बद्ध स्त्रोत- देखिए प्रश्न क्र. 3।

असम्बद्ध स्त्रोत- ऐसे दो स्त्रोत, जिनसे निकलने वाली तरंगों में कलान्तर, समय के साथ बदलता है, असम्बद्ध स्त्रोत कहलाते हैं।

प्रश्न 6. प्रकाश तरंगों की अपेक्षा ध्वनि तरंगे अधिक विवर्तित होती है, क्यों ?

उत्तर- ध्वनि तरंगों की तरंग दैर्ध्य, प्रकाश तरंगों की तरंग दैर्ध्य की तुलना में बहुत अधिक (लगभग 10^{10} गुनी) होती है। अतः ध्वनि तरंगों में विवर्तन की घटना प्रदर्शित करना, प्रकाश तरंगों की अपेक्षा आसान होना है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. दो तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात 1:9 है, यदि ये दोनों तरंगे व्यतिकरण करती हो तो महत्तम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल- $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{9}$

$I_1 = I_0$

$I_2 = 9I_0$

$I_{max} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$

$I_{min} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \left(\frac{\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}}{\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}}\right)$

$= \left(\frac{\sqrt{I_0} + \sqrt{9I_0}}{\sqrt{I_0} - \sqrt{9I_0}}\right)^2$

$= \frac{I_0 + 9I_0 + 2\sqrt{I_0 \times 9I_0}}{I_0 + 9I_0 - 2\sqrt{I_0 \times 9I_0}}$

$= \frac{10I_0 + 6I_0}{10I_0 - 6I_0}$

$= \frac{16I_0}{4I_0} = \frac{4}{1}$

$= \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{4}{1}$ -उत्तर

प्रश्न 2. हाइगेन के द्वितीयक तरंगिकाओं के सिद्धान्त को समझाइये।

उत्तर- हाइगेन ने प्रकाश तरंगों के संचरण के सम्बद्ध में एक सिद्धान्त प्रतिपादित किया, जिसे हाइगेन का द्वितीय तरंगिकाओं का सिद्धान्त कहते हैं। हाइगेन ने यह परिकल्पना प्रस्तुत की कि जब प्रकाश स्रोत से तरंगें निकलती हैं तो उसके चारों ओर स्थित माध्यम (ईथर) के कण कम्पन करने लगते हैं। माध्यम के वे सभी कण जो समान कला में कम्पन कर रहे होते हैं, एक तरंगाग्र पर स्थित होते हैं। तरंगाग्र पर स्थित प्रत्येक कण (ईथर का कण) एक नये तरंग स्त्रोत की तरह कार्य करता है।

प्रश्न 3. व्यतिकरण क्या है ? इसकी शर्तें लिखिए।

उत्तर- किन्हीं शर्तों के अन्तर्गत प्रकाश तरंगों के अध्यारोपण से किसी स्थान पर प्रकाश की परिणामी तीव्रता में परिवर्तन (संपोषी या विनाशी) की घटना को प्रकाश का व्यतिकरण कहते हैं।

व्यतिकरण की शर्तें- (1) प्रकाश स्त्रोत एक वर्णी होना चाहिए।

(2) दोनों तरंगों की तरंग दैर्ध्य (आवृति) बराबर होनी चाहिए।

(3) दोनों तरंगों के आयाम लगभग समान होना चाहिए।

(4) दोनों तरंगे एक ही दिशा में संचारित होना चाहिए।

प्रश्न 4. हाइगेन्स के तरंग सिद्धान्त के अभिगृहीतों को लिखिए।

उत्तर- अभिगृहीत- (1) तरंगाग्र का प्रत्येक बिन्दु स्त्रोत की तरह कार्य करता है, जिससे नई तरंगें उत्पन्न करती हैं। इन तरंगों को द्वितीयक तरंगिकाएँ कहते हैं।

(2) द्वितीयक तरंगिकाएँ मूल तरंग के वेग से ही आगे बढ़ती हैं।

(3) किसी भी क्षण इन तरंगिकाओं पर बाहर की ओर खींचा गया अन्वालोप अर्थात् उन्हें स्पर्श करता हुआ पृष्ठ उस क्षण पर नए तरंगाग्र की स्थिति को प्रदर्शित करता है।

प्रश्न 5. कला सम्बद्ध स्त्रोत व कला असम्बद्ध स्त्रोत को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- देखिए अ.ल.उ.प्र.क्र. 5।

प्रश्न 6. द्विस्लिट व्यतिकरण पैटर्न तथा एकल स्लिट विवर्तन पैटर्न में अंतर कीजिए।

उत्तर- द्विस्लिट व्यतिकरण पैटर्न तथा एकल स्लिट विवर्तन पैटर्न में अंतर निम्नलिखित हैं-

@MP_BOARD_25 (Telegram)

क्र.	व्यतिकरण	विवर्तन
(1)	व्यतिकरण प्रतिरूप में सभी दीप्त प्रिन्जों की तीव्रता समान होती है।	विवर्तन प्रतिरूप में सभी दीप्त प्रिंजों की तीव्रता लगातार घटती जाती है।
(2)	प्रकाश तरंगों के अध्यारोपण से यह घटना होती है।	द्वितीयक तरंग के अध्यारोपण से यह घटना होती है।
(3)	व्यतिकरण द्वारा प्राप्त प्रिंजे समान चौड़ाई की हो सकती है या नहीं भी हो सकती है।	विवर्तन द्वारा प्राप्त प्रिंजे कभी भी समान चौड़ाई की नहीं होती है।
(4)	व्यतिकरण में सभी अदीप्त प्रिंजों की तीव्रता शून्य अथवा बहुत कम होती है।	विवर्तन में निम्नष्ठ की तीव्रता कभी भी शून्य नहीं होती है।

प्रश्न 7. उस दूरी का आकलन कीजिए, जिसके लिए किसी 4 मि.मी. के आकार के द्वारक तथा 400 nm तरंग दैर्ध्य के प्रकाश के लिए किरण प्रकाशिकी सन्निकट रूप से लागू होती है।

उत्तर- $\lambda = 400nm = 400 \times 10^{-9}cm$
$= 4 \times 10^{-7}m$

द्वारक का आकार (a) $= 4mm = 4 \times 10^{-3}cm$

$\lambda = 400nm = 400 \times 10^{-9}m$

$Zf = \frac{a^2}{\lambda} = \frac{(4\times10^{-3})^2}{4\pi\times10^{-7}} = 40m$

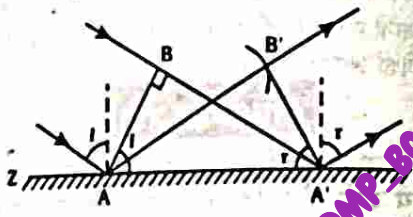
विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. हाइगेन के द्वितीयक तरंगिकाओं के सिद्धान्त के आधार पर परावर्तन और अपवर्तन नियमों की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- हाइगेन के तरंग सिद्धान्त के द्वारा तरंगों के परावर्तन के नियमों की व्याख्या- चित्र में ZZ' एक परावर्तन पृष्ठ है।इस पर AB एक समतल तरंगाग्र कोण के झुकाव पर आपतित है। माना t =0 समय पर तरंगाग्र पृष्ठ ZZ' को बिन्दु A पर स्पर्श करता है। माना कि तरंगाग्र की चाल v है तथा तरंगाग्र के बिन्दु B को पृष्ठ के बिन्दु A' तक पहुँचने में t समय लगता है। जैसे-जैसे तरंगाग्र AB आगे बढ़ता है, वह परावर्तक पृष्ठ के A व A' के बीच के बिन्दुओं से टकराता जाता है। हाइगेन के सिद्धान्त के अनुसार A व A' के बीच स्थित ये सभी बिन्दु नये तरंगों स्रोतों का कार्य करते हैं। इनमें नई गोलीय तरंगे सभी दिशाओं में निकलती है, जो चाल v से माध्यम में फैलती हैं। सबसे पहले बिन्दु A से द्वितीयक तरंगिका चलती है, जो t समय में AB' = vt दूरी तय करती है, परन्तु इसी समय t में तरंगाग्र का बिन्दु B, दूरी BA' (= vt) चलकर A' को स्पर्श कर लेता है, जहाँ से भी अब द्वितीयक तरंगिकाएँ फैलनी शुरू हो जाती हैं। उपरोक्त से स्पष्ट है कि-

$$AB' = vt = BA' \quad ....(1)$$

बिन्दु A को केन्द्र मानकर AB' त्रिज्या का एक गोलीय चाप खींचते हैं तथा A' से इस चाप पर स्पर्श रेखा (tangent) A'B' खींच लेते हैं। जैसे-जैसे आपतित तरंगाग्र AB आगे बढ़ता है, परावर्तक पृष्ठ A व A' के बीच स्थित सभी बिन्दुओं से एक के बाद एक चलने वाली द्वितीय तरंगिकाएँ भी एक साथ A'B' को स्पर्श करेंगी। हाइगेन के अनुसार यह A'B' ही परिवर्तित तरंगाग्र है। माना यह पृष्ठ ZZ' से r कोण के झुकाव पर है।



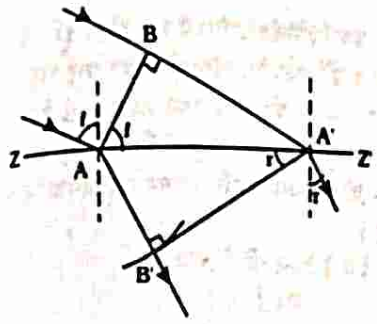
अब समकोण त्रिभुज ABA' तथा A'B'A' भुजा AA' उभयनिष्ठ है तथा BA' = AB' अर्थात् दोनों त्रिभुज सर्वांगसम (congruent) है, अतः ∠ BAA' = ∠ B'A'A.

स्पष्ट है कि आपतित तरंगाग्र AB तथा परावर्तित तरंगाग्र A'B' परावर्तक पृष्ठ ZZ' के बराबर कोण बनाते हैं। चूँकि तरंगाग्र के अभिलम्बवत् खींची गई रेखा 'किरण' होती है। अतः आपतित व परावर्तित किरणें पृष्ठ ZZ' पर खींचे गए अभिलम्ब से भी बराबर कोण बनाती है अर्थात्-

आपतन कोण i = परावर्तन कोण r

यही परावर्तन का द्वितीय नियम है। चित्र से स्पष्ट है कि आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनों एक ही तल में हैं। यह परावर्तन का प्रथम नियम है।

हाइगेन के तरंग सिद्धान्त द्वारा तरंगों के अपवर्तन के नियमों की व्याख्या- चित्र में ZZ' दो माध्यमों का सीमा पृष्ठ है, जिनमें किसी तरंग की चाल क्रमशः v_1 व v_2 है। पहले माध्यम में, जिसमें तरंग की चाल v_1 है, एक समतल तरंगाग्र AB तिरछा आपतित होता है। माना t = 0 समय पर यह सीमा पृष्ठ ZZ' के बिन्दु A को स्पर्श करता है।



माना कि तरंगाग्र के बिन्दु B को सीमा पृष्ठ के बिन्दु A तक पहुँचने में t समय लगता है। तब BA' = v_1t जैसे-जैसे तरंगाग्र AB आगे बढ़ता है। वह सीमा पृष्ठ के A व A' के बीच के बिन्दुओं से टकराता है। हाइगेन के सिद्धान्त के अनुसार, A व A के बीच स्थित ये सभी बिन्दु नए तरंगे स्रोतो का कार्य करते हैं। इनसे द्वितीयक गोलीय तरंगिकाएँ निकलने लगती हैं, जो पहले माध्यम में v_1 चाल से तथा दूसरे माध्यम में v_2 चाल से फैलती हैं। सबसे पहले बिन्दु A में द्वितीयक तरंगिकाएँ चलती हैं, जो दूसरे माध्यम में t समय में AB' (= v_2t) दूरी तय करती है, परन्तु इसी समय t में तरंगाग्र का बिन्दु B, पहले माध्यम में दूरी BA' (= v_1t) चलकर A' पर पहुँच जाता है, बिन्दु A' से भी द्वितीयक तरंगिकाएँ फैलनी शुरू हो जाती है।

बिन्दु A को केन्द्र मानकर AB' त्रिज्या का एक गोलीय चाप खींचते हैं तथा बिन्दु A' से उस चाप पर स्पर्श रेखा A'B' खींच लेते हैं। जैसे-जैसे आपतित तरंगाग्र AB आगे बढ़ता है, सीमा पृष्ठ के A व A' के मध्य स्थित सभी बिन्दुओं से एक के बाद एक चलने वाली द्वितीय तरंगिकाएँ भी एक साथ A'B' को स्पर्श करेंगी। हाइगेन के अनुसार यह A'B' ही अपवर्तित तरंगाग्र है। माना आपतित तरंगाग्र AB तथा अपवर्तित तरंगाग्र A'B' अपवर्तक पृष्ठ ZZ' के साथ क्रमशः i व r कोण बनाते हैं।

अब समकोण त्रिभुज ABA' में

$$\text{Sin } i = \frac{A'B}{AA'} = \frac{v_1 t}{AA'} \quad ...(1)$$

इसी प्रकार समकोण त्रिभुज AA'B' में

$$\text{Sin } r = \frac{AB'}{AA'} = \frac{v_2 t}{AA'} \quad ...(2)$$

समीकरण (1) व (2) से

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \text{नियतांक}$$

यही अपवर्तन का द्वितीय नियम (स्नेल का नियम) है। चित्र से स्पष्ट है कि आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनों एक ही तल में है। यह अपवर्तन का प्रथम नियम है।

प्रश्न 2. दो कला सम्बद्ध स्त्रोत से चलने वाली दो तरंगे अध्यारोपित होती है। यदि किसी बिन्दु पर इसके मध्य कलांतर ϕ हो तो इस पर परिणामी विस्थापन और तीव्रता के लिए सूत्र स्थापित कीजिए।

उत्तर- किसी क्षण t पर माध्यम के किसी बिन्दु पर कला सम्बद्ध स्त्रोत से चलने वाली तरंगे

$$y_1 = a_1 \text{Sin}\omega t$$

व $$y_2 = a_2 \text{Sin}(\omega t + \phi) \quad ...(1)$$

है।

अध्यारोपण के सिद्धान्त अनुसार उस बिन्दु पर परिणामी विस्थापन

$$Y = y_1 + y_2 = a_1\text{Sin}\omega t + a_2 \text{Sin}(\omega t + \phi)$$
$$= a_1 \text{Sin}\omega t + a_2\{\text{Sin}\omega t \text{Cos}\phi + \text{Cos}\omega t\text{Sin}\phi\}$$
$$= \text{Sin}\omega t(a_1 + a_2\text{Cos}\phi) + a_2\text{Cos}\omega t\text{Sin}\phi \quad ...(2)$$

माना $a_1 + a_2\text{Cos}\phi = A\text{Sin}\theta$ $a_2\text{Sin}\phi = A\text{Sin}\theta$ ...(3)

तब $Y = A\text{Sin}\omega t \text{Cos}\theta + A\text{Cos}\omega t\text{Sin}\theta$

$Y = A\text{Sin}(\omega t - \theta)$

परिणामी आयाम (A) =

समीकरण (3) से ACosθ तथा ASinθ के मानो का वर्ग करके जोड़ने पर

$$A^2\text{Cos}^2\theta + A^2\text{Sin}^2\theta = (a_1 + a_2\text{Cos}\theta)^2 + (a_2\text{Sin}\theta)^2$$

$$A = \sqrt{(a_1 + a_2\text{Cos}\theta)^2 + (a_2\text{Sin}\theta)^2}$$

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\text{Cos}\theta} \quad ...(4)$$

तीव्रता- तरंग की तीव्रता आयाम के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है। अतः परिणामी तीव्रता $I \alpha A^2$

या $I^2 \alpha (a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\text{Cos}\theta)$

प्रश्न3. यंत्र के द्विलिस्ट प्रयोग में व्यतिकरण चित्र पर क्या प्रभाव पड़ेगा, यदि-

(a) यदि दोनों स्लिटों के बीच की दूरी बढ़ा दी जाए।

(b) स्त्रोत को स्लिटों की ओर सरकाया जाए।

(c) पर्दे को स्लिटों से दूर हटाया जाए।

(d) दोनों स्लिटों के बीच चौड़ाई बढ़ाई जाए।

(e) एक वर्णी स्त्रोत को श्वेत प्रकाश स्त्रोत से प्रतिस्थापित किया जाए।

(f) एक वर्णी स्त्रोत को दूसरे कम तरंगदैर्ध्य वाले एक वर्णी स्त्रोत से प्रतिस्पथापित किया जाए।

उत्तर- यंत्र द्विस्लिट प्रयोग में प्रिन्ज चौड़ाई $\beta = \frac{D\lambda}{d}$, जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ है।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

(a) यदि दोनों स्लिटों के बीच की दूरी (2d) बढ़ा दी जाए तो प्रिन्ज चौड़ाई β घटेगी $\beta \propto \frac{1}{2d}$

(b) स्त्रोत को स्लिटों की ओर सरकाया जाए तो S (स्त्रोत से सिल्ट की दूरी) कम होगा, फलतः $\frac{S}{S}$ बढ़ेगा। (S = स्लिट की चौड़ाई) तथा प्रिन्जे कम तीव्र होगी।

(c) पर्दे को स्लिटों से दूर हटाने पर प्रिन्ज की चौड़ाई (β) भी बढ़ेगी। $\beta \propto D$

(d) दोनों स्लिटों के बीच की दूरी (2d) बढ़ाई जाए तो प्रिन्ज दिखाई नहीं देगी।

(e) एक वर्णी स्त्रोत को श्वेत प्रकाश स्त्रोत से प्रतिस्थापित करने पर केन्द्रीय प्रिन्ज उसी स्थान पर श्वेत हो जाएगी तथा इसके दोनों ओर कुछ काली व रंगीन प्रिन्जे बनेगी।

(f) एक वर्णी स्त्रोत को दूसरे कम तरंगदैर्ध्य वाले एक वर्णी स्त्रोत से प्रतिस्थापित करने पर प्रिन्ज चौड़ाई (β) कम हो जाएगी।

प्रश्न 4. एकल स्लिट विवर्तन की घटना में किन कोण पर उच्चिष्ठ तथा किन कोण पर निम्निष्ठ प्राप्त होता है। केन्द्रीय उच्चिष्ठ के बाद के उच्चिष्ठ की तीव्रता लगातार कम क्यों होती जाती है ? स्पष्ट करो ?

उत्तर– निम्निष्ठ के लिए $e\sin\theta = \pm m\lambda$

उच्चिष्ठ के लिए $e\sin\theta = \pm(2m + 1)\frac{\lambda}{2}$

विवर्तन में सभी दीप्त प्रिन्जो की चौड़ाई समान नहीं होती है तथा क्रमिक दीप्त प्रिन्जो की तीव्रता घटती जाती है।

प्रश्न 5. यंग के द्विस्लिट प्रयोग में झिर्रीयो के बीच की दूरी 0.28 मि.मी. है तथा परदा 1.4 मी. की दूरी पर रखा गया है। केन्द्रीय प्रिन्ज एवं चतुर्थ दीप्त के प्रिन्ज के बीच की दूरी 1.2 सेमी मापी गई है। प्रयोग में उपयोग किए गए प्रकाशन की तरंग दैर्ध्य ज्ञात कीजिए।

उत्तर– दिया है–

झिर्रीयो के बीच की दूरी (2d) = 0.28 mm

$= 0.28 \times 10^{-3}$m

परदे के बीच की दूरी D = 1.4 मी.

$4\beta = 1.2$ सेमी या $\beta = 3 \times 10^{-3}$m

प्रकाश की तरंग दैर्ध्य $\lambda = \frac{2d}{D} \times \beta$

$\lambda = \frac{0.28\times10^{-3}\times3\times10^{-3}}{1.4}$

$= 6 \times 10^{-7}$ मी.

या $= 6000$Å

प्रश्न 6. एक द्विस्लिट प्रयोग में एक मीटर दूर रखे परदे पर एक प्रिन्ज की कोणीय चौड़ाई 0.2^0 पाई गई। उपयोग किए गए प्रकाश की तरंग दैर्ध्य 600 nm है। यदि पूरा प्रायोगिक उपकरण जल में डुबो दिया जाए तो प्रिन्ज की कोणीय चौड़ाई क्या होगी ? जल का अपवर्तनांक 4/3 लीजिए।

उत्तर– दिया है प्रिन्ज की कोणीय चौड़ाई $= 0.2^0$

प्रकाश की तरंग दैर्ध्य $\lambda = 600$nm

$D = 1$m

$\theta = \frac{\beta}{D}$ या $\beta = \theta \times D$

$= 0.2 \times 1$

$= 0.2$ □

अध्याय-11 विकिरण एवं द्रव्य की द्वैत प्रकृति

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(1) प्रकाश विद्युत प्रभाव में प्रकाश ऊर्जा का ..... ऊर्जा में स्थानांतरण होता है।

(2) विकिरण की प्रकृति ..... होती है।

(3) द्रव्य तरंगों का प्रदर्शन ..... प्रयोग द्वारा किया गया है।

(4) प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या सर्वप्रथम ..... ने की थी।

(5) फोटॉन का विराम द्रव्यमान ..... होता है।

(6) धातु के तल से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए आवश्यक ऊर्जा को ..... कहते हैं।

(7) प्रकाशित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश की ..... के साथ रेखिक रूप से परिवर्तित होती है।

(8) प्रकाश विद्युत धारा आपतित प्रकाश की ..... के अनुक्रमानुपाती होता है।

(9) आवृति के फोटोन का संवेग p ..... होता है।

(10) आइंस्टीन का प्रकाश विद्युत समीकरण $K = h\nu -$ ..... होता है।

(11) फोटॉन विद्युत क्षेत्र एवं चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा विक्षेपित नहीं होता है, क्योंकि फोटॉन ..... है।

–उत्तर

(12) यदि m द्रव्यमान एवं e आवेश के इलेक्ट्रॉन को V विभव से त्वरित किया जाता है तो इससे सम्बद्ध तरंग की तरंग दैर्ध्य ..... होगी।

(13) प्रकाश विद्युत उत्सर्जन बिना किसी काल पश्चता के एक ..... प्रक्रिया है।

उत्तर– (1) विद्युत, (2) द्वैती, (3) डेविसन जर्मर, (4) आइंस्टीन, (5) शून्य, (6) कार्यफलन, (7) आवृत्ति, (8) तीव्रता, (9) $\frac{h}{\lambda}$, (10) $h\nu_0$, (11) पदार्थिक कण नहीं, (12) $\lambda = \frac{h}{m\nu}$, (13) भौतिक।

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए–

(1) एक प्रकाश स्त्रोत से प्रकाश निम्न रूप से निकलता है–

(a) इलेक्ट्रॉन (b) ड्यूट्रॉन
(c) फोटॉन (d) एल्फा कण

(2) एक फोटॉन की ऊर्जा निम्न रूप से दी जाती है–

(a) $h\nu$ (b) $h\lambda$ (c) h/λ (d) hc

(3) इलेक्ट्रॉन से सम्बन्धित पदार्थ तरंग–

(a) सम्पूर्ण आकाश में एकल तरंग दैर्ध्य के रूप में विस्तृत होती है

(b) सम्पूर्ण आकाश में विभिन्न तरंग दैर्ध्य के रूप में विस्तृत होती है

(c) आकाश में एक निश्चित क्षेत्र में एकल तरंग दैर्ध्य के रूप में विस्तृत होती है

(d) आकाश में एक निश्चित क्षेत्र में विभिन्न तरंग दैर्ध्य के रूप में विस्तृत होती है

(4) निम्नलिखित में से प्रकाश विद्युत धारा निर्भर नहीं करती है–

(a) आपतित प्रकाश की तीव्रता
(b) आपतित प्रकाश की आवृत्ति
(c) इलेक्ट्रॉनों के बीच आरोपित विभवांतर
(d) उत्सर्जक पदार्थ की प्रकृति

(5) निरोधी विभव, इलेक्ट्रॉन से संबंधित किस भौतिक राशि की माप करता है–

(a) आवेश (b) द्रव्यमान
(c) विशिष्ट आवेश (d) गतिज ऊर्जा

(6) निम्नलिखित में से किस घटना की व्याख्या प्रकाश की तरंग प्रकृति से की जा सकती है ?

(a) प्रकाश विद्युत प्रभाव (b) काम्पटन प्रभाव
(c) प्रकाश का व्यतिकरण
(d) कृष्णपिंड विकिरण उत्सर्जन

(7) इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति की खोज की थी–

(a) लेनार्ड (b) डी. ब्रोग्ली
(c) हर्ट्ज (d) आइंस्टाइन

(8) 150 V विभवान्तर से त्वरित इलेक्ट्रॉन से सम्बद्ध तरंग की तरंग दैर्ध्य होती है–

(a) 1.0 एंस्ट्राम (b) 1.5 एंस्ट्राम
(c) 2.0 एंस्ट्राम (d) 2.5 एंस्ट्राम

(9) एक फोटॉन का संवेग ? है तो इससे सम्बद्ध तरंग की तरंगदैर्ध्य होगी–

(a) ph (b) h/λ
(c) P/h (d) ph2

(10) प्लांक नियतांक का मान होता है–

(a) 6.67×10^{-27}Js (b) 6.67×10^{-34}Js
(c) 6.63×10^{27}Js (d) 6.63×10^{34}Js

(11) किसी धातु (ठंडे कैथोड) से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए आवश्यक प्रबल विद्युत क्षेत्र की कोटी होती है–

(a) 10^4 volt/m (b) 10^6 volt/m
(c) 10^8 volt/m (d) 10^{10} volt/m

उत्तर–(1) (d), (2) (a) (3) (d), (4) (b), (5) (a), (6) (c), (7) (b), (8) (a), (9) (b), (10) (b), (11) (b)

प्रश्न 3. एक शब्द/वाक्य में उत्तर लिखिए–

(1) धातु सतह से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा को क्या कहते हैं ?
(2) एक इलेक्ट्रॉन वोल्ट को जूल में व्यक्त कीजिए।
(3) किसी फोटॉन से सम्बद्ध डी ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य बताइए।
(4) आइंस्टीन का प्रकाश विद्युत समीकरण लिखिए।
(5) आपतित प्रकाश की तीव्रता बढ़ने पर प्रकाश विद्युत धारा पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
(6) आपतित प्रकाश की आवृति बढ़ने पर प्रकाश विद्युत धारा पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
(7) आपतित प्रकाश की आवृति बढ़ने पर उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
(8) फोटॉन किसे कहते हैं ?
(9) प्रकाश विद्युत सेल किसे कहते हैं ?
(10) प्लांक नियतांक का मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए।
(11) तापायनिक उत्सर्जन की घटना में धात्विक पृष्ठ से निकलने वाले इलेक्ट्रॉनों को क्या कहते हैं ?
(12) प्लांक नियतांक का विमीय सूत्र लिखिए।
(13) फोटॉन की ऊर्जा एवं संवेग में संबंध लिखिए।
(14) ऊर्जा के मात्रक इलेक्ट्रॉन वोल्ट एवं जूल में संबंध लिखिए।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

(15) गतिमान द्रव्य कण से सम्बबद्ध तरंग की तरंगदैर्ध्य का व्यंजक लिखिए।

(16) आपतित प्रकाश की आवृत्ति बढ़ने पर उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा पर क्या प्रभाव पड़ता है ?

उत्तर– (1) विद्युत प्रभाव, (2) Ie V = 1.6×10^{-19} जूल, (3) 0.01 नेनोमीटर, (4) $\frac{1}{2}mv_{max} = h(v-v_0)$, (5) संतृप्त धारा बढ़ती है, (6) धारा में कोई परिवर्तन नहीं होगा, (7) गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है, (8) फोटॉन विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का बण्डल कहा जाता है, (9) प्रकाश विद्युत सेल वह युक्ति है, जो प्रकाश ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है, (10)प्लोक नियतांक मात्रक जूल/सेकंड , विमीय सूत्र $[ML^2T^{-1}]$, (11) तापायन, (12) $[ML^2T^{-1}]$, (13) E = PC(14) 1ev = 1.6×10^{-19} जूल, (15) $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, (16) गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है ।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. कार्य फलन तथा देहली आवृत्ति को स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- कार्य फलन- किसी धातु की सतह से इलेक्ट्रान उत्सर्जन के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा को उस धातु का कार्य फलन कहते है।

देहली आवृत्ति- यह न्यूनतम आवृत्ति हैं, जिससे कम आवृत्ति के प्रकाश से धातु सतह से प्रकाश इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नहीं हो सकते, चाहे प्रकाश की तीव्रता कितनी भी क्यों न हो। इसे U_0 से दर्शाते है।

प्रश्न 2. इलेक्ट्रान उत्सर्जन क्या है? तथा ये कितने प्रकार के होते है।

उत्तर- किसी पदार्थ की किसी भी सतह से इलेक्ट्रानों की मुक्ति को इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन कहा जाता है।

धातु ब्लॉक के किसी भी टुकड़े में बहुत सारे मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं। जब मुक्त इलेक्ट्रॉनों को पर्याप्त बाहरी ऊर्जा दी जाती है, तो यह सतह की बाधा को पार कर सकता है और धातु की सतह से मुक्त हो सकता है।

यह चार प्रकार के होते हैं-

(1) तापायनिक उत्सर्जन (2) प्रकाश, विद्युत उत्सर्जन
(3) क्षेत्र उत्सर्जन (4) द्वितीयक उत्सर्जन।

प्रश्न 3. प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- प्रकाश विद्युत प्रभाव- किसी धातु सतह पर उचित आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय विकिरण आपतित करने पर, धातु सतह से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने की घटना को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते हैं।

प्रश्न 4. विकिरण की द्वैती प्रकृति को स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- व्यतिकरण विवर्तन तथा ध्रुवण जैसी घटनाएँ प्रदर्शित करती है कि विकिरण की प्रकृति तरंग है लेकिन कुछ घटनाएँ जैसे प्रकाश विद्युत प्रभाव तथा कॉम्पटन प्रभाव की व्याख्या केवल विकिरण की कण की प्रकृति के आधार पर ही की जा सकती है। अत: इसका अर्थ है कि विकिरण की प्रकृति द्वैती है।

प्रश्न 5. तापयनिक उत्सर्जन से क्या अभिप्राय है? तापायनिक उत्सर्जन में प्रयुक्त धातु में कौन-कौन से गुण होना चाहिए?

उत्तर- तापयनिक उत्सर्जन = किसी धातु को गर्म करने पर उसमें से इलेक्ट्रान उत्सर्जित होने की घटना को तापयनिक उत्सर्जन कहते है।

धातु में निम्न 2 गुण होने चाहिये-

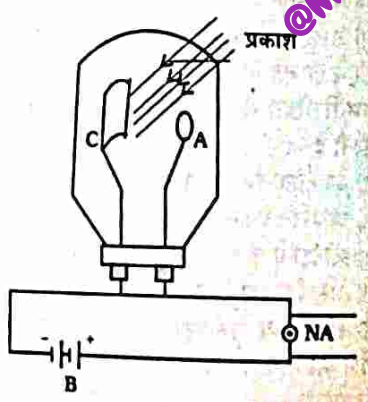
(1) धातु के परमाणु का आकार बड़ा होना चाहिये।
(2) धातु का आइपी यानि के आयनन विभव कम होने चाहिये।

प्रश्न 6. डी-ब्रोग्ली का कण-तरंग सिद्धांत दैनिक जीवन में दृष्टिगोचर नहीं होता है क्यों?

उत्तर- डी-ब्रोग्ली के कण-तरंग सिद्धांत के अनुसार, गतिशील कण से संबद्ध तरंग की तरंगदैर्ध्य $\lambda = \frac{h}{mv}$ होती है। अत: दैनिक जीवन में प्रयुक्त वस्तुओं का द्रव्यमान अधिक होने कारण, उनसे संबद्ध तरंग की तरंगैर्ध्य बहुत छोटे क्रम (लगभग 10-30 मीटर) की होती है, जिसका तरंग प्रभाव दृष्टिगोचर नहीं होता है।

प्रश्न 7. फोटो सेल का नामांकित चित्र बनाकर इसकी कार्यविधि समझाइये। फोटो सेल के दो उपयोग लिखिए।

उत्तर- नामांकित चित्र



चित्र

कार्य विधि- जब प्रकाश किरणें कैथोड़ C पर आपतित होती है तो प्रकाश विद्युत प्रभाव से उनमें से इलेक्ट्रॉन निकलते लगते हैं तथा इलेक्ट्रॉन एनोड A की ओर आकर्षित होने लगते हैं, जिससे बाह्य परिपथ में अल्प धारा प्रवहित होने लगती है और प्रवर्धक की सहायता से इसको बढ़ाकर अन्य कार्यों में उपयोग कर सकते हैं।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रकाश विद्युत सेल के उपयोग-

(1) प्रकाश विद्युत सेल का जो सर्वाधिक उपयोग है, यह आमतौर पर सिनेमाघरों में ध्वनि के पुनरुत्पादन व टेलीविजन में किया जाता है।

(2) सड़कों पर लगाई लाइटें प्रकाश विद्युत सेलों के द्वारा ही स्वचालित रूप से रात के समय जलती है और दिन के समय वो बुझ जाती है।

(3) किसी दरवाजों को स्वचालित रूप से उसको खोलने तथा बन्द करने के लिए भी इस प्रकार के विद्युत सेलों का उपयोग किया जाता है।

(4) किसी भी बैंकों की तिजौरियो में प्रकाश विद्युत सेल को ही लगाया जाता है, क्योंकि किसी भी प्रकार की चोरी आदि के होने की तुरंत सूचना प्रदान करता है ।

प्रश्न 8. फोटो सेल क्या है ?

उत्तर- देखिए एक वाक्य में उत्तर प्रश्न क्रमांक 9।

प्रश्न 9. निरोधी विभव किसे कहते हैं ?

उत्तर- प्रकाश विद्युत सेल के एनोड पर आरोपित वह ऋणात्मक विभव जिस पर प्रकाश विद्युत धारा शून्य हो जाती है, निरोधी विभव कहलाता है।

प्रश्न 10. द्रव्य तरंगों के कोई दो गुण लिखिए।

उत्तर- (1) ये निर्वात में भी गमन कर सकती है।
(2) ये विद्युत चुम्बकीय तरंगे नहीं है,
(3) ये सभी प्रकार के गतिशील कणों में पाई जाती है।

प्रश्न 11. एक इलेक्ट्रॉन का तरंग दैर्ध्य 1 nm है, इसका संवेग और गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है- $\lambda = 1nm = 1 \times 10^{-9}m$
P = ?
E = ?

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1\times10^{-9}}$$
$$= 18.8 \times 10^{-34} \times 10^{17}$$
$$= 1.88 \times 10^{-18}J$$

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}}{1\times10^{-9}}$$
$$= 6.6 \times 10^{-25} \quad \text{-उत्तर}$$

प्रश्न 12. एक धातु का कार्यफलन एक इलेक्ट्रॉन वोल्ट है, प्रकाश विद्युत उत्सर्जन के लिए देहली आवृति ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है कार्यफलन $\phi = 1ev = 1.6 \times 10^{-19}$ जूल
देहली आवृति V_0 = ?
h = 6.6×10^{-34} जूल

$$V_0 = \frac{\phi}{h} = \frac{1.6\times10^{-19}}{6.6\times10^{-34}}$$
$$= 0.24 \times 10^{15} \text{ हर्टज}$$
$$= 2.4 \times 10^{14} \text{ हर्टज -उत्तर}$$

प्रश्न 13. विशिष्ट आवेश $\left(\frac{e}{m}\right)$ संयोग की क्या विशेषता है? e एवं m के विषय में अलग-अलग विचार क्यों नहीं करते हैं ?

उत्तर- विशिष्ट आवेश $\left(\frac{e}{m}\right)$ एक नियत राशि होती है, जिसका मान विसर्जन नली में भरी गैस की प्रकृति अथवा केथोड़ व एनोड़ के पदार्थ या केथोड़ व एनोड़ के बीच आरोपित विभवान्तर पर निर्भर नहीं करता है। अत: स्पष्ट है कि केथोड़ किरणें जिन कणों (इलेक्ट्रॉनों) से मिलकर बनी है, वे सभी प्रकार से एक ही होते हैं तथा e व m के विषय में अलग-अलग विचार नहीं करते हैं।

प्रश्न 14. तापायनिक ऊत्सर्जन क्या है ?

उत्तर- तापायनिक उत्सर्जन- किसी धातु को गर्म करने पर उसकी सतह से इलेक्ट्रॉन निकलने की क्रिया को तापायनिक उत्सर्जन कहते हैं।

प्रश्न 15. डी-ब्रोग्ली तरंग सिद्धान्त दैनिक जीवन में दृष्टिगोचर होता है, क्यों ?

उत्तर- देखिए अ.ल.उ.प्र.क्र. 6।

अध्याय-12 परमाणु

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनिये-

(1) परमाणु स्वयं में होता है-
(a) धनावेशित (b) ऋणावेशित
(c) उदासीन
(d) धनावेशित और ऋणावेशित दोनों हो सकता है

(2) परमाणु का पहला मॉडल था-
(a) ग्रहीय मॉडल (b) प्लम-पुडिंग मॉडल
(c) क्वान्टम मॉडल (d) इनमें से कोई नहीं

(3) परमाणु का नाभिकीय मॉडल किसने दिया-
(a) जे.जे. टॉमसन ने (b) नील्स बोहर ने
(c) अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने (d) जेकब बामर ने

(4) जब कोई ऐल्फा-कण नाभिक के समीप आता है तो वह प्रकीर्णित हो जाता है, क्योंकि
(a) धनावेशित होने के कारण

(b) ऋणावेशित होने के कारण
(c) नाभिक से टकराने के कारण
(d) भारी होने के कारण

(5) जब कोई ऐल्फा-कण नाभिक के समीप आता है तो वह प्रकीर्णित हो जाता है, क्योंकि-
(a) गुरुत्वीय बल के कारण
(b) चुम्बकीय बल के कारण
(c) क्षीण बल के कारण
(d) विद्युत बल के कारण

(6) ऐल्फा कण है-
(a) हाइड्रोजन परमाणु के नाभिक
(b) हीलियम परमाणु का नाभिक
(c) रेडियो एक्टिव पदार्थों के नाभिक
(d) नियॉन परमाणु का नाभिक

(7) नाभिक के खोजकर्ता हैं-
(a) जे.जे. टॉमसन ने
(b) नील्स बोहर ने
(c) अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने
(d) जेकब बामर ने

(8) हाइड्रोजन वर्णक्रम की बामर श्रेणी विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम के किस भाग में होती है-
(a) पराबैंगनी (b) अवरक्त
(c) दृश्य प्रकाश (d) रेडियो तरंग

(9) हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन का न्यूनतम कोणीय संवेग होगा-
(a) $\frac{h}{\pi}$ (b) $\frac{h}{2\pi}$ (c) $h\pi$ (d) $2h\pi$

(10) ऐल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग में एल्फा कण का पथ होता है-
(a) वृत्ताकार (b) परबलयाकार
(c) दीर्घवृत्ताकार (d) अतिपरबलयाकार

(11) इलेक्ट्रॉन की चाल अधिकतम होती है-
(a) प्रथम कक्षा में (b) द्वितीय कक्षा में
(c) अंतिम कक्षा में
(d) सभी कक्षा में समान होती है

उत्तर- (1) (c), (2) (b), (3) (c), (4) (a), (5) (d), (6) (b), (7) (a), (8) (c), (9) (b), (10) (d), (11) (a)

प्रश्न 2. सही जोड़ी बनाइए-

(I)	(A)	(B)
(1)	लाइमन श्रेणी	(a) (14516-10500) Å
(2)	बामर श्रेणी	(b) (8107-18751) Å
(3)	पाश्चेन श्रेणी	(c) (22700-74000) Å
(4)	ब्रैकेट श्रेणी	(d) (910-1215) Å
(5)	फुंड श्रेणी	(e) (3648-6563) Å

उत्तर- (1) (d), (2) (e), (3) (b), (4) (a), (5) (c).

(II)	(A)	(B)
(1)	लाइमन श्रेणी	(a) अवरक्त क्षेत्र
(2)	बामर श्रेणी	(b) दूर अवरक्त क्षेत्र
(3)	पाश्चेन श्रेणी	(c) अति-दूर अवरक्त क्षेत्र
(4)	ब्रैकेट श्रेणी	(d) पराबैंगनी क्षेत्र
(5)	फुंड श्रेणी	(e) दृश्य क्षेत्र

उत्तर- (1) (d), (2) (e), (3) (a), (4) (b), (5) (c)

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कर लिखिए-
(1) इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा ..... होती है। (धनात्मक/ऋणात्मक/शून्य)
(2) प्रत्येक तत्व के रेखिल स्पेक्ट्रम में रेखाओं की संख्या ..... होती है। (निश्चित/अनंत)
(3) रेखिल वर्णक्रम ..... के संबंध में महत्वपूर्ण सूचना देता है। (परमाणु संरचना/प्रकाश के रंग)
(4) परमाणु का आकार लगभग ..... होता है ? (10-10 मी./10-15 मी.))
(5) परमाणु के नाभिक का आकार का ..... होना होता है। (10^{-4}/104)
(6) परमाणु के स्थायीत्व की व्याख्या ..... का मॉडल करता है। (रदरफोर्ड/बोहर)
(7) हाइड्रोजन परमाणु के मूल कक्षा की त्रिज्या ..... होती है। (0.51/51)
(8) निम्न कक्षा की अपेक्षा उच्च कक्षा में इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा ..... होती है। (कम/अधिक)
(9) निम्न कक्षा की अपेक्षा उच्च कक्षा में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा ..... होती है। (कम/अधिक)
(10) प्रत्येक परमाणु की ऊर्जा ..... होती है। (नियत/क्वांटीकृत)

उत्तर- (1) ऋणात्मक, (2) निश्चित, (3) परमाणु संरचना, (4) 10^{-15} मी, (5) 10^{-4}, (6) बोहर, (7) 0.5, (8) कम, (9) अधिक, (10) क्वांटीकृत।

प्रश्न 3. एक वाक्य/शब्द में उत्तर दीजिए-
(1) पहली कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा कितनी होती है ?
(2) दूसरी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा कितनी होती है ?
(3) तीसरी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा कितनी होती है ?
(4) अनंत कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा कितनी होती है ?
(5) रिडबर्ग नियतांक का मान बताइए।

उत्तर- (1) -13.6 ev, (2) -3.4 ev, (3) -1.5 ev (4) शून्य, (5) 1.1×10^7 मी$^{-1}$

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. रदरफोर्ड के प्रयोग में प्रकीर्णन प्रक्रम समय स्वर्ण नाभिक स्थिर क्यों रहता है ?
उत्तर- रदरफोर्ड के प्रयोग में प्रकीर्णन प्रक्रम के समय स्वर्ण नाभिक स्थिर रहता है, क्योंकि इससे α-कण विभिन्न दिशाओं में प्रकीर्णित हो जाते हैं एवं प्रतिदीप्तिशील पदार्थ पर कण प्रस्फुरण उत्पन्न हो सके।

प्रश्न 2. गाइगर मार्सडन प्रयोग में अधिकतर अल्फा कण बिना विक्षेपित हुए बाहर क्यों निकल जाते हैं ?
उत्तर- क्योंकि परमाणु का अधिकांश भाग अन्दर से खोखला होता है।

प्रश्न 3. हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में बामर श्रेणी किसे कहते हैं ?
उत्तर- हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में इलेक्ट्रॉन का संक्रमण किसी भी उच्च कक्षा से दूसरी कक्षा में होता है। उसे बामर श्रेणी कहते हैं।

प्रश्न 4. रिडबर्ग नियतांक सूत्र, मान तथा मात्रक लिखिए।
उत्तर-
$$R = \frac{2\pi^2 me^4}{ch^3(4\pi\varepsilon_0)^2}$$
$$= 1.1. \times 10^7$$
मात्रक - मीटर$^{-1}$

प्रश्न 5. हाइड्रोजन परमाणु के कार्यक्रम में लाइमन श्रेणी की तरंगदैर्ध्य की परास कहाँ से कहाँ तक होती है ? यह विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम में किस क्षेत्र में पायी जाती है ?
उत्तर- परास (910-1215)Å
किस क्षेत्र में पाया जाना-पराबैंगनी क्षेत्र में ।

प्रश्न 6. हाइड्रोजन परमाणु के वर्णक्रम में बामर श्रेणी की तरंगदैर्ध्य की परास कहाँ से कहाँ तक होती है ? यह विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम में किस क्षेत्र में पायी जाती है ?
उत्तर- परास (3648-6563) Å
किस क्षेत्र में पाया जाना-पराबैंगनी क्षेत्र में ।

प्रश्न 7. हाइड्रोजन परमाणु के वर्णक्रम में पाश्चेन श्रेणी तरंग दैर्ध्य की परास कहाँ से कहाँ तक होती है ? यह विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम में किस क्षेत्र में पायी जाती है ?
उत्तर- परास (8107-18751) Å
किस क्षेत्र में पाया जाना - अवरक्त क्षेत्र में

प्रश्न 8. हाइड्रोजन परमाणु के वर्णक्रम में ब्रैकेट श्रेणी की तरंग दैर्ध्य परास कहाँ से कहाँ तक होनी है तथा यह विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम के किस क्षेत्र में पायी जाती है ?
उत्तर- परास (14516-40500) Å
पाया जाना - दूर अवरक्त क्षेत्र में

प्रश्न 9. हाइड्रोजन परमाणु के वर्णक्रम में फुंड श्रेणी की तरंगदैर्ध्य परास कहाँ से कहाँ तक होती है तथा यह विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम के किस क्षेत्र में पाया जाती है ?
उत्तर- परास (22700-74000) Å
पाया जाना - अति दूर अवरक्त क्षेत्र

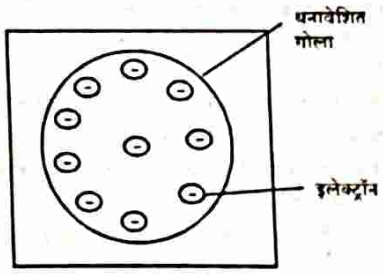
प्रश्न 10. रदरफोर्ड माडल व बोहर परमाणु मॉडल में अन्तर लिखिए।
उत्तर- रदरफोर्ड मॉडल में इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर किसी भी कक्षा में घूम सकते हैं, जबकि बोहर मॉडल में इलेक्ट्रॉन एक निश्चित कक्षा में घूम सकते हैं।

प्रश्न 11. ऐल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग में स्वर्ण-पत्र झिल्ली को अत्यन्त पतला (10^{-7} मीटर कोटि का) क्यों रखा जाता है ?
उत्तर- α-कणों के प्रकीर्णन के लिए प्रयुक्त पत्र को एकदम पतला (10^{-7} मीटर कोटि का) होना चाहिए, ताकि α-कण का प्रकीर्णन एक ही टक्कर के कारण हो।

प्रश्न 12. माइगर-मार्सडन प्रयोग में जिंक सल्फाइड की पर्त लगा पर्दे की क्या आवश्यकता थी ?
उत्तर- जिंक सल्फाइड स्क्रीन में अद्वितीय गुण होता है, जब भी कोई आवेशित स्क्रीन से टकराता है तो जिस स्थान पर कण टकराया था, वह कुछ समय के लिए चमकता है और एक निशान छोड़ता है, जिसे बाद में पैटर्न का अध्ययन करने में उपोयग किया जा सकता है।

प्रश्न 13. टॉमसन परमाणु के दोष लिखिए।
उत्तर- दोष- (1)हाइड्रोजन परमाणु स्पेक्ट्रम की व्याख्या न कर पाना। (2) α-प्रकीर्णन की व्याख्या न कर पाना।

प्रश्न 14. टॉमसन प्लम पुडिंग मॉडल का नामांकित चित्र बनाइए।
उत्तर-(चित्र बनगा पेज नंबर 81)

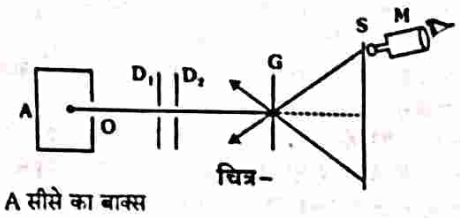


प्रश्न 15. ऐल्फा प्रकीर्णन प्रयोग के दो महत्वपूर्ण निष्कर्ष लिखिए।
उत्तर- (1) परमाणु का सम्पूर्ण धन आवेश एक सूक्ष्म स्थान में केन्द्रित रहता है। (2) परमाणु का अधिकांश भाग भीतर से खोखला होता है।

प्रश्न 16. गाइडर-मार्सडन का प्रयोग नामांकित चित्र बनाए।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

उत्तर–



चित्र–

A सीसे का बाक्स
D_1, D_2 डायफ्राम
G - स्वर्ण-पत्र
S - पर्दा
M - सूक्ष्मदर्शी

प्रश्न 17. बोहर मॉडल की परिकल्पनाए लिखिए।

उत्तर– परिकल्पनाएँ- (1) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर किसी भी कक्षा में न घूमकर केवल कुछ विशिष्ट कक्षाओं में ही घूम सकता है।

(2) इलेक्ट्रॉन केवल उन्हीं कक्षाओं में घूम सकते हैं, जिनमें उनका कोणीय संवेग $\frac{n}{2\pi}$ का पूर्ण गुणज होता है।

(3) परमाणु का समस्त द्रव्यमान व धनावेश उसके नाभिक पर केन्द्रित रहता है।

(4) स्थायी कक्षा में घूमते समय इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण नहीं करते हैं।

प्रश्न 18. बोहर मॉडल की दो कमियाँ लिखिए–

उत्तर– कमियाँ– (1) इस मॉडल द्वारा प्राप्त रिडबर्ग नियतांक का मान प्रायोगिक मान से सदैव भिन्न होता है।

(2) इस मॉडल द्वारा स्पेक्ट्रमी रेखाओं पर चुम्बकीय क्षेत्र के प्रभाव (जिसे जीमन प्रभाव कहते हैं) की व्याख्या नहीं की जा सकती।

(3) इस मॉडल द्वारा केवल एक इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु के स्पेक्ट्रम की ही व्याख्या की जा सकती है।

प्रश्न 19. रदरफोर्ड के मॉडल से नाभिक के आकार का आकलन कैसे किया जाता है ?

उत्तर– इस मॉडल से किसी परमाणु के नाभिक के आकार का आकलन उस α - कण की प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा ज्ञात करके किया जा सकता है, जो 180^0 कोण से प्रकीर्णित होता है। इस स्थिति में α - कण की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा विद्युत स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। इस स्थिति में α - कण की पहुँच की निकटतम दूरी $\left(r_0 = \frac{4ze^2}{4\pi\varepsilon_0 mv^2}\right)$ ज्ञात करके नाभिक के आकार का आकलन किया जा सकता है। ❑

अध्याय–13 नाभिक

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनिये–

(1) विद्युत या चुम्बकीय क्षेत्र निम्नलिखित में से किसे त्वरित नहीं करता–
(a) इलेक्ट्रॉन (b) प्रोटॉन
(c) न्यूट्रॉन (d) ऐल्फा कण

(2) परमाणु के नाभिक में अवश्य होता है–
(a) प्रोटॉन (b) न्यूट्रॉन
(c) पोजिट्रॉन (d) इलेक्ट्रॉन

(3) न्यूट्रॉन की खोज की–
(a) टॉमसन ने (b) रदरफोर्ड ने
(c) नील्स बोर ने (d) चैडविक ने

(4) नाभिकीय अभिक्रिया में संरक्षित राशियाँ होती है–
(a) रेखीय संवेग (b) कुल आवेश
(c) कोणीय संवेग (d) उपरोक्त सभी

उत्तर– (1) (c), (2) (c), (3) (d), (4) (d).

प्रश्न 2. सही जोड़ी बनाइए–

(I)	(A)	(B)
(1)	हाइड्रोजन नाभिक	(a) न्यूट्रॉन
(2)	उदासीन-कण	(b) इयूट्रॉन
(3)	बीटा-कण	(c) फोटॉन
(4)	1-प्रोटॉन + 1-न्यूट्रॉन	(d) इलेक्ट्रॉन
(5)	गामा किरण	(e) प्रोट्रान

उत्तर– (1) (d), (2) (e), (3) (b), (4) (a), (5) (c).

(II)	(A)	(B)
(1)	1 मीटर (फर्मी में)	(a) 1.8×10^{44}
(2)	नाभिकीय घनत्व (किग्रा/मी3)	(b) 9×10^{13}
(3)	न्यूक्लियॉनों की संख्या (प्रति मी. 3)	(c) 1×10^{15}
(4)	1-ग्राम क्षति की ऊर्जा (जूल में)	(d) 4×10^{17}
(5)	सूर्य से उत्सर्जित ऊर्जा (जूल/से)	(e) 3×10^{17}

उत्तर– (1) (c), (2) (e), (3) (a), (4) (b), (5) (d).

प्रश्न 3. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए –

(1) न्यूट्रॉन की खोज के लिए 1935 में वैज्ञानिक ..... को नोवेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

(2) नाभिक में पाए जाने वाले निरावेशित कण को ..... कहते हैं।

(3) तारों में हाइड्रोजन नाभिकों का हीलियम नाभिकों में ..... ऊर्जा का स्त्रोत है।

(4) जब कम दृढ़ता से बंधित नाभिक दृढ़ता से बंधित नाभिकों में परिवर्तित होता है तो ऊर्जा ..... होती है।

(5) नाभिक के अंदर न्यूट्रॉन पर प्रोट्रॉन प्रबल ..... बल द्वारा बँधे रहते हैं।

(6) ऐसे नाभिक जिनकी न्यूट्रॉन संख्या समान हो, लेकिन परमाणु क्रमांक भिन्न हो ..... कहलाते हैं।

(7) ऐसे नाभिक जिनकी द्रव्यमान संख्या समान हो, लेकिन परमाणु क्रमांक भिन्न हो ..... कहलाते हैं।

(8) हल्के ..... का नाभिक प्रोटॉन कहलाता है।

उत्तर– (1) चैडविक, (2) न्यूट्रॉन,(3) संलयन, (4) विमुक्त, (5) नाभिकीय, (6) समन्यूट्रॉनिक, (7) सम्भारिक, (8) हाइड्रोजन।

प्रश्न 4. एक वाक्य/शब्द में उत्तर दीजिए–

(1) किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोट्रॉनों की संख्या को क्या कहते हैं ?

(2) क्यूरी किस भौतिक राशि का मात्रक है।

(3) नाभिक का घनत्व ..... होता है।

उत्तर– (1) परमाणु क्रमांक, (2) रेडियो सक्रियता (3) 2.3×10^{17} kg/m^3.

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. नाभिकीय बल किसे कहते हैं ?

उत्तर– नाभिक के अन्दर प्रोटॉन-प्रोटॉन, प्रोटॉन-न्यूट्रॉन तथा न्यूट्रॉन-न्यूट्रॉन के बीच लगने वाले बल को नाभिकीय बल कहते हैं।

प्रश्न 2. किसी नाभिक की बंधक ऊर्जा से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर– किसी नाभिक की बंधन ऊर्जा वह बाहरी ऊर्जा है, जो नाभिक के न्यूक्लिआँनो को परस्पर पृथक्-पृथक् करने के लिए जरूरी होती है।

किसी नाभिक को प्रति न्यूक्लिआँन बंधन ऊर्जा =

$$\frac{\text{नाभिकी की कुल बन्धन ऊर्जा}}{\text{नाभिक में न्यूक्लिऑनो की संख्या}}$$

प्रश्न 3. परमाणु द्रव्यमान मात्रक (a.m.u) की परिभाषा दीजिए।

उत्तर– एक परमाणु द्रव्यमानक मात्रक, कार्बन के एक परमाणु के द्रव्यमान का $\frac{1}{12}$ वाँ भाग है।

1 a.m.u. = 1.67×10^{-27} किग्रा
1 a.m.u. = 931 MeV

प्रश्न 4. नाभिकीय संलयन से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर– जब दो हल्के परमाणुओं के नाभिक संयुक्त होकर नया नाभिक बनाते हैं तो इस प्रक्रिया से अत्यिधक मात्रा में ऊर्जा विमुक्त होती हैं। इस प्रक्रिया को नाभिकीय संलयन कहते हैं।

$${}_1^2H + {}_1^3H = {}_2^4He + 24\ MeV$$

@MP_BOARD_25 (Telegram)

प्रश्न 5. नाभिकीय विखण्डन क्या है ?

उत्तर– जब किसी भारी नाभिक पर न्यूट्रॉनों की बमबारी की जाती है तो वह लगभग समान आकार वाले नए तत्वों के नाभिकों में विभक्त हो जाता है। इस प्रक्रिया को नाभिकीय विखण्डन कहते हैं। इस प्रक्रिया में अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा विमुक्त होती है।

$${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \rightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{92}Kr + 3{}_0^1n + 200MeV$$

प्रश्न 6. क्रांतिक द्रव्यमान से आप क्या समझते हैं ?

उत्तर– किसी नाभिकीय अभिक्रिया को सतत बनाए रखने के लिए आवश्यक विखण्डनीय पदार्थ की न्यूनतम मात्रा को क्रांतिक द्रव्यमान (critical mass) कहते हैं।

प्रश्न 7. नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं?

उत्तर– इस अभिक्रिया में कृत्रिम उपायों द्वारा ऐसा प्रबंध किया जाता है, जिससे प्रत्येक विखण्डन से उत्पन्न न्यूट्रॉनों में से केवल एक ही न्यूट्रॉन आगे विखण्डन न कर पाए। इस प्रकार इस अभिक्रिया से नाभिकीय विखण्डनों की दर नियत रहती है। अतः यह अभिक्रिया धीमी गति से होती है।

प्रश्न 8. हाइड्रोजन के तीनो आइसोटोपो (समस्थानिकों) के नाम व सूत्र लिखिए।

उत्तर– ${}_1^1H$ प्रोटीयम
${}_1^2H$ ड्यूटीरियम
${}_1^3H$ ट्राइटियम

प्रश्न 9. समप्रोटॉनिक से आप क्या समझते हो ? उदाहरण लिखिए।

उत्तर– देखिए ल.उ.प्र.क्र. 17।

प्रश्न 10. समन्यूट्रॉनिक से आप क्या समझते हो ? उदाहरण लिखिए।

उत्तर– विभिन्न तत्वों के ऐसे परमाणु, जिनके नाभिकों में प्रोटॉनों की संख्या अलग-अलग होती है, लेकिन न्यूट्रॉनों की संख्या समान होती है। समन्यूट्रॉनिक कहलाते हैं। उदाहरण- ${}_{11}^{23}Na$ तथा ${}_{12}^{24}Mg$ समन्यूट्रॉनिक।

प्रश्न 11. लीथियम नाभिक का प्रतीक ${}^3Li_7$ इसमें नाभिक में कितने प्रोटॉन, कितने इलेक्ट्रॉन तथा कितने न्यूट्रॉन है।

उत्तर– प्रोट्रॉन-3
इलेक्ट्रॉन-3
न्यूट्रॉन-4

प्रश्न 12. यदि प्रकाश की चाल को चार गुना कर दिया जाए तो नाभिक की बंधन ऊर्जा कितनी हो जाएगी।

उत्तर– नाभिक की बंधन ऊर्जा = द्रव्यमान क्षति $\times C^2$

$C = 4C$ रखने पर

नाभिक की बंधन ऊर्जा चार गुना हो जाएगी।

प्रश्न 13. क्यूरी की परिभाषा दीजिए। क्यूरी का मान कितना है ?

उत्तर- क्यूरी- किसी रेडियो एक्टिव पदार्थ के प्रति सेकण्ड विघटन की दर को क्यूरी कहते हैं।

1 क्यूरी = 3.7×10^{10} विघटन / Sec.

प्रश्न 14. क्यूरी किस भौतिक राशि का मात्रक है ? क्यूरी का मान कितना है ?

उत्तर- क्यूरी रेडियो सक्रियता का मात्रक है।

1 क्यूरी = 3.7×10^{10} विघटन / Sec.

प्रश्न 15. नाभिकीय रिएक्टर क्या है ? इसमें प्रयुक्त दो मन्दकों के नाम लिखिए।

उत्तर- नाभिकीय विखण्डन पर आधारित वह युक्ति, जिसमें रचनात्मक कार्यों के लिए ऊर्जा प्राप्त की जाती है, नाभिकीय रिएक्टर कहलाता है।

मंदक- (1) ग्रेफाइट, (2) बेरेलियम ऑक्साइड।

प्रश्न 16. आइंस्टीन के समीकरण से amu की तुल्य ऊर्जा MeV में कितनी होती है ?

उत्तर- आइंस्टीन के समीकरण से 1 a.m.u. की तुल्य ऊर्जा mev में 931 होती है।

प्रश्न 17. समस्थानिक और समभारिक किसे कहते हैं ?

उत्तर- समस्थानिक- एक ही तत्व के ऐसे परमाणु, जिनके नाभिकों में प्रोटॉन की संख्या समान तथा न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है, समस्थानिक कहलाते हैं।

उदाहरण- ${}_1^1H$, ${}_1^2H$, ${}_1^3H$

समभारिक- विभिन्न तत्वों के ऐसे परमाणु जिनके नाभिकों में प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों की संख्या अलग-अलग होती है, लेकिन कुछ न्यूक्लिऑनों की संख्या समान होती है, समभारिक कहलाते हैं।

उदाहरण- ${}_8^{17}O$, ${}_9^{17}F$ ☐

अध्याय-14 अर्द्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए -

(1) अशुद्धियाँ रहित चालक को अर्द्धचालक कहते हैं .....।

(2) निज अर्द्धचालक में ..... परमाणु का अपमिश्रण करके N प्रकार के अर्द्धचालक प्राप्त किए जाते हैं।

(3) NAND गेट में AND गेट के साथ गेट होता है .....

(4) सभी गेट ..... संख्याओं पर आधारित है।

उत्तर- (1) निज, (2) पंच संयोजी, (3) NOT, (4) बाइनरी।

प्रश्न 2. सही विकल्प चुनकर लिखिए-

(1) p- प्रकार के अर्द्धचालक में बहुसंख्यक व अल्पसंख्यक क्रमशः होते हैं-

(a) प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉन (b) इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन

(c) इलेक्ट्रॉन व होल (d) होल और इलेक्ट्रॉन

(2) अर्द्धचालक की ताप बढ़ाने पर इनकी चालकता-

(a) बढ़ती है (b) घटती है

(c) शून्य हो जाती है (d) कोई परिवर्तन नहीं होता

(3) p-n संधि डायोड में अवक्षय पर्त की मोटाई लगभग होती है-

(a) 10^{-3}m (b) 10^{-4}m (c) 10^{-5}m (d) 10^{-6}m

(4) जब p-n संधि डायोड पर अग्रदिशिक बायस अनुप्रयुक्त किया जाता है, तब यह-

(a) विभव रोधक बढ़ाता है

(b) विभव रोधक कम कर देता है

(c) बहुसंख्यक वाहक धारा को शून्य कर देता है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर- (1) (d) (2) (a) (3) (d) (4) (b).

प्रश्न 3. एक शब्द/वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) OK ताप पर निज अर्द्धचालक किस प्रकार से व्यवहार करता है ?

(2) n- प्रकार के अर्द्धचालक में बहुसंख्यक व अल्पसंख्यक आवेश वाहक बताइए।

(3) p- प्रकार के अर्द्धचालक में बहुसंख्यक व अल्पसंख्यक आवेश वाहक बताइए।

(4) NAND गेट के लिए बुलियन व्यंजक लिखिए।

(5) दिष्टकारी का कार्य कौन सी अर्द्ध चालक युक्ति करती है ?

(6) किस प्रकार के गेट में केवल एक ही इनपुट होता है ?

(7) किस प्रकार की अभिनति में अर्द्धचालक डायोड का प्रतिरोध बहुत अधिक होता है ?

(8) किस गेट को इनवर्टर गेट कहते हैं ?

(9) p प्रकार के अर्द्धचालक कैसे बनते हैं।

(10) अर्द्धचालक का वर्जित ऊर्जा अन्तराल कितना होता है ?

(11) सार्वत्रिक गेट कौन-कौन से हैं। नाम लिखिए।

उत्तर- (1) अतिचालक, (2) होल और इलेक्ट्रॉन, (3) बहुसंख्यक-होल, अल्पसंख्यक-इलेक्ट्रॉन, (4) A + B, (5) P-N संधि डायोड, (6) NOT (7) उत्क्रम अभिनति में, (8) NOT गेट, (9) इन्हे बनाने के लिए शुद्ध अचालक में त्रिसंयोजकी तत्व जैसे बोराज, इण्डियम आदि की अशुद्धि मिलाई जाती है, (10) 1ev, (11) NOR गेट और NAND गेट को सार्वत्रिक गेट कहते हैं।

@MP_BOARD_25 (Telegram)

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. ऊर्जा बैंड के आधार पर चालक, विद्युतरोधी और अर्धचालक की व्याख्या कीजिये।

उत्तर- ऊर्जा बैंड के आधार पर चालक, विद्युतरोधी और अर्धचालक -

क्र.	चालक	विद्युत रोधी	अर्द्धचालक
(1)	चालक पदार्थों में चालन बैण्ड या तो आंशिक रूप से भरा होता है या संयोजी बैण्ड तथा चालन बैण्ड एक दूसरे पर अध्यारोपित होते हैं।	विद्युत रोधी पदार्थ में संयोजी बैण्ड पूर्णतः भरा होता है तथा चालन बैण्ड पूर्णतः खाली होता है।	अर्द्ध चालकों में संयोजी बैण्ड पूर्णतः भरा होता है तथा चालन बैण्ड पूर्णतः खाली।
	इसका वर्जित ऊर्जा अन्तराल शून्य है।	इसमें वर्जित ऊर्जा अन्तराल लगभग 3 eV से अधिक होता है।	इसमें वर्जित ऊर्जा अन्तराल 1 ev की कोटिका होता है।

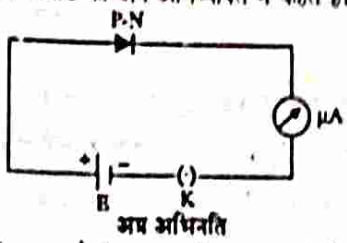
प्रश्न 2. N और P प्रकार के अर्द्धचालकों में अंतर स्पष्ट कीजिये।

अन्तर निम्नलिखित हैं-

क्र.	N- प्रकार के अर्द्धचालक	P- प्रकार के अर्द्धचालक
(1)	इसमें बहुसंख्यक आवेश वाहक इलेक्ट्रॉन होते हैं।	इसमें बहुसंख्यक आवेश वाहक होल होते हैं।
(2)	इन्हें बनाने के लिए शुद्ध अर्द्धचालक में पंच संयोजी तत्व जैसे- एण्टीमनी, आर्सेनिक आदि की अशुद्धि मिलाई जाती है।	इन्हें बनाने के लिए शुद्ध अर्द्धचालक में त्रिसंयोजी तत्व जैसे- बोरॉन, इण्डियम आदि की अशुद्धि मिलाई जाती है।
(3)	इनमें फर्मी स्तर चालन बैण्ड के समीप रहता है।	इनमें फर्मी स्तर संयोजी बैण्ड के समीप रहता है।
(4)	इनमें इलेक्ट्रॉन मुक्त करने के पश्चात् शेष परमाणु निश्चल धनात्मक बनता है।	इनमें निश्चल आयन ऋणात्मक होते हैं।

प्रश्न 3. P-N संधि डायोड में अग्र एवं पश्च अभिनति को समझाकर धारा प्रवाह हेतु अभिलक्षणिक वक्र खींचिए।

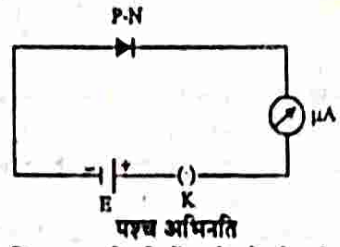
उत्तर- अग्रअभिनति- जब किसी बैटरी के धन सिरे पर संधि डायोड के P सिरे से तथा ऋण ध्रुव को डायोड N सिरे से जोड़ते है जो संधि डायोड को अग्र अभिव्यक्ति में कहते है।



अग्र अभिनति

कार्यविधि- जब बैटरी द्वारा आरोपित बाह्य वोल्टेज प्राचीर विभव से अधिक होती है, तो P क्षेत्र के होल बैटरी के धन विभव से प्रतिकर्षित होकर संधि की ओर तथा N क्षेत्र के इलेक्ट्रॉन बैटरी के ऋण ध्रुव से प्रतिकर्षित होकर संधि की ओर चलने लगते है, जिससे संधि में से विद्युत् का चालन होने लगता है, विभवान्तर का मान क्रमशः बढ़ता है, एक ऐसी स्थिति आती है जिससे परिपथ में प्रवाहित धारा नियत हो जाती है। इसे संतृप्त धारा कहते है।

पश्च अभिनति- जब किसी बैटरी के धन ध्रुव को संधि डायोड के N सिरे से तथा ऋण ध्रुव को डायोड के P सिरे से जोड़ते है, तो पश्च अभिनति में कहलाता है।



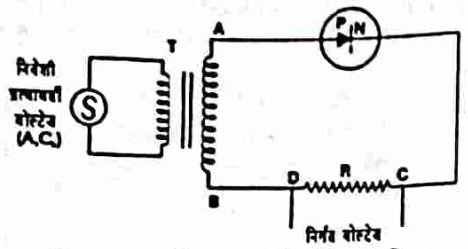
पश्च अभिनति

कार्य विधि- इस अभिनति में P क्षेत्र के होल बैटरी के ऋण सिरे से आकर्षित होकर संधि से दूर चले जाते हैं। इसी प्रकार N क्षेत्र के इलेक्ट्रॉन भी बैटरी के धन सिरे से आकर्षित होकर संधि से दूर चले जाते हैं। संधि में विद्युत चालन नहीं होता, जिससे धारा का मान लगभग शून्य हो जाता है।

प्रश्न 4. अर्द्धतरंग दिष्टकारी के रूप में P-N संधि डायोड का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए -

(1) परिपथ का नामांकित चित्र, (2) कार्य विधि, (3) निवेशी व निर्गत विभव का समय के साथ परिवर्तन आरेख।

उत्तर- P-N संधि डायोड को अर्द्धतरंग दिष्टकारी के रूप में उपयोग करने के लिए विद्युत परिपथ निम्न चित्र में प्रदर्शित किया गया है -



चित्र– P-N डायोड की अर्द्धतरंग दिष्टकारी क्रिया

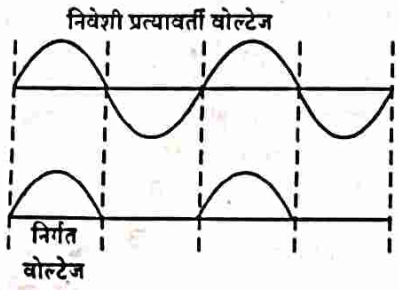
कार्यविधि– ट्रांसफॉर्मर T की प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती वोल्टेज लगाने पर द्वितीयक कुण्डली में प्रेरित प्रत्यावर्ती वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है। इस प्रेरित प्रत्यावर्ती वोल्टेज की एक तरंग में प्रथम अर्द्धचक्र धनात्मक तथा दूसरा अर्द्धचक्र ऋणात्मक होता है। जब प्रथम अर्द्धचक्र द्वितीयक कुण्डली के सिरे A पर होता है, तो सिरा B ऋणात्मक होता है। इस प्रकार डायोड अग्र अभिनत हो जाता है तथा लोड प्रतिरोध में सामान्य धारा प्रवाहित होती है। जब द्वितीय अर्द्धचक्र सिरे A पर होता है, तो सिरा B धनात्मक होता है। इस स्थिति में डायोड उत्क्रम अभिनत होता है तथा लोड प्रतिरोध में कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है। इसके बाद पुनः यह क्रम दोहराया जाता है।

इस प्रकार स्पष्ट है कि निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टेज के प्रथम अर्द्धचक्र में ही लोड पर धारा प्रवाहित होती है। द्वितीय अर्द्धचक्र में ऐसा नहीं होता है अर्थात् आधी तरंग ही दिष्ट-धारा में परिवर्तित होती है। इसलिए इस रूप को अर्द्धतरंग दिष्टकारी कहा जाता है। इसमें धारा मान नियत नहीं होता है, वरन् धारा रुक-रुक कर प्रवाहित होती है। इस प्रकार की धारा को स्पंदमान दिष्ट धारा कहते हैं। इस अर्द्धतरंग दिष्टकारी की दक्षता 40% होती है।

निम्न चित्र में निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टेज और निर्गत वोल्टेज का समय के साथ परिवर्तन आरेख प्रदर्शित किया गया है।

P-N सन्धि डायोड का प्रयोग अर्द्ध तरंग दिष्टकारी के रूप में–

पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में P-N सन्धि डायोड का प्रयोग के लिए विद्युत परिपथ नीचे दिए चित्र में प्रदर्शित किया गया है।



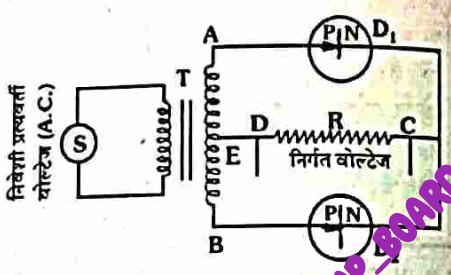
चित्र– अर्द्ध तरंग दिष्टकारी परिपथ

प्रश्न 5. P-N संधि डायोड में अवक्षय पर्त कैसे बनती है ?

उत्तर– जब P-प्रकार और N-प्रकार के अर्द्धचालकों को जोड़कर P-N संधि डायोड बनाया जाता है तो संधि पर कुल होल P-क्षेत्र से N-क्षेत्र की ओर तथा कुछ इलेक्ट्रॉन N-क्षेत्र से P-क्षेत्र की ओर विसरित होते हैं और एक दूसरे को समाप्त कर देते हैं। इस प्रकार संन्धि के दोनों और एक पतली पर्त (10^{-3} से.मी. से कम) उत्पन्न हो जाती है, जिसमें न तो इलेक्ट्रॉन होते हैं न ही होल। इस पर्त को अवक्षय पर्त कहते हैं।

प्रश्न 6. पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में P-N संधि डायोड का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए।
(1) परिपथ का नामांकित चित्र, (2) कार्य विधि, (3) निवेशी व निर्गत विभव का समय के साथ परिवर्तन आरेख।

उत्तर– दिष्टकारी– ऐसा उपकरण जो प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट-धारा में परिवर्तित कर दें, उसे दिष्टकारी कहते हैं।



चित्र– अर्द्ध तरंग दिष्टकारी के लिए निवेशी एवं निर्गत विभव आरेख

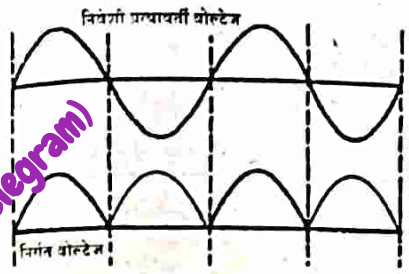
कार्यविधि– जब ट्रांसफॉर्मर T की प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती वोल्टेज लगाया जाता है, तो द्वितीयक कुण्डली में भी अन्योन्य प्रेरण के कारण प्रत्यावर्ती वोल्टेज प्रेरित हो जाता है। निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टेज के एक पूर्ण चक्र में दो अर्द्धचक्र होते हैं– एक धनात्मक तथा दूसरा ऋणात्मक। दोनों अर्द्धचक्र क्रम से चलते हैं, जिसके फलस्वरूप प्रथम अर्द्धचक्र के कारण द्वितीयक कुण्डली में प्रेरित वोल्टेज का A सिरा धनात्मक व B सिरा ऋणात्मक तथा द्वितीय अर्द्धचक्र में A सिरा ऋणात्मक तथा B सिरा धनात्मक हो जाता है। P-N संधि डायोड व लोड प्रतिरोध के संयोजन का परिपथ प्रत्येक अर्द्धचक्र में द्वितीयक कुण्डली के मध्य बिन्दु E से पूरा हो जाता है।

अब निवेशी सिगनल के प्रथम अर्द्धचक्र के कारण जब द्वितीयक कुण्डली का A सिरा धनात्मक होता है, तो डायोड D_1 अग्र अभिनत होता है तथा डायोड D_2 उत्क्रम अभिनत। इस प्रकार D_1 कार्य करता है तथा लोड प्रतिरोध पर धनात्मक दिष्टधारा का अर्द्धचक्र प्राप्त होता है।

पुन निवेशी सिगनल के द्वितीयक अर्द्धचक्र के दौरान द्वितीयक कुण्डली का B सिरा धनात्मक होता है। इस स्थिति में डायोड D_2 अग्र अभिनत होकर कार्य करता है तथा D_1 उत्क्रम अभिनत होकर कार्य नहीं करता है। लोड प्रतिरोध पर पुनः धनात्मक द्वितीय अर्द्धचक्र प्राप्त हो जाता है। इस प्रकार यह क्रम चलता रहता है तथा निवेशी प्रत्यावर्ती वोल्टेज के स्थान पर लोड प्रतिरोध में दिष्टधारा प्राप्त हो जाती है।

इस परिपथ में निवेशी सिगनल के दोनों अर्द्धचक्रों के दौरान लोड प्रतिरोध से दिष्ट-धारा प्रवाहित होती रहती है, इसलिए इस रूप को पूर्ण तरंग दिष्टकारी कहा जाता है।

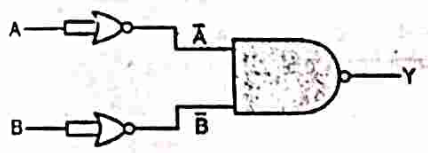
निम्न चित्र में निवेशी विभव तथा निर्गत विभव का समय के साथ परिवर्तन के आरेख प्रदर्शित किये गए हैं।



चित्र– पूर्ण तरंग दिष्टकारी के लिए निवेशी एवं निर्गत विभव आरेख

प्रश्न 7. आप NOR गेट की सहायता से OR तथा AND गेट कैसे प्राप्त करेंगे? चित्र की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- (B) NOR से OR गेट



चित्र

बूलियन सूत्र:

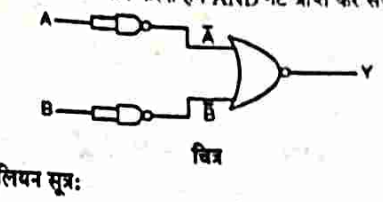
$Y = \overline{\bar{A}.\bar{B}} = \overline{\bar{A}+\bar{B}} = A+B$ (डी- मॉर्गेन प्रमेय से)

सत्यता सारणी:

निवेशी		निर्गत		
A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	Y
0	0	1	1	0
1	0	0	1	1
0	1	1	0	1
1	1	0	0	1

(II) NOR से AND गेट

एक NOR का प्रयोग करके हम AND गेट प्राप्त कर सकते है।



चित्र

बूलियन सूत्र:

$y = \overline{\bar{A}.\bar{B}} = \overline{\bar{A}+\bar{B}} = A.B$ (डी-मॉर्गन प्रमेय से)

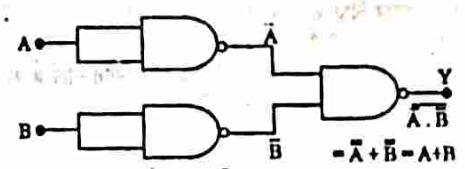
सत्यता सारणी:

निवेशी		निर्गत		
A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	Y
0	0	1	1	0
1	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	1	0	0	1

प्रश्न 8. NAND गेट की सहायता से OR तथा AND गेट कैसे प्राप्त करेंगे? चित्र की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

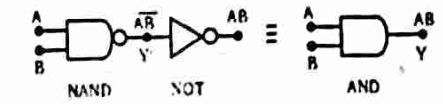
उत्तर- NAND गेट से OR गेट प्राप्त करना- यदि NAND गेट से प्राप्त दो NOT गेटों के निर्गत सिग्नलों को NAND गेट के निवेशी सिगनलों के रूप में प्रयुक्त किया जाये, तो निर्गत सिगनल OR गेट के निर्गत सिगनल के तुल्य होता है।

(I) NAND से OR गेट



चित्र

(ii) NAND से AND

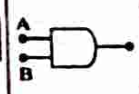
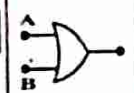
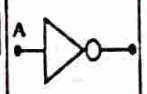


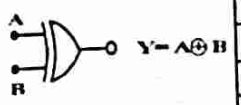
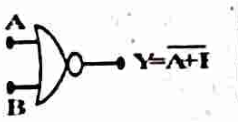
बूलियन सूत्र	TRUTH TABLE			
	A	B	Y	= A.B
Y = A. B	0	0	0	
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	1	

@MP_BOARD_25 (Telegram)

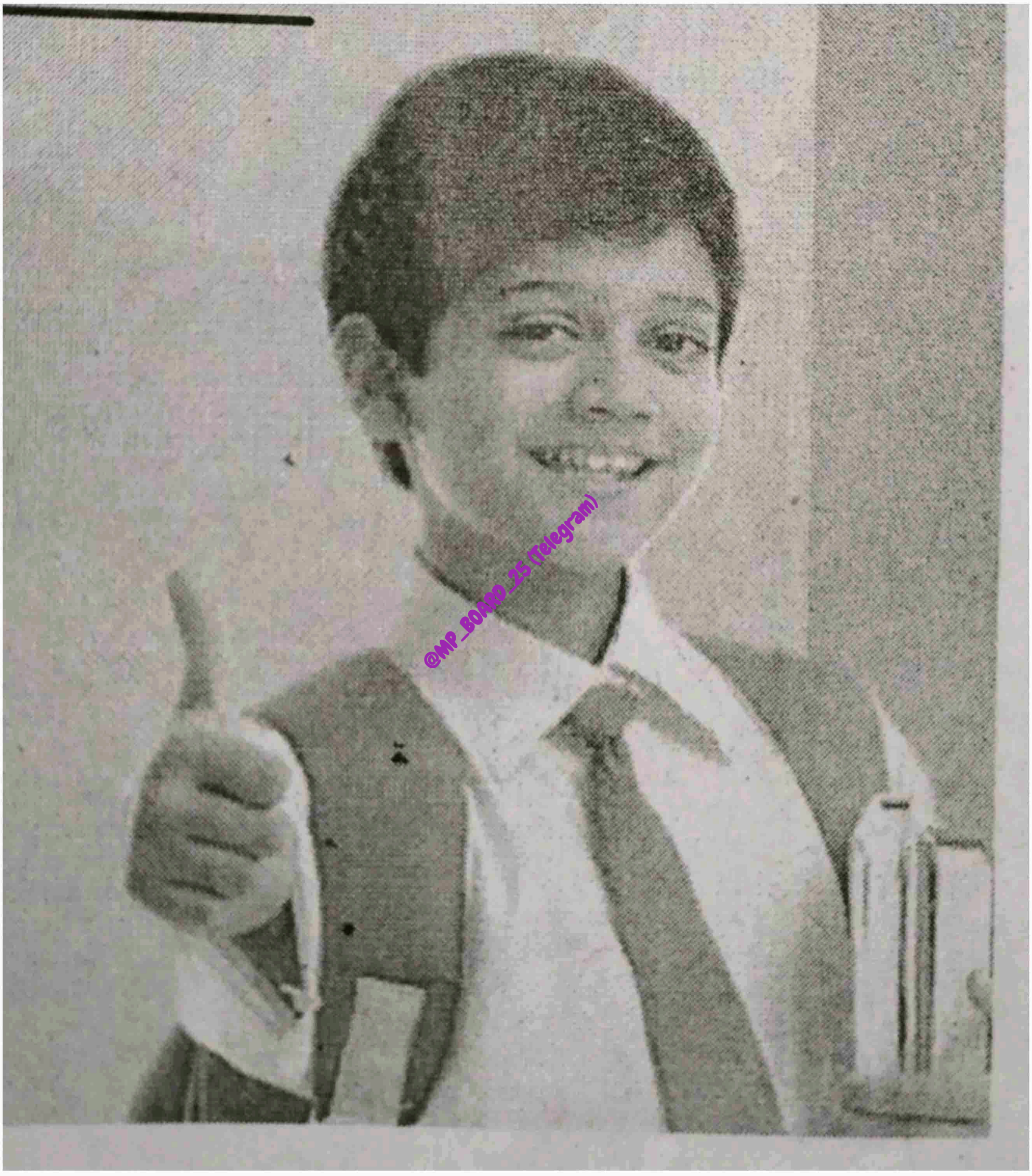
प्रश्न 9. NOT, OR, AND, NAND गेट के प्रतीक चिन्ह सत्य तालिका बनाइए।

उत्तर– लॉजिक गेट एक डिजिटल परिपथ है, जो निवेशी व निर्गत वोल्टेज के तार्किक संबंधों के अनुसार कार्य करता है। निवेश एक या अनेक हो सकते हैं, किन्तु गेट का निर्गत एक ही होता है।

गेट–	प्रतीक	बुलियन सूत्र	सत्य तालिका निवेशी		निर्गत
AND		Y = AB	A	B	Y
			0	0	0
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	1
OR		Y = A + B	A	B	Y
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	1
NOT		$Y = \bar{A}$	A		Y
			0	–	1
			1	–	0

NAND		$Y = \overline{AB}$	A	B	Y
			0	0	1
			1	0	1
			0	1	1
			1	1	0
NOR		$Y = \overline{A \oplus B}$	A	B	Y
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0
XOR		$Y = \overline{A+B}$	A	B	Y
			0	0	1
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	0

@MP_BOARD_25 (Telegram)



@MP_BOARD_25 (Telegram)