कार्यालय, मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी

ब्लॉक-भीण्डर एवं वल्लभनगर

(उदयपुर)

Rajasthan Education Department

सत्यमेव जयते

प्रेरणा

प्रश्न बैंक

(एक नवाचारी पहल)

भौतिक विज्ञान

कक्षा- 12

बोर्ड परीक्षा परिणाम में गुणात्मक एवं संख्यात्मक उन्नयन हेतु अभिनव कार्ययोजना के तहत् निर्मित

CBEO BHINDER

—मुख्य संरक्षक—

श्री गौरव अग्रवाल IAS
निदेशक, माध्यमिक शिक्षा,
राजस्थान

श्रीमती एंजिलिका पलात
संयुक्त निदेशक
स्कूल शिक्षा, उदयपुर

श्री पुष्पेन्द्र कुमार शर्मा
मुख्य जिला शिक्षा अधिकारी
उदयपुर

—संरक्षक—

श्रीमती मोनिका जाखड़
उपखण्ड अधिकारी
भीण्डर

श्री गोविन्द सिंह
उपखण्ड अधिकारी
वल्लभनगर

—मार्गदर्शक—

श्री महेन्द्र कुमार जैन
मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
भीण्डर

श्री अनिल कुमार पोरवाल
मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
वल्लभनगर

श्री भैरूलाल सालवी
अति.मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
भीण्डर

श्री रमेश खटीक
अति.मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
भीण्डर

श्री गोपाल लाल मेनारिया
अति.मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
वल्लभनगर

श्री मुनेश मीणा
संदर्भ व्यक्ति
भीण्डर

श्री ओंकार लाल गोपावत
संदर्भ व्यक्ति
वल्लभनगर

—संयोजक—

संजय कुमार श्रीमाल
(व्याख्याता) भौ.वि. रा.उ.मा.विद्यालय खेरोदा

—कार्यकारी दल—

विष्णु कुमार शर्मा व्याख्याता रा.उ.मा.वि. मन्देसर
चन्दा सिंह पँवार व्याख्याता रा.उ.मा. वि. वल्लभनगर
अश्विनी आमेटा व्याख्याता रा.उ.मा. वि. महाराज की खेडी
कमलापति वर्मा व्याख्याता रा.उ.मा.वि. भेरव रा.उ.मा.वि भीण्डर

सहयोग कर्ता

ललित कुमार तेली, कनिष्ठ सहायक रा.उ.मा. वि. धावडिया

CBEO BHINDER

प्रश्न–पत्र की योजना

कक्षा – 12

`विषय – भौतिक विज्ञान (40)

अवधि – 3 घण्टे 15 मिनट पूर्णांक – 56

1. उद्देश्य हेतु अंकभार –

क्र.सं.	उद्देश्य	अंकभार	प्रतिशत
1.	ज्ञान	17.5	31.25%
2.	अवबोध	20	35.71%
3.	अभिव्यक्ति / ज्ञानोपयोग	12	21.43%
4.	मौलिकता / कौशल	6.5	11.61%
	योग	56	100%

2. प्रश्नों के प्रकारवार अंकभार –

क्र. सं.	प्रश्नों का प्रकार	प्रश्नों की संख्या	अंक प्रति प्रश्न	कुल अंक	प्रतिशत	प्रतिशत प्रश्नों का	संभावित समय
1.	वस्तुनिष्ठ	13	1	13	23.21%	34.21	25
2.	अतिलघूत्तरात्मक	8	1	8	14.29%	21.05	25
3.	लघूत्तरात्मक– I	12	1.5	18	32.14%	31.58	65
4.	दीर्घउत्तरीय	3	3	9	16.07%	7.90	45
5.	निबंधात्मक	2	4	8	14.29%	5.26	35
	योग	38		56	100%	100%	195

विकल्प योजना : आन्तरिक प्रश्न संख्या 19,20

3. विषय वस्तु का अंकभार –

क्र.सं.	विषय वस्तु	अंकभार	प्रतिशत
1.	वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र	4	7.14
2.	स्थिर वैद्युत विभव तथा धारिता	3	5.36
3.	विद्युत धारा	5	8.93
4.	गतिमान आवेश और चुम्बकत्व	4	7.14
5.	चुम्बकत्व एवं द्रव्य	3	5.36
6.	वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण	3	5.36
7.	प्रत्यावर्ती धारा	4	7.14
8.	वैद्युत चुम्बकीय तंरगे	2	3.57
9.	किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक मंत्र	7	12.5
10.	तंरग प्रकाशिकी	5	8.93
11.	विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति	4	7.14
12.	परमाणु	3	5.36
13.	नाभिक	3	5.36
14.	अर्द्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी –पदार्थ, युक्तियां तथा सरल परिपथ	6	10.71
	सर्वयोग	56	100

:- विषय—सूची :-

अध्याय संख्या	अध्याय नाम	पृष्ठ संख्या
1	वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र	5 से 33
2	स्थिरवैद्युत विभव तथा धारिता	34 से 65
3	विद्युत धारा	66 से 84
4	गतिमान आवेश और चुंबकत्व	85 से 95
5	चुंबकत्व एवं द्रव्य	96 से 102
6	वैद्युतचुंबकीय प्रेरण	103 से 120
7	प्रत्यावर्ती धारा	221 से 145
8	वैद्युतचुंबकीय तरंगें	146 से 151
9	किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र	152 से 179
10	तरंग—प्रकाशिकी	180 से 195
11	विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति	196 से 207
12	परमाणु	208 से 217
13	नाभिक	218 से 228
14	अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी— पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ	229 से 233

CBEO BHINDER

पाठ 1

विद्युत आवेश तथा क्षेत्र

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रश्न 1. दो समान आवेशों q, q को जोड़ने वाली रेखा के मध्य बिन्दु पर एक आवेश q′ रख दिया जाता है। यदि तीनों आवेशों का निकाय सन्तुलन में हो तो q′ का मान होगा–

(i) -q /2

(ii) -q /4

(iii) q /4

(iv) q /2

उत्तर– (ii) -q/4

प्रश्न 2. 8 कूलॉम ऋण आवेश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या है

(i) $5 \bullet 10^{49}$

(ii) $2.5 \bullet 10^{19}$

(iii) $12.8 \bullet 10^{19}$

(iv) $1.6 \bullet 10^{19}$

उत्तर– (i) $5 \bullet 10^{49}$

प्रश्न 3. वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक है

(i) कूलॉम/न्यूटन

(ii) जूल/न्यूटन

(iii) न्यूटन/कूलॉम

(iv) न्यूटन/मी

उत्तर– (iii) न्यूटन/कूलॉम

प्रश्न 4.निम्न में से कौन–सा वैद्युत–क्षेत्र का मात्रक नहीं है?

(i) न्यूटन/कूलॉम

(ii) वोल्ट/मीटर

(iii) जूल/कूलॉम

CBEO BHINDER

(iv) जूल / कूलॉम / मीटर

उत्तर–(iii) जूल / कूलॉम

प्रश्न 5. आवेश का खोखला गोला वैद्युत क्षेत्र उत्पन्न नहीं करता।

(i) किसी आन्तरिक बिन्दु पर

(ii) किसी बाहरी बिन्दु पर

(iii) 2 मी से अधिक दूरी पर

(iv) 5 मी से अधिक दूरी पर

उत्तर– (i) किसी आन्तरिक बिन्दु पर

प्रश्न 6. इलेक्ट्रॉन के आवेश एवं संहति का अनुपात होगा

(i) 1.77×10^{11} कूलॉम / किग्रा।

(ii) 1.9×10^{12} कूलॉम / किग्रा

(iii) 1.6×10^{-19} कूलॉम / किग्रा

(iv) 3.2×10^{11} कूलॉम / किग्रा

उत्तर– (i) 1.77×10^{11} कूलॉम / किग्रा

प्रश्न 7.दो बिन्दु आवेशों को पहले वायु में तथा फिर K परावैद्युतांक वाले माध्यम में समान दूरी पर रखने पर यदि उनके बीच लगने वाले वैद्युत बल F_0 तथा F_m हों तो $F_0 : F_m$ का मान होगा

(i) K : 1

(ii) 1 : K

(iii) $K^2 : 1$

(iv) $1 : K^2$

उत्तर–(i) K : 1

प्रश्न 8. वैद्युतशीलता का एस०आई० मात्रक है

(i) कूलॉम^2 / न्यूटन–मीटर^2

(ii) न्यूटन–मीटर^2 / कूलॉम^2

(iii) न्यूटन / कूलॉम

(iv) न्यूटन / वोल्ट / मीटर^2

उत्तर– (i) कूलॉम^2 / न्यूटन–मीटर^2

प्र” नः–9 एक बन्द सतह के अन्दर की ओर तथा बाहर की ओर का विद्युत फ्लक्स क्रम” ाः 8×10^3 तथा 4×10^3 Nm^2/c है सतह के अन्दर नेट आवेशहैः–

(1) $4 \times 10^3 / \varepsilon_0$

(2) $4 \times 10^3 \varepsilon_0$

(3) $-4 \times 10^3 \varepsilon_0$

(4) $-4 \times 10^3 / \varepsilon_0$

उत्तर–(2) $4 \times 10^3 \varepsilon_0$

प्र” नः–10 दिए गए द्विध्रुव के कारण अक्षीय रेखा पर X दूरी पर स्थित बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र का परिमाण E है तो इसी द्विध्रुव के कारण निरक्षीय बिन्दु पर X दूरी पर स्थित बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र का परिमाण होगाः–

(1) 2E (2) E/2 (3) E (4) E/4

उत्तर–(2) E/2

प्र” नः–11 निर्वात में रखे दो आवे” ाों के मध्य विद्युतीय बल लग रहा है दोनो आवे” ाों के मध्य ताम्बे की पट्टी रख दी जाती है अब विद्युतीय बल होगाः–

(1) अधिक (2)कम (3) अपरिवर्तित (4) शून्य

उत्तर–(4) शून्य

CBEO BHINDER

अतिलद्युतरात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. एक इलेक्ट्रॉन तथा एक प्रोटॉन एक समान वैद्युत क्षेत्र में रखे गए हैं। किसका त्वरण अधिक होगा और क्यों?

उत्तर–इलेक्ट्रॉन का त्वरण अधिक होगा, क्योंकि प्रोटॉन की अपेक्षा इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान कम होता है।

प्रश्न 2 1 C आवेश में कितने इलेक्ट्रॉन होते हैं ।

उत्तर $q = 1\,C$ $e = 1.6 \times 10^{-19} c$ $n = ?$

$q = n\,e$

$n = \frac{q}{e} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18} \quad e^{-}$

प्रश्न 3 HCl में H^{+} व Cl के मध्य की दूरी 1.2A^{0} है अणु का द्विध्रव आघूर्ण का मान कूलॉम X मी. में होगा।

उत्तर $q = e = 1.6 \times 10^{-19} c$

$2a = 1.2 \times 10^{-10}\, m$

$p = q\,(2a) = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.2 \times 10^{-10}$

$= 1.92 \times 10^{-29}$ कूलॉम x मीटर

प्रश्न 4 निर्वात की विद्युतशीलता का मान लिखिए

उत्तर $\epsilon_{o} = 8.85 \times 10^{-12}\, C^{2}/_{Nm^{2}}$

प्रश्न 5 आपेक्षिक विद्युतशीलता को परिभाषित कीजिए।

उत्तर माध्यम की विधुत" ीलता तथा निर्वात की विद्युतशीलता का अनुपात माध्यम की आपेक्षिक विद्युतशीलता कहलाता है। सुचालक की आपेक्षिक विद्युतशीलता अनंत होती हैं।

प्रश्न 6 वायु के लिए परावैद्युत सामर्थ्य का मान कितना होगा।

उत्तर $3 \times 10^{6}\ \frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}}$

प्रश्न 7 विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण का सूत्र लिखिए यह अदिश राशि है अथवा सदिश ।

उत्तर $\vec{p} = q(\overrightarrow{2a})$ कूलॉम मीटर

यह सदिश राशि हैं दिशा ऋणावेश से धनावेश की ओर

प्रश्न 8 $_{7}N^{14}$ नाभिक पर कूलॉम में आवेश की गणना कीजिए

उत्तर $q = ne = 7e = 7 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 11.2 \times 10^{-19}$ कूलॉम

प्रश्न 9 q_1 व q_2 दो बिंदु आवेश के लिए $q_1 q_2 < 0$ है तो दोनों आवेशों के मध्य बल की प्रकृति क्या होगी ।

उत्तर $q_1 q_2 < 0$ के लिए q_1 धनावेशित हो तो q_2 ऋणावेशित होगा।

अतः विपरीत प्रवृत्ति के आवेश होने के कारण आकर्षण बल कार्य करेगा

CBEO BHINDER

प्रश्न 10 डिबाइ किस भौतिक राशि का मात्रक है।

उत्तर विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण

1 डिबाई = 3.3×10^{-30} कूलॉम x मीटर

प्रश्न 11 विद्युत द्विध्रुव के कारण अक्ष अथवा निरक्ष पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता तथा प्रेक्षण बिंदु की द्विध्रुव केंद्र से दूरी पर निर्भरता बताइए ।

उत्तर $E \propto \frac{1}{r^3}$

प्रश्न 12 तांबे के समान द्रव्यमान वाले दो गोले A व B हैं। यदि A को +Q कूलॉम आवेश तथा B को $-Q$ कूलॉम आवेश दिया गया है तो आवेशित होने के बाद कौनसा गोला अधिक द्रव्यमान का होगा।

उत्तर B

प्रश्न 13 स्थिर आवेश के चारों ओर उत्पन क्षेत्र का नाम लिखिए।

उत्तर विद्युत क्षेत्र

प्रश्न 14 दो बिंदु आवेशों के मध्य सुचालक माध्यम होने पर आवेशों के मध्य विद्युत बल का मान कितना होगा।

उत्तर सुचालक के लिए $\in_r = \infty$

कूलॉम के नियम से $F = \frac{1}{4\pi\in_0\in_r} \quad \frac{q_1 q_2}{r^2}$

$\boxed{F = O}$ $\in_r$ का मान रखने पर

प्रश्न 15 विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की परिभाषा दीजिए।

उत्तर विद्युत क्षेत्र में रखे एकांक परीक्षण धनावेश पर लगने वाला बल, विद्युत क्षेत्र की तीव्रता कहलाता है ।

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o} \quad q_o \to 0$ **मात्रक** $= \frac{\text{न्यूटन}}{\text{कूलोम}}$

प्रश्न 16 विद्युत फ्लक्स में परिभाषित कीजिए तथा बताइए कि यह सदिश राशि है या अदिश

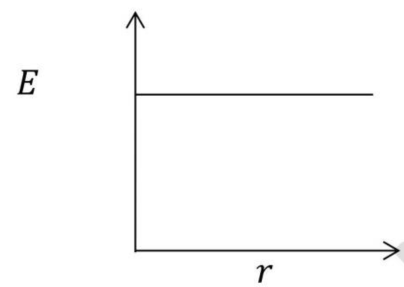
उत्तर विद्युत क्षेत्र में स्थित किसी क्षेत्रफल से अभिलंबवत गुजरने वाली कुल विद्युत बल रेखाओं

CBEO BHINDER

की सख्या को विद्युत फ्लक्स कहते है। यह आदेश राशि है।

प्रश्न 17 क्या समरूप आवेशित अचालक परत अथवा चालक परत के कारण $\vec{E}$ का मान परत की प्रेक्षण बिंदु से दूरी पर निर्भर करता है।

उत्तर $E \propto r^o$ अर्थात E का मान r पर निर्भर नहीं करता।



प्रश्न 18 एक घन में पॉच विद्युत द्विध्रुव रखे हैं। धन से निर्गत विद्युत फ्लक्स ज्ञात कीजिए।

उत्तर $\emptyset = \frac{q}{\epsilon_0}$ गाउस के नियम से

$\because q = 0$

$\therefore \emptyset = 0$

प्रश्न 19 एक विद्युत द्विध्रुव एक समान विद्युत क्षेत्र में इस प्रकार स्थित है कि इसका आधूर्ण $\vec{P}$,विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ की दिशा में संरेखित हैं। द्विध्रुव का संतुलन स्थाई हैं अथवा अस्थाई? यदि $\vec{P}$ व $\vec{E}$ परस्पर विपरीत दिशाओं में हो तब?

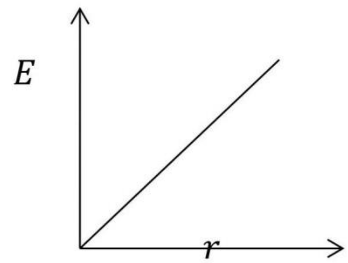
उत्तर (1) स्थायी

(2) अस्थायी

CBEO BHINDER

प्रश्न 20 समरूप आवेशित अचालक गोले के अदर विद्युत क्षेत्र व दूरी के मध्य आरेख बनाइए।

उत्तर $E \propto r$



प्रश्न 21 दर्शाइए कि मात्रक वोल्ट / मीटर तथा न्यूटन / कूलॉम एक ही राशि के हैं। यह किस भौतिक राशि के मात्रक है।

उत्तर $\frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}} = \frac{\text{जूल}/\text{कूलोम}}{\text{मीटर}} = \frac{\text{न्यूटन–मीटर}}{\text{कूलोम–मीटर}} = \frac{\text{न्यूटन}}{\text{कूलोम}}$

ये मात्रक विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के हैं।

प्रश्न 22 विद्युत फलक्स की विभा लिखिए।

उत्तर $[M^1L^3T^{-3}A^{-1}]$

लघुतरात्मक प्रश्न :–

प्रश्न 1 एक बंद पृश्ठ में प्रवेशित और निर्गत विद्युत फलक्स के मान क्रमशः 4×10^{12} वोल्ट मीटर और 8×10^{12} वोल्ट x मीटर हैं इस बंद पृष्ठ के अंदर आवेश का मान ज्ञात कीजिए?

उत्तर $d\emptyset = \emptyset_2 - \emptyset_1 = 8 \times 10^{12} - 4 \times 10^{12}$

$= 4 \times 10^{12}$ वोल्ट मीटर

गाउस के नियम से $d\emptyset = \frac{dq}{\epsilon_0}$

$dq = d\emptyset \, \epsilon_0$

$= 4 \times 10^{12} \times = 8.85 \times 10^{-12}$

$= 35.6$ कूलॉम

प्रश्न 2 $200\hat{i} + 300\hat{j}\ \frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}}$ तीव्रता के समस्त विद्युत क्षेत्र में $5 \times 10^{-3}\hat{j}$ **मी** $.^2$ का क्षेत्रफल रखा है इस क्षेत्रफल से निर्गत विद्युत फ्लक्स का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर $d\emptyset = \vec{E}.\overrightarrow{dA}$

$= (200\hat{i} + 300\hat{j}).(5 \times 10^{-3}\hat{j})$

$= 1.5$ वोल्ट x मीटर

प्रश्न 3 12 cm त्रिज्या वाले ठोस गोलीय चालक के पृष्ठ पर $1.6 \times 10^{-19}c$ आवेश एक समान रूप से वितरित हैं। गोले के अंदर वि. क्षे. की तीव्रता का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर ठोस चालक गोले के अंदर आवेश $q = 0$

चालक गोले के अंदर $E = 0$

प्रश्न 4 विद्युत क्षेत्र रेखाओं के कोई दो गुण लिखिए।

उत्तर 1 विद्युत क्षेत्र रेखाएं एक दूसरे को कभी नहीं काटती क्योंकि इनके कटान बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दो दिशाएं हो जाएगी जो कि संभव नहीं है।

2 यह धनावेश से चलकर ऋणावेश पर समाप्त हो जाती हैं।

प्र" न 5 रेखीय आवेश घनत्व को समझाइए। इसका मात्रक लिखिए।

उत्तर रेखीय आवेश घनत्व :–जब आवेश का वितरण एक रेखा सीधी अथवा वक्र के अनुदिश होता है तो प्रति एकांक लंबाई पर आवेश की मात्रा को रेखीय आवेश घनत्व कहते हैं। यदि q आवेश किसी रेखा की l लंबाई पर समान रूप से वितरित हो तो आवेशका रेखीय आवेश घनत्व $\lambda = \frac{q}{l}$

CBEO BHINDER

मात्रक = कूलॉम / मीटर होता है

प्रश्न 6 साबुन का बुलबुला आवेशित करने पर आकार में क्यों बढ़ जाता है ?

उत्तर अनावेशित साबुन के बुलबुले में धनात्मक व ऋणात्मक आवेशों के मध्य साम्य होता है। जब इसको ऋणात्मक आवेश देते हैं तो साम्य की स्थिति बदल जाती हैं, इस समय की प्राप्त करने के लिए आवेश आपस में प्रतिकर्शित करना शुरू कर देते हैं। अतः साबुन के बुलबुले का पृष्ठ क्षेत्रफल बढ़ जाता है। क्षेत्रफल बढ़ने से बुलबुला आकार में बढ़ जाता है।

प्रश्न 7 दो स्थिर बिन्दु आवेशों के मध्य लगने वाले बल के लिए कूलॉम के नियम का कथन लिखिए।

उत्तरः दो स्थिर बिन्दु आवेशों के मध्य कार्य करने वाला आकर्षण या प्रतिकर्षण बल दोनों आवेशों की मात्राओं के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती एवं उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। यह बल दोनों आवेशों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश होता है।

प्रश्न 8. आवेश के क्वाण्टीकरण को समझाइए।

उत्तरः आवेश का क्वाण्टमीकरण वह गुण है जिसके कारण सभी मुक्त आवेश मूल आवेश (e) के पूर्ण–गुणज (integral multiple) होते हैं।

अर्थात् किसी वस्तु पर आवेश q हमेशा निम्न प्रकार होगा

$q = ne$

जहाँ $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots\ldots$

जहाँ n एक पूर्ण संख्या है और e मूल आवेश है।

प्रश्न 9 बलों के लिए अध्यारोपण का सिद्धान्त लिखिए।

उत्तर 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 आवेश पर स्वतन्त्र रूप से बल लगाते हैं। किसी एक आवेश द्वारा लगाया गया विशिष्ट बल अन्य आवेशों की उपस्थिति के कारण प्रभावित नहीं होता।

CBEOBHINDER

प्रश्न 10 विद्युत क्षेत्र रेखा किसे कहते है ? इनके दो गुण लिखिए।

उत्तरः विद्युत क्षेत्र में स्वतन्त्रतापूर्वक (freely) छोड़ा गया धन परीक्षण आवेश जिस मार्ग का अनुसरण करता है, उसे विद्युत क्षेत्र रेखा कहते हैं।

गुण –

(i) विद्युत क्षेत्र रेखाएँ धन आवेश से ऋण आवेश की ओर चलती हैं।

(ii) दो क्षेत्र रेखाएँ कभी एक–दूसरे को काटती नहीं है।

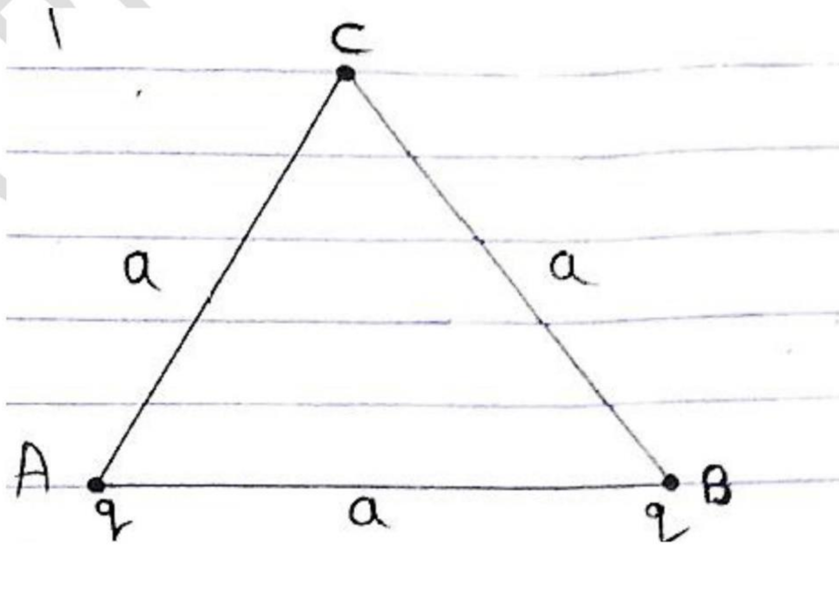
प्रश्न 11 आवेश संरक्षण नियम लिखिए।

उत्तरः आवेश का संरक्षण वह गुण है जिसके कारण किसी विलगित निकाय का कुल आवेश सदैव नियत रहता है। इस प्रकार किसी विलगित निकाय के कुल आवेश को न तो नष्ट किया जा सकता है और न ही उत्पन्न किया जा सकता है।

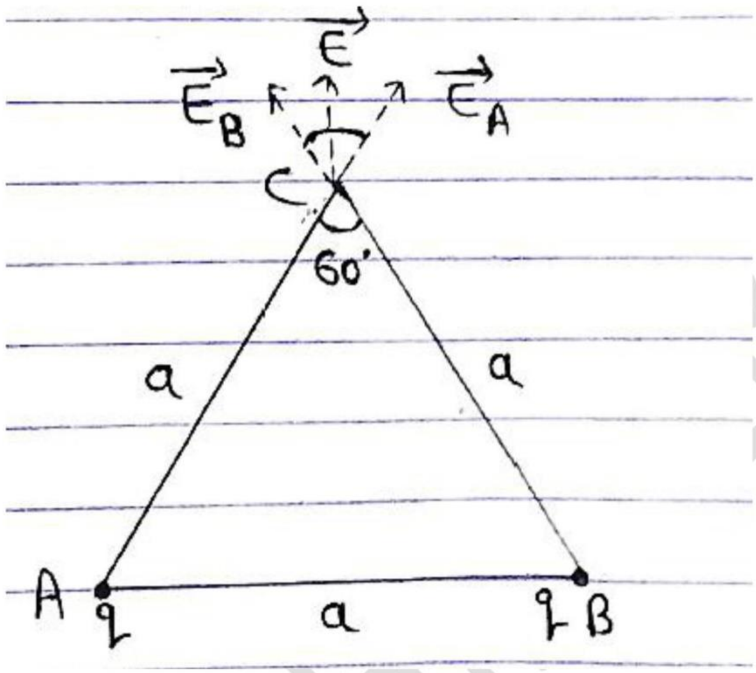
CREO BHINDER

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1 भुजा a वाले एक समबाहु त्रिभुज के भीर्श A और B पर समान आवेशq है । त्रिभुज के बिन्दु c पर विद्युत क्षेत्र का परिमाप ज्ञात कीजिए ।



उत्तर   माना कि बिन्दु A पर स्थित आवेशq तथा बिन्दु B पर स्थित आवेशq के कारण बिन्दु c



पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रताएँ क्रम” ाः $\overrightarrow{E_A}$ तथा $\overrightarrow{E_B}$है । तब

E_A = $E_B = \frac{Kq}{a^2}$

बिन्दु C पर परिणामी विद्युत क्षेत्र का परिमाण

$$E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos 60'}$$

$$E_A = E_B = \frac{Kq}{a^2}$$

$$E = \sqrt{E_A^2 + E_A^2 + 2E_A E_A (1/2)}$$

$$E = \sqrt{3} E_A^2 = \sqrt{3} \; E_A$$

$$\boxed{E = \sqrt{3} \; \frac{Kq}{a^2}}$$

प्र” न 2 4×10^{-9} Cm द्विध्रुव आघूर्ण का कोई विधुत द्विध्रुव 5×10^4 NC^{-1} परिमाण के एकसमान

विधुत क्षेत्र की दि" ॥ 30^0 पर सरेखित है। द्विध्रुव पर कायरत बलाघूण के परिमाण का परिकलन कीजिये।

उत्तर   दिया है – $p=4\times10^{-9}$ कूलॉम –मी.

$E= 5\times 10^4$ न्यूटन / कूलॉम

$\theta=30^0$

अतः वलाघूर्ण $\tau = PE\sin\theta$

$= 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^4 \sin30^0$

$\tau = 20\times10^{-5} \times \frac{1}{2}$

10×10^{-5} न्यूटन मी.

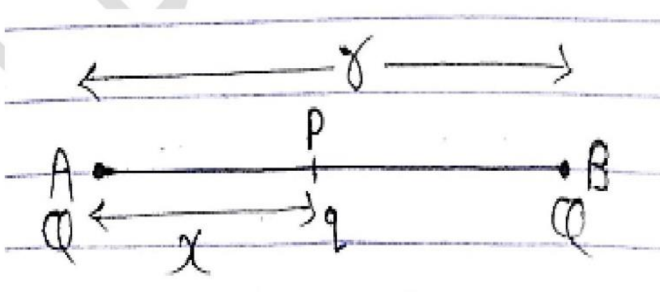
$\tau=10^{-4}$ न्यूटन मी.

बलाघुर्ण की दिशा विघुत क्षेत्र तथा विघुत द्विध्रुव आधुर्ण के लम्बवत है।

CREO BHINDER

प्र" न 3   दो समान बिन्दुवत आवेशQ जो परस्पर कुछ दूरी पर रखे गये है, को मिलाने वाली रेखा के मध्य में अन्य आवेशq रखा गया है। q का मान एवं प्रकृति ज्ञात कीजियें कि निकाय संतुलित रहे ।

उत्तर   माना कि तीनों आवेशचित्रानुसार रखे है –



A पर स्थित आवेशB पर स्थित आवेशके कारण प्रतिकर्शित होगा, अतः निकाय के संतुलन के लिए आव" यक है कि q आवेशQ आवेशकी विपरीत प्रकृति का हो, ताकि यह इसके द्वारा आकर्शित हो सके ।

इस प्रकार निकाय के संतुलन के लिए –

A पर स्थित आवेशQ पर B पर स्थित आवेशQ के कारण प्रतिकर्शण बल =Q तथा q के मध्य आकर्शण बल

$$\frac{KQQ}{r^2} = \frac{KQq}{x^2}$$

$$q = \frac{Qx^2}{r^2}$$

प्र" नानुसार $PA = PB = x, \ x = \frac{r}{2}$

$$q = \frac{Q\ \left(\frac{r}{2}\right)^2}{r^2}$$

$$q = \frac{Q}{4}$$

q आवे" ा, Q आवेशकी विपरीत प्रकृति का होने के कारण

$$q = \frac{-Q}{4}$$

प्रश्न 4 एक अनन्त रेखीय आवेश 2 सेमी. दूरी पर 9×10^4 N/C का विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करता है। रेखीय आवेशघनत्व ज्ञात कीजिए ?

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

E = $9 \times 10^{+4} \ \frac{N}{C}$

E = $\frac{2K\lambda}{r}$ अतः $\lambda = \frac{Er}{2K}$

$$\lambda = \frac{9\times10^4 \times 2\times10^{-2}}{2\times 9\times10^9}$$

10^{-7} कूलॉम / मी.

प्रश्न 5 एक गोले के केन्द्र से 20 सेमी. दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता 10 V/m है । गोले की त्रिज्या 5 सेमी. है। गोले के केन्द्र से 8 सेमी. दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए।

CBEO BHINDER

उत्तर   दिया गया है – R = 5 सेमी = 5×10^{-2} मी.

$r = 20$ सेमी. = 20×10^{-2} मी.

$r > R$

$E_{out} = 10 \frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}}$

$r^1 = 8$ सेमी.   = 8×10^{-2} मी.

$r^1 > R$

$E`_{out} = ?$

$E_{out} = \frac{kq}{r^2}$

$E`_{out} = \frac{kq}{r`^2}$

Q नियत है

$\frac{E`out}{E_{out}} = \frac{r^2}{r`^2} = \left(\frac{r}{r`}\right)^2$

$\frac{E`out}{10} = \left[\frac{2\times10^{-2}}{8\times 10^{-2}}\right]^2 = \left[\frac{5}{2}\right]^2 = \frac{25}{4}$

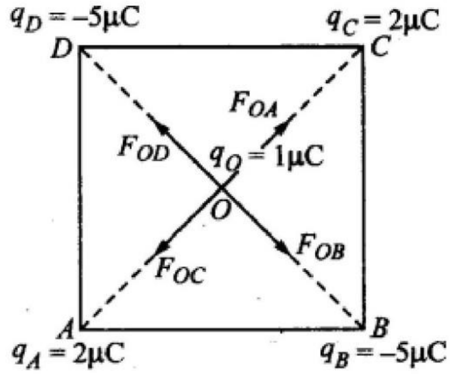
$E`_{out} = \frac{25X\ 10}{4} = 62.5 \frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}}$

प्रश्न 6. चार बिन्दु आवेश $q_A = 2\ \mu C$, $q_B = -5\ \mu C$, $q_C = 2\ \mu C$ तथा $q_D = -5\ \mu C$, 10 cm भुजा के किसी वर्ग ABCD के शीर्षों पर अवस्थित हैं। वर्ग के केन्द्र पर रखे 1 μC आवेश पर लगने वाला बल कितना है ?

हल–

किसी आवेश पर कार्य करने वाले अन्य आवेशों के कारण कूलॉम बलों को सदिश विधि द्वारा जोड़ा जाता है। अतः वर्ग के केन्द्र पर रखे आवेश $q_0 = 1\ \mu C$ पर बल चारों आवेशों q_A, q_B, q_C व q_D के कारण कूलॉम बलों के सदिश योग के बराबर होगा।

CBEO BHINDER



चित्र 1.1

स्पष्टत: $OA = OB = OC = OD = \frac{1}{2}\sqrt{10^2 + 10^2}$

$$= \frac{10\sqrt{2}}{2} \text{ cm} = 5\sqrt{2} \text{ cm} = 5\sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m}$$

आवेश $q_A = 2\,\mu C$ के कारण $q_O = 1\,\mu C$ पर बल

$$\vec{F}_{OA} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_O q_A}{(OA)^2}, \text{ } O \text{ से } C \text{ की ओर}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{(1 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^{-6})}{(5\sqrt{2} \times 10^{-2})^2}$$

$$= 3.6 \text{ N}, \vec{\mathbf{OC}} \text{ के अनुदिश}$$

आवेश $q_C = -2\mu C$ के कारण q_0 पर बल

$$\vec{F}_{OC} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_O q_C}{(OC)^2}, \text{ } O \text{ से } A \text{ की ओर}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{(1 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^{-6})}{(5\sqrt{2} \times 10^{-2})^2}$$

$$= 3.6 \text{ N}, \vec{\mathbf{OA}} \text{ के अनुदिश}$$

स्पष्टत: $\vec{F}_{OA} + \vec{F}_{OC} = 0$

आवेश $q_B = -5\mu C$ के कारण $q_O = 1\,\mu C$ पर बल

$$\vec{F}_{OB} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_O q_B}{(OB)^2}, \vec{OB} \text{ की दिशा में}$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{(1 \times 10^{-6})(5 \times 10^{-6})}{(5\sqrt{2} \times 10^{-2})^2}, O \text{ से } B \text{ की ओर}$$

$$= 9.0 \text{ N}, \vec{OB} \text{ के अनुदिश}$$

आवेश $q_D = -5\,\mu C$ के कारण q_O पर बल

$$F_{OD} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_O q_D}{(OD)^2}, O \text{ से } D \text{ की ओर}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{(1 \times 10^{-6})(5 \times 10^{-6})}{(5\sqrt{2} \times 10^{-2})^2}$$

$$= 9.0 \text{ N}, \vec{OD} \text{ के अनुदिश}$$

स्पष्टत: $\vec{F}_{OB} + \vec{F}_{OD} = 0$

कुल बल $F = \vec{F}_{OA} + \vec{F}_{OB} + \vec{F}_{OC} + \vec{F}_{OD}$

$$= (\vec{F}_{OA} + \vec{F}_{OC}) + (\vec{F}_{OB} + \vec{F}_{OD})$$

$$= 0 + 0 = 0$$

अर्थात् q_0 **पर नेट बल शून्य है।**

प्रश्न 7. 4 X 10^{-9} cm द्विध्रुव आघूर्ण को कोई विद्युत–द्विध्रुव 5 X 10^4 NC^{-1} परिमाण के किसी एकसमान विद्युत–क्षेत्र की दिशा से 30° पर संरेखित है। द्विध्रुव पर कार्यरत बल आघूर्ण का परिमाण परिकलित कीजिए।

हल– दिया है,

$$p = 4 \times 10^{-9}\ \text{Cm}, E = 5 \times 10^4\ \text{NC}^{-1}, \theta = 30°, \tau = ?$$

अत: सूत्र $\tau = pE\sin\theta$, का उपयोग करते हुए

$$\tau = 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^4 \times \sin 30°$$

$$= 20 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} = \mathbf{10^{-4}} \text{ न्यूटन-मीटर}$$

प्रश्न 8.ऊन से रगड़े जाने पर कोई पॉलीथीन का टुकड़ा 3 X 10^{-7} C के ऋणावेश से आवेशित पाया गया।

(a) स्थानान्तरित (किस पदार्थ से किस पदार्थ में) इलेक्ट्रॉनों की संख्या आकलित कीजिए।

(b) क्या ऊन से पॉलीथीन में संहति का स्थानान्तरण भी होता है?

हल—(a) दिया है, कुल स्थानान्तरित आवेश $= -3 \times 10^{-7}$ C

एक इलेक्ट्रॉन पर कुल आवेश $= -1.6 \times 10^{-19}$ C

स्थानान्तरित इलेक्ट्रॉनों की संख्या $n = ?$

चूँकि ऊन से रगड़ने पर पॉलीथीन के टुकड़े पर ऋण आवेश आता है, अत: इलेक्ट्रॉन ऊन से पॉलीथीन के टुकड़े पर स्थानान्तरित होते हैं।

हमें ज्ञात है कि $q = ne$

$$\therefore \quad n = \frac{q}{e} = \frac{-3 \times 10^{-7}\ \text{C}}{-1.6 \times 10^{-19}\ \text{C}} = 1.875 \times 10^{12}$$

$= \mathbf{2 \times 10^{12}}$ **इलेक्ट्रॉन**

(b) हाँ, ऊन से पॉलीथीन पर द्रव्यमान का स्थानान्तरण होता है क्योंकि इलेक्ट्रॉन, जो द्रव्य कण हैं, ऊन से पॉलीथीन पर विस्थापित होते हैं।

m = प्रत्येक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $= 9.1 \bullet 10^{-31}$ kg,

$n = 1.875 \bullet 10^{12}$

पॉलीथीन पर स्थानान्तरित कुल द्रव्यमान $M = m \bullet n = 91 \bullet 10^{-31}$ kg $\bullet\ 1.875 \bullet 10^{12} = 1.71 \bullet 10^{18}$ kg

प्रश्न 9. दो बड़ी, पतली धातु की प्लेटें एक–दूसरे के समानान्तर एवं निकट हैं। इनके भीतरी फलकों पर, प्लेटों के पृष्ठीय आवेश घनत्वों के चिह्न विपरीत हैं तथा इनका परिमाण $17.0 \bullet 10^{-23}$ C / mहै।

(a) पहली प्लेट के बाह्य क्षेत्र में,

(b) दूसरी प्लेट के बाह्य क्षेत्र में, तथा

CBEO BHIND

(c) प्लेटों के बीच में विद्युत–क्षेत्र E का परिमाण परिकलित कीजिए।

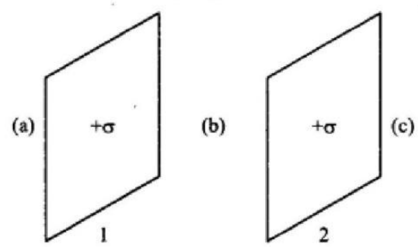
हल—दिया है, पट्टिका पर पृष्ठीय आवेश घनत्व

$$\sigma = 17.0 \times 10^{-22}\ \text{C/m}^2$$

तथा

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ \text{C}^2/\text{Nm}^2$$

पट्टिकाओं का प्रबन्धन निम्नांकित चित्र में प्रदर्शित है—



चित्र 1.8

(a) पहली पट्टिका के बाह्य क्षेत्र (a) में दोनों पट्टिकाओं के कारण वैद्युत क्षेत्र परस्पर विपरीत तथा परिमाण में बराबर है।

सूत्र $E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ से,

क्षेत्र (a) में वैद्युत क्षेत्र की परिणामी तीव्रता

$$E_a = \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) + \left(\frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\right)$$

$$= \frac{\sigma - \sigma}{2\varepsilon_0} = \mathbf{0}$$

E_2 हैं। चित्र से स्पष्ट है कि आवेश (+q) से बिन्दु P की दूरी (r – l) है और आवेश (-q) से इसकी दूरी (r + l) है, अतः

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{q}{(r-l)^2}\right] \qquad \text{(AP दि” ा में),}$$

तथा $$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{q}{(r+l)^2}\right] \qquad \text{(PB दि” ा में),}$$

क्योंकि बिन्दु P पर तीव्रताएं E_1 और E_2 एक ही रेखा के अनुदि” ा विपरीत दि” ााओं में कार्यरत हैं, अतः बिन्दु P पर परिणामी तीव्रता E इन दोनों तीव्रताओ के अन्तर के बराबर होगी तथा परिणामी तीव्रता E की दि” ा E_1 की दि” ा में ही होगी क्योंकि $E_1 > E_2$

$$E = E_1 - E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{q}{(r-l)^2}\right] - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left[\frac{q}{(r+l)^2}\right]$$

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

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K} \cdot \frac{2(q\times 2l)r}{(r^2-l^2)^2}$$

चूंकि q× 2 l = वैघुत द्विध्रुव आघूर्ण = p

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left\{\frac{2pr}{\left(r^2-l^2\right)^2}\right\}$$

यदि द्विध्रुव की लम्बाई के सापेक्ष प्रेक्षण बिन्दु P की मध्य बिन्दु o से दूरी r बहुत अधिक हैं (अर्थात् $r >> 2l$) तो r की तुलना में l^2 का मान उपेक्षणीय होगा। अतः इस दि” ा में द्विध्रुव के कारण बिन्दु P पर वैघुत–क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 K}\left(\frac{2p}{r^3}\right) \text{ न्यूटन / कूलॉम} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

यदि द्विध्रुव निर्वात् (अथवा वायु) में रखा हें, तो K=1

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{2p}{r^3}\right) \text{ न्यूटन / कूलॉम} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

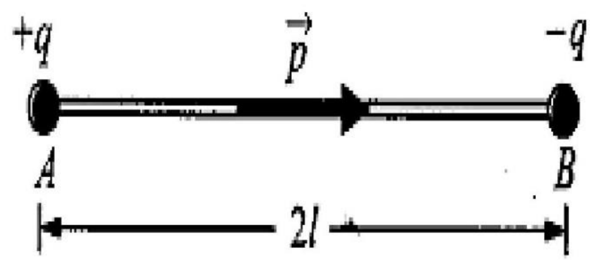
CBEO BHINDER

वैघुत–क्षेत्र E की दि" ाा ऋणावे" ा से धनावे" ा की ओर होगी ।

प्रश्न 2 वैद्युत– द्विध्रुव के कारण निरक्षीय स्थिति (अनुप्रस्थ स्थिति) में किसी बिन्दु पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

उतर वैद्युत– द्विध्रुव आघूर्ण– वह वैद्युत निकाय (system) जिसमें दो बराबर, परन्तु विपरीत प्रकार के बिन्दु–आवेश एक–दूसरे से बहुत कम दूरी पर रखे हों, वैद्युत–द्विध्रुव ' कहलाता है। दोनों आवेशों में से किसी एक आवेश और दोनों आवेशों के बीच की दूरी के गुणनफल को 'द्विध्रुव ' का 'वैद्युत– द्विध्रुव आघूर्ण (electric dipole moment) कहते हैं। इसे प्रायः p से प्रदर्शित करते हैं।

चित्र में प्रदर्शित वैद्युत– द्विध्रुव का वैद्युत– द्विध्रुव आघूर्ण p = q X 2l



वैद्युत–द्विध्रुव की निरक्षीय रेखा पर स्थित बिन्दु पर वैद्युत–क्षैत्र की तीव्रता –माना वैद्युत–द्विध्रुव AB परावैद्युतांक K वाले माध्यम में स्थित है जिसके A सिरे पर $+q$ आवेशतथा B सिरे पर $-q$ आवेशएक–दूसरे से $2\,l$ दूरी पर स्थित हैं। वैद्युत–द्विध्रुव की निरक्षीय स्थिति में मध्य–बिन्दु O से r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।

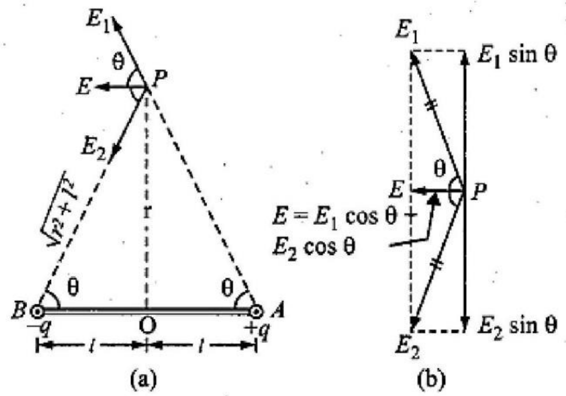
$$AP = BP = \sqrt{(r^2 + l^2)}$$

$\therefore$ vkos'k $+\ q$ के कारण बिन्दु P पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \times \frac{q}{(r^2+l^2)} \qquad \text{(AB दि" ाा में)}$$

तथा आवेश$-q$ के कारण बिन्दु P पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \times \frac{q}{(r^2+l^2)}$$ (PB दि" ाा में)



स्पश्ट है कि E_1 व E_2 के मान बराबर हैं और दिशाएँ भिन्न हैं। E_1 व E_2 को AB के समान्तर तथा लम्बवत् घटकों में वियोजित करने पर [चित्र (b)] लम्बवत् घटकों ($E_1 \sin\theta$ व $E_2 \sin\theta$) बराबर व विपरीत होने के कारण एक–दूसरे को निरस्त कर देंगे, जबकि AB के समान्तर घटक ($E_1 \cos\theta$ व $E_2 \cos\theta$) एक ही दि" ाा में होने के कारण जुड जाएँगे।

अतः बिन्दु P पर द्विध्रुव के कारण परिणामी तीव्रता

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

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{q}{(r^2+l^2)} \cos\theta + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{(r^2+l^2)} \cos\theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \frac{q}{(r^2+l^2)} (2\cos\theta)$$

चित्र (a) से, $\cos\theta = \frac{OA}{AP} = \frac{l}{\sqrt{(r^2+l^2)}}$

$$\therefore \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \times \frac{q}{(r^2+l^2)} \times \frac{2l}{\sqrt{(r^2+l^2)}}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \times \frac{q \times 2l}{(r^2+l^2)^{3/2}}$$

परन्तु $q \times 2l = p$ (वैद्युत–द्विध्रुव का आघूर्ण है।)

अतः $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \left\{\frac{p}{(r^2+l^2)^{3/2}}\right\}$

अब यदि l का मान r से अत्यधिक कम हो , तो l^2 का मान r^2 की तुलना मे नगण्य माना जा सकता हैं।

तब $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \left\{\frac{p}{(r^2)^{3/2}}\right\} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \cdot \left(\frac{p}{r^3}\right)$ न्यूटन/कूलॉम

निर्वात् (अथवा वायु) के लिए $K = 1$

अतः $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \left(\frac{p}{r^3}\right)$ न्यूटन/कूलॉम

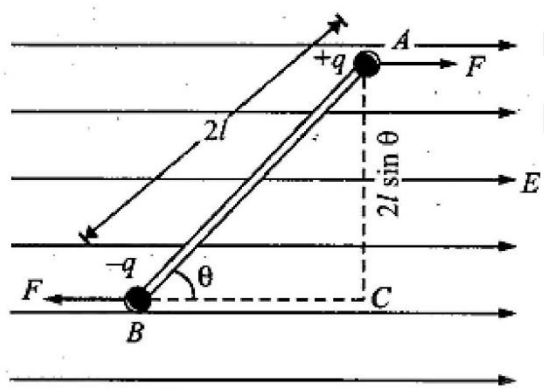
E की दि" ाा द्विध्रुव की अक्ष के समान्तर धनावे" ा से ऋणावे" ा की ओर होती है।

सदि" ा रुप $\vec{E} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \left(\frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

प्रश्न 3 एकसमान तीव्रता वाले वैद्युत क्षेत्र में वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाले बल–युग्म के आघूर्ण का सूत्र प्राप्त कीजिए।

उत्तर (i) द्विध्रुव पर शुद्ध स्थानान्तरण बल F = qE – qE = 0

(ii) एकसमान वैद्युत–क्षेत्र में रखे वैद्युत– द्विध्रुव पर बल–युग्मः–यदि किसी वैद्युत– द्विध्रुव को एकसमान वैद्युत–क्षेत्र (E) में रखा जाए तो उसके आवेशों पर समान और विपरीत बल -qE तथा +qE (अर्थात् एक बल–युग्म) कार्य करने लगता है। यह बल–युग्म द्विध्रुव को क्षेत्र की दिशा में संरेखित करने का प्रयत्न करता है। इसे प्रत्यानयन बल–युग्म' कहते हैं। माना एक वैद्युत– द्विध्रुव एकसमान वैद्युत–क्षेत्र (E) में क्षेत्र से θ कोण बनाते हुए रखा गया है। +q तथा –q पर लगने वाले बराबर एवं विपरीत बले (+qE व –qE) एक बल–युग्म बनाते हैं जो द्विध्रुव को घुमाकर क्षेत्र E की दिशा में लाने का प्रयत्न करता है। इस प्रत्यानयन बल–युग्म का आघूर्ण



$\tau =$बल × बलो के मध्य लम्बवत् दूरी

$= F \times AC = qE \times 2l \sin\theta$

$= (q \times 2l)E \sin\theta = pE \sin\theta$ न्युटन मीटर

(जहाँ $p = q \times 2l$ वैद्युत–द्विध्रुव का आघूर्ण है।)

अतः $\tau = pE \sin\theta$ ....(1)

यदि द्विध्रुव को विद्युत –क्षेत्र के लम्बवत् रखा जाए, तो

$\theta = 90^o$

अर्थात $\sin\theta = \sin 90^o = 1$

अतः द्विध्रुव पर आरोपित बल –युग्म अधिकतम होगा।

अर्थात $\tau_{max} = pE$ ....(2)

या $p = \frac{\tau_{max}}{E}$ ....(3)

यदी $E = 1$ न्यूटन / कूलॉम , तब $p = \tau_{max}$ कूलॉम / मीटर

अर्थात् '' किसी वैद्युत – द्विध्रुव का वैद्युत–द्विध्रुव आघूर्ण उस बल –युग्म के बराबर है जो कि द्विध्रुव को 1 न्यूटन / कूलॉम के एकसमान वैद्युत–क्षेत्र में की दि" ा के लम्बवत् रखने पर द्विध्रुव पर कार्य करता है।''

प्रश्न 4 गौस–प्रमेय लिखिए। सिद्ध कीजिए कि किसी बन्द पृष्ठ से गुजरने वाला नेट वैद्युत–फ्लक्स उस पृष्ठ द्वारा परिबद्ध कुल आवेश का 1 / ε0 गुना होता है, जहाँ ε0 मुक्त आकाश की वैद्युतशीलता है।

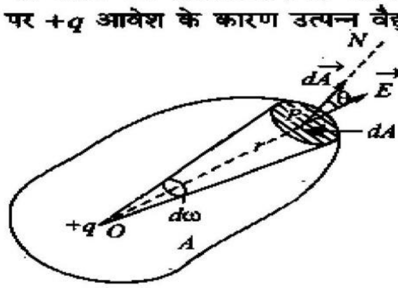
उत्तर गौस की प्रमेय – गौस की प्रमेय अनुसार "किसी वैद्युत–क्षेत्र में स्थित बन्द पृष्ठ से निर्गत सम्पूर्ण वैद्युत–फ्लक्स का मान उस पृष्ठ द्वारा परिबद्ध कुल आवेश का (1 / ε0) गुना होता है।"

अर्थात् $\Phi_E = \oint \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{A}} = \frac{1}{\varepsilon_0}(q)$

जहाँ ε_0 = **वायु या निर्वात् की वैद्युतशीलता।**

उपपत्ति (Proof)—चित्र 1.23 में एक बन्द पृष्ठ दर्शाया गया है जिसका क्षेत्रफल A है। इस बन्द पृष्ठ में किसी बिन्दु O पर एक बिन्दु आवेश $+q$ रखा है। इस प्रकार बन्द पृष्ठ $+q$ आवेश के वैद्युत-क्षेत्र में स्थित है। इस पृष्ठ के बिन्दु P पर एक अत्यन्त लघु क्षेत्रफल dA लिया गया है। इस बिन्दु P की O से दूरी r है।

इस लघु क्षेत्रफल dA को इस पर खींचे गये अभिलम्ब PN की दिशा में क्षेत्रीय वेक्टर $d\vec{\mathbf{A}}$ द्वारा प्रदर्शित किया गया है। बिन्दु P पर $+q$ आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत-क्षेत्र की तीव्रता



चित्र 1.23

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q}{r^2}\right) \quad ...(1)$$

$\vec{E}$ की दिशा O से P की ओर होगी।

क्षेत्रफल dA से निर्गत वैद्युत-फ्लक्स $d\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}$

अथवा $$d\Phi_E = EdA \cos\theta \quad ...(2)$$

जहाँ $\theta = \vec{E}$ तथा $d\vec{A}$ के बीच कोण।

समीकरण (1) से E का मान समीकरण (2) में रखने पर

$$d\Phi_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q}{r^2}\right) dA \cos\theta = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{dA \cos\theta}{r^2}\right)$$

परन्तु $\frac{dA \cos\theta}{r^2}$ = क्षेत्रफल dA द्वारा बिन्दु O पर अन्तरित घन कोण $= d\omega$ (माना)

$$\therefore \quad d\Phi_E = \left(\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\right) d\omega \quad ...(3)$$

अतः सम्पूर्ण बन्द पृष्ठ क्षेत्रफल A से अभिलम्बवत् निर्गत सम्पूर्ण वैद्युत फ्लक्स

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \oint d\omega \quad ...(4)$$

परन्तु $\oint d\omega$ = सम्पूर्ण बन्द पृष्ठ द्वारा बिन्दु O पर अन्तरित घन कोण

$= 4\pi$ स्टेरेडियन

$$\therefore \quad \Phi_E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \times 4\pi \quad \text{अथवा} \quad \Phi_E = \frac{1}{\varepsilon_0}(q) \quad ...(5)$$

यही गौस-प्रमेय का कथन है।

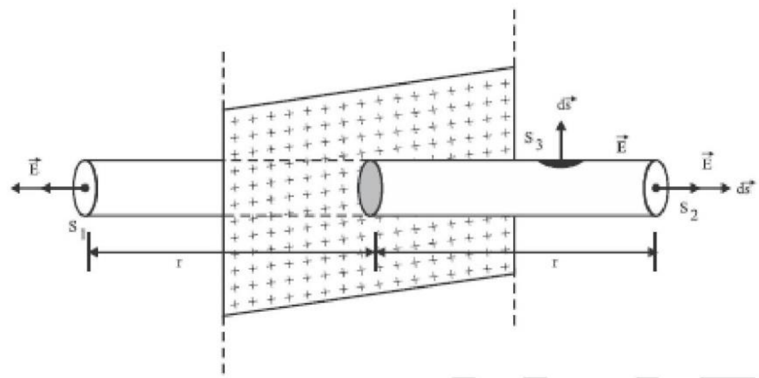
प्र" न 5 (अ) स्थिर विद्युतिकी के लिए गाउस के नियम का कथन लिखिए।

(ब) एक अपरिमित समरुप आवे" ात अचालक परत (चादर) के कारण इसके नजदीक किसी बिन्दू पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। आव" यक चित्र बनाइए।

उतर **गाउस के नियम का कथन** :– इस नियम के अनुसार निर्वात (अथवा वायु) में उपस्थित किसी बन्द पृश्ठ से पारित विद्युत फलक्स का कुल मान उस बन्द पृश्ठ से घिरे आयतन में उपस्थित नैट आवेश($\sum q$) तथा $\frac{1}{\varepsilon_0}$ के गुणनफल के बराबर होता है ।

आवे" ात अचालक परत से r दूरी पर स्थित बिन्दू P पर विद्युत क्षेत्र का मान :–

चित्र के अनुसार परत के लंबवत 2r लंबाई एंव S काट क्षेत्र के एक बेलनाकार पृश्ठ की कल्पना करते है। जिसके वृताकार तल पर बिन्दू P है । इस बेलनाकार पृश्ठ को गाउसीय पृश्ठ कहते है। इस पृश्ठ से परिबद्ध आवेशका मान σS है जो कि परत पर होता है ।



अब गाउस के नियम से तीनो पृश्ठो से कुल निर्गत फ्लक्स

$$\varnothing_E = \oint_s \vec{E}.\vec{ds} = \frac{\sum q}{\varepsilon_0}$$

$$\int_{s_1} \vec{E}.\vec{ds} + \int_{s_2} \vec{E}.\vec{ds} + \int_{s_3} \vec{E}.\vec{ds} = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \quad \text{..................(1)}$$

$$\int_{s1} EdSCoSO^0 + \int_{s_2} EdSCoS\,O^0 + \int_{s_3} EdSCoS90^0 = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}$$

$$E\int_{s_1} ds + E \int_{s_2} ds + O = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \quad \text{..................(2)}$$

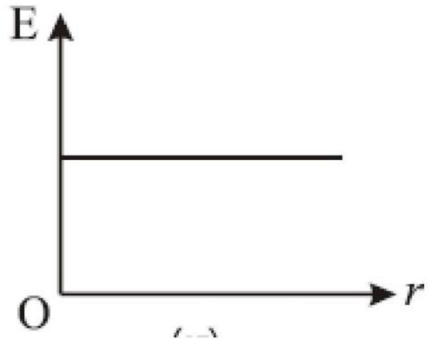
$$ES + ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \quad \text{..................(3)}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad \text{..................(4)}$$

सदि” ा संकेंत व्यक्त करने पर

CBEO BHIND

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{n} \qquad \text{..................(5)}$$

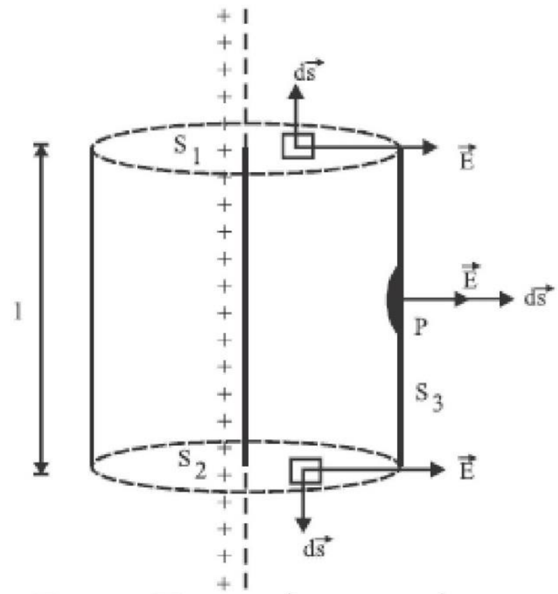


प्र" न 6 गाउस का नियम लिखिए। अनन्त लम्बाई के एक समान आवें" ात सीधे तार के कारण विधुत क्षेत्र की गणना कीजिए ।

उतर गाउस का नियम इस नियम के अनुसार निर्वात (अथवा वायु) में उपस्थित किसी बंद पृश्ठ से पारित विधुत फलक्स का कुल मान उस बंद पृश्ठ से घिरे आयतन में उपस्थित नेट आवेश $(\sum q)$ तथा $\frac{1}{\epsilon_0}$ के गुणनफल के बराबर होता है।

अनन्त लम्बाई के एक समान आवें" ात सीधे तार के कारण विद्युत क्षेत्र :–

रेखीय आवेशको अक्ष मानकर चित्र में द" र्शायें अनुसार r त्रिज्या तथा l लंबाई के एक बेलनाकार गाउसीय पृश्ठ की कल्पना करते है। स्पश्ट है कि इस गाउसीय पृश्ठ में आवेशका मान λl होगा। तथा बिन्दु P इसके वक्र पर होगा । इस गाउसीय पृश्ठ को तीन भागों में विभाजित किया जा सकता हैं। (i) ऊपरी वृताकार पृश्ठ s_1 (ii) निचला वृताकार पृश्ठ s_2 (iii) बेलनाकार पृश्ठ s_3



गाउस के नियम से तीनों पृश्ठों से कुल निर्गत फ्लक्स

$$\emptyset = \oint_S \vec{E}.\overrightarrow{ds} = \frac{\sum q}{\varepsilon_0} \qquad ....(1)$$

$$\int_{S_1} \overrightarrow{E}.\overrightarrow{ds} + \int_{S_2} \overrightarrow{E}.\overrightarrow{ds} + \int_{S_3} \overrightarrow{E}.\overrightarrow{ds} = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \qquad ....(2)$$

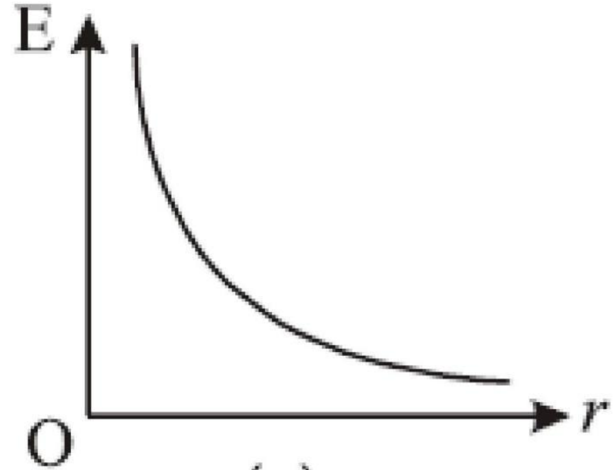
$$\int_{S_1} Edscos90\,^0 + \int_{S_2} Edscos90\,^0 + \int_{S_3} Edscos0\,^0 = \frac{\lambda l}{\epsilon_0}$$

$$E \times 2\pi rl = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \qquad \left[\because \int_{s_3} ds = 2\pi rl\right]$$

$E = \frac{q}{2\pi E_0 r} = \frac{1}{4\pi E_0} \quad \frac{2\lambda}{r}$

$E = \frac{2k}{r}\lambda$ ....(3)

$E \propto \frac{1}{r}$



(अ)

अध्याय - 2

स्थिर विद्युत विभव व धारिता

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रश्न 1.वैद्युत विभव का मात्रक है

(i) जूल / कूलॉम

(ii) जूल • कूलॉम

(iii) कूलॉम / जूल

(iv) न्यूटन / कूलॉम

उत्तर–(i) जूल / कूलॉम

प्रश्न 2. दो प्लेटें एक–दूसरे से 1 सेमी दूरी पर हैं और उनमें विभवान्तर 10 वोल्ट है। प्लेटों के बीच वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता है–

(i)10 न्यूटन / कूलॉम

(ii) 500 न्यूटन / कूलॉम

(iii) 1000 न्यूटन / कूलॉम

(iv) 250 न्यूटन / कूलॉम

उत्तर– (iii) 1000 न्यूटन / कूलॉम

प्रश्न 3.1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट (मट) मात्रक है

(i)ऊर्जा का

(ii) विभव का

(iii) वेग का

(iv) कोणीय संवेग का

उत्तर–(i) ऊर्जा का

प्रश्न 4.एक वोल्ट विभवान्तर पर त्वरित करने पर इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा होती है|

(i) 1 जूल

(ii) 1 इलेक्ट्रॉन–वोल्ट

(iii) 1 अर्ग

CBEO BHINDER

(iv) 1 वाट

उत्तर–(ii) 1 इलेक्ट्रॉन–वोल्ट

प्रश्न 5.निम्न में से कौन–सा तथ्य समविभव पृष्ठ के लिए सत्य नहीं है ?

(i) पृष्ठ पर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर शून्य होता है।

(ii) वैद्युत बल रेखाएँ पृष्ठ के सर्वथा लम्बवत् होती हैं।

(iii) पृष्ठ पर किसी आवेश को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने पर कोई कार्य नहीं होता है।

(iv) समविभव पृष्ठ सर्वदा गोलाकार होते हैं।

उत्तर–(iv) समविभव पृष्ट सर्वदा गोलाकार होते हैं।

प्रश्न 6.एक इलेक्ट्रॉन को दूसरे इलेक्ट्रॉन के अधिक नजदीक लाने पर निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा

(i) घटती है।

(ii) बढ़ती है।

(iii) उतनी ही रहती है।

(iv) शून्य हो जाती है।

उत्तर–(ii) बढ़ती है।

प्रश्न 7.वायु में 1 सेमी दूरी पर रखे प्रत्येक 1 माइक्रो कूलॉम के दो धनात्मक बिन्दु आवेशों के निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा है–

(i) 0.9 इलेक्ट्रॉन–वोल्ट

(ii) 0.9 जूल

(iii) 1 जूल

(iv) 9 जूल

उत्तर–(ii) 0.9 जूल

प्रश्न 8.निम्नलिखित में से धारिता का मात्रक कौन–सा है?

(i) कूलॉम

(ii) ऐम्पियर

(iii) वोल्ट

(iv) कूलॉम / वोल्ट

उत्तर–(iv) कूलॉम / वोल्ट

प्रश्न 9.एक आवेशित संधारित्र बैटरी से जुड़ा है। यदि प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ की एक पट्टी रखी जाये तो निम्न में से क्या परिवर्तित नहीं होगा ?

(i) आवेश

(ii) विभवान्तर

(iii) धारिता

(iv) ऊर्जा

उत्तर–(ii) विभवान्तर

प्रश्न 10.वायु में रखे दो धनावेशों के मध्य परावैद्युत पदार्थ रख देने पर इनके बीच प्रतिकर्षण बल का मान

(i) बढ़ जायेगा

(ii) घट जायेगा

(iii) वही रहेगा।

(iv) शून्य

उत्तर–

(ii) घट जायेगा।

प्रश्न 11.100 माइक्रोफैरड धारिता वाले संधारित्र को 10 वोल्ट तक आवेशित करने पर उसमें संचित ऊर्जा होगी

(i) 5.0 • 10^{-3} जूल

(ii) 0.5 • 10^{-3} जूल।

(iii) 0.5 जूल।

CBEO BHINDER

(iv) 5.0 जूल।

उत्तर–(i) 5.0 • 10^{-3} जूल।

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र” न 1: बिन्दु आवेशके कारण विद्युत विभव का सूत्र बताइए ।

उत्तर - $V = \frac{1}{4\pi\epsilon 0} \frac{Q}{r}$

प्र” न 2: समविभव पृष्ठ किसे कहते है ?

उत्तर - किसी विद्युत क्षेत्र में वह पृष्ठ जिस पर स्थित समस्त बिन्दुओं पर विद्युत विभव का मान समान हो, समविभव पृष्ठ कहलाता है।

प्र” न 3: समविभव पृष्ठ के कोई दो गुण लिखिए।

उत्तर - (i) विद्युत क्षेत्र की दि” ाा सदैव पृष्ठ के लम्बवत् होती है।

(ii) दो समविभव पृष्ठ परस्पर काटते नही हैं।

प्र” न 4: समविभव पृष्ठ पर किसी आवेशको एक बिन्दु से दुसरे बिन्दु तक ले जाने में किया गया कार्य कितना होता हैं?

उत्तर – w = 0 शुन्य कार्य

प्रश्न 5: विभव प्रवणता का मात्रक लिखिए।

उत्तर – वोल्ट / मीटर

प्र” न 6: दो बिन्दु आवे q_1 व q_2 एक दुसरे से γ दूरी पर स्थित हो तो आवे” ाों के इस निकाय की स्थितिज ऊर्जा कितनी होगी ?

उत्तर – स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{k\, q_1\ q_2}{r}$

$$U = \frac{1}{4\pi\ \epsilon_0} \frac{q_1\, q_2}{r}$$

प्र” न 7: विद्युत दिध्रुव के निरक्ष पर विद्युत विभव का मान कितना होता हैं?

CBEO BHINDER

उत्तर – शुन्य

प्र” न 8ः जब कोई विद्युत द्विध्रुव विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् दि” ाा में स्थित हो तो इसकी विद्युत स्थितिज ऊर्जा ज्ञात किजिए

उत्तर – स्थितिज ऊर्जा $U = PE \cos\theta$

दिया गया है $\theta = 90$

अतः स्थितिज ऊर्जा $U = PE \cos 90$

$U = 0$ $(\therefore \cos 90 = 0)$

प्र” न 9ः विद्युत द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु पर विद्युत विभव का मान कितना होता है?

उत्तर – $V = \dfrac{1}{4\pi \epsilon_0} \quad \dfrac{P \cos\theta}{r^2}$

प्र” न 10ः विद्युत स्थितिज ऊर्जा का मात्रक लिखिए।

उत्तर – जूल

प्र” न 11ः आवेि” ात अचालक गोले के केन्द्र पर विद्युत विभव का मान उसके पृष्ठ की तुलना मे कितना होगा?

उत्तर – $V_{केन्द्र} = 1.5\, V_{सतह}$

अर्थात् 1.5 गुना होगा

प्र” न 12ः समरुप विद्युत क्षेत्र मे विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किए गए कार्य का सूत्र लिखिए ।

उत्तर – $W = PE\,(1-\cos\theta)$

प्रश्न 13.इलेक्ट्रॉन–वोल्ट की परिभाषा दीजिए।

या eV क्या है? इसका मान जूल में ज्ञात कीजिए।

उत्तर–"1 इलेक्ट्रॉन–बोल्ट (eV) वह ऊर्जा है जो कि 1 इलेक्ट्रॉन (आवेश $q = e = 1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम) 1 वोल्ट विभवान्तर पर त्वरित होने पर प्राप्त करता है।"

यहाँ, $q = e = 1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम तथा $V = 1$ वोल्ट

1 इलेक्ट्रॉन–वोल्ट ऊर्जा $= 1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम $\times$ 1 वोल्ट $= 1.6 \times 10^{-19}$ जूल।

इस प्रकार 1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ जूल

प्रश्न 14.1 Mev को जूल में व्यक्त कीजिए।

हल–1 MeV = 10^6 eV= $10^6 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}$ जूल = $1.6 \cdot 10^{-13}$ जूल

प्र" न 15 संधारित की परिभाषा लिखिए।

उत्तर संधारित्र एक ऐसा समयोजन है जिसमें किसी चालक के आकार में परिवर्तन किए बिना उसका विभव कम करके चालक की धारिता बढाई जा सकती है अतः समयोजन में आवेश की पर्याप्त मात्रा संचित की जा सकती है

प्र" न 16 गोलीय संधारित्र की धारिता का सूत्र लिखिए

उत्तर

$$c_o = 4\pi\epsilon_0\left(\frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2}\right)$$

प्र" न 17 चालक की धारिता को परिभाषित कीजिए।

उत्तर जब किसी विलगित चालक को आवेशित किया जाता है तो उसके विभव में वृद्धि होती हैं। विभव में वृद्धि चालक को दिए गए आवेश के समानुपाती होती हैं।

$$Q \,\alpha\, V$$

$$Q = C\,V$$

यहां अनुपातिक स्थिरांक C को चालक की धारिता कहते हैं।

प्र" न 18 माध्यम का परावैद्युतांक को परिभाषित कीजिए।

उत्तर माध्यम का परावैद्युतांक माध्यम की विद्युतधारिता एवं निर्वात की विद्युतधारिता के अनुपात के बराबर होता है।

प्र" न 19 समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता ज्ञात करने का सूत्र लिखे और इसे परिभाषित करें–

उत्तर $C = \frac{\epsilon_o A}{d}$

उपरोक्त सूत्रों से ज्ञात होता है कि समांतर संधारित्र की धारिता प्लेटो के क्षेत्रफल के समानुपाती और उसके बीच की दूरी के प्रतिलोमानुपाती होती हैं।

CBEO BHINDER

प्र” न 20 धारिता का मात्रक और इसकी विमा सूत्र लिखें

उत्तर धारिता का SI मात्रक फैरड, विमा सूत्र $[M^{-1}L^{-2}T^{4}A^{2}]$ है

प्र” न 21 ध्रुवी परावैद्युत पदार्थ किसे कहते हैं

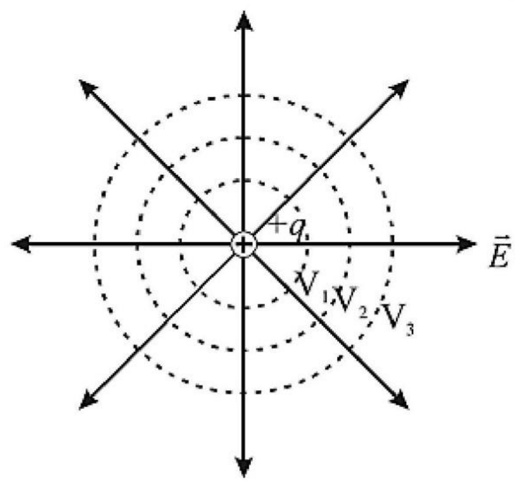
उत्तर इस प्रकार के पराविद्युत पदार्थों में सामान्य अवस्था में ही उसके अणुओं की असममित आकृति के कारण अणु के धनावेश का केंद्र बिंदु तथा ऋणावेश का केंद्र बिंदु सम्पाती नहीं होते है। अतः प्रत्येक अणु में कुछ वैद्युत द्विध्रुव आघूर्ण होता है।

प्र” न 22 एक आवेशित संधारित्र की प्लेटो को एक दूसरे से दूर हटाने से प्लेटो के बीच विभवांतर पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उत्तरः– प्लेटों के बीच विभवांतर बढ़ेगा।

प्र” न 23 किसी एकल आवेशकें लिए समविभव पृष्ठ बनाइए।

उतर –



प्र” न 24 परावैद्युतांक व विद्युत प्रवत्ति में संबंध लिखिए।

उत्तरः– $x = \in_r - 1$

प्र” न 25 तीन संधारित्रो के समांतर क्रम संयोजन के तुल्य धारित का सूत्र लिखिए।

उत्तरः– $C_p = C_1 + C_2 + C_3$

प्र" न 26 संधारित्र में संचित ऊर्जा घनत्व का सूत्र लिखिए।

उत्तरः– ऊर्जा घनत्व $a_e = \frac{1}{2}\epsilon_0\epsilon^2$

प्र" न 27 परावैद्युत पदार्थ किसे कहते हैं? यह कितने प्रकार के होते हैं।

उत्तरः– वे पदार्थ जो विद्युत धारा का चालक नहीं कर पाते परंतु बाह्यय विद्युत क्षेत्र में रखने पर विद्युत प्रभाव का प्रदर्शन करते हैं।

दो प्रकार के होते हैं

(a) ध्रुवीय परावैद्युत
(b) अध्रुवीय पैरावैद्युत

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र" न 1: समरूप विद्युत क्षेत्र में विद्युत दिध्रुव को $\theta_{1=}\ 0^{\circ}$से $\theta_{2=}\ 180^{\circ}$तक घुमाने में किया गया कार्य ज्ञात किजिए ।

उत्तर – w $= PE\ (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

दिया गया है $\theta_1 = 0^{\circ}$, $\theta_2 = 180^{\circ}$

अतः w = PE (cos 0 – cos 180)

= PE (1- (-1)) = PE (1+1)

= 2PE

CBEO BHINDER

प्र" न 2. आवेशो के निकाय की स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित किजिए

उतर – दो या दो से अधिक वैद्युत आवेशो से बने वैद्युत निकाय की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा उस कार्य के बराबर होती है, जो उन आवे" ाि को अनन्त से परस्पर एक – दुसरे के समीप लाकर इस निकाय की रचना करने मे किया जाता है

प्र" न 3. स्थायी सतुलन की स्थिति किसे कहते हैं?

उतर – यदि विद्युत द्विध्रुव आघुर्ण तथा विद्युत क्षेत्र के मध्य 0 कोण बने , तो यह स्थयी संतुलन की स्थिति है।

इस स्थिति में स्थितिज ऊर्जा U = -PE cos θ

यहॉ $\theta = 0$ रखने पर

U = PE cos 0° = -PE

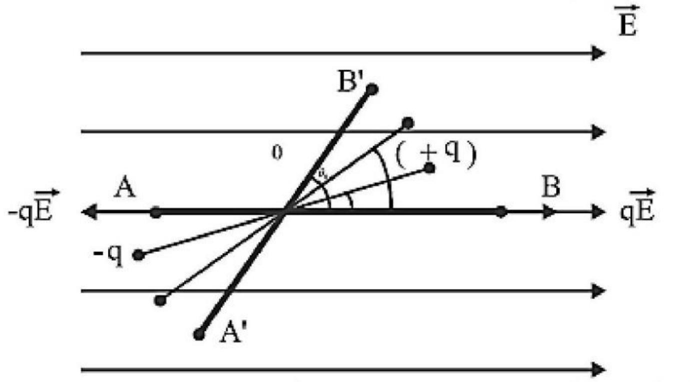
प्र" न 4: क्या किसी बिन्दु पर विद्युत विभव भून्य हो सकता है? जबकी उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शुन्य नही हैं , उदाहरण दीजिए ।

उतर – हाँ ऐसा सम्भव है ।

उदाहरण – विद्युत द्विध्रूव की निरक्ष पर विद्युत विभव शुन्य होता हैं जबकी विद्युत क्षेत्र अ" ुन्य होता है।

प्र" न 5. एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किए गए कार्य का व्यंजक व्युपन्न कीजिए।

उतर– माना एक विद्युत द्विध्रुव समरूप विद्युत क्षेत्र E में θ कोण पर



रखा हैं। इस स्थिति में द्विध्रुव पर लाने वाला बलाधूर्ण τ = PE sin θ

अब यदि द्विध्रुव को $d\theta$ कोण से घुमाया जाए तब कार्य

$$dw = \tau d\theta$$

$$dw = PE\ sin\theta\ d\theta$$

अतः द्विध्रुव को θ_1 से θ_2 तक घुमाने में किया गया नैट कार्य

$$w = \int_{\theta_1}^{\theta_2} PE\ sin\theta\ d\theta$$

$= PE \int_{\theta_1}^{\theta_2} sin\theta \, d\theta$

$= PE(cos\theta)_{\theta_1}^{\theta_2}$

$= PE\ (cos\theta_2 - cos\theta_1)$

w = $PE\ (cos\theta_1 - cos\theta_2)$

आंकिक प्रश्न

प्र" न 1. $3\ X\ 10^{-8}C$ तथा $-2\ X\ 10^{-8}C$ के दो आवेशपरस्पर 15 cm दूर है इन दोनों आवे" ाों को मिलाने वाली रेखा के किस बिन्दु पर विद्युत विभव शुन्य होगा ?

उतर – $\underset{A\leftarrow}{q_1}$ $\underset{x \rightarrow\ \leftarrow .15 - x \rightarrow}{p}$ $\underset{B}{q_2}$

दिया गया हैं

$q_1\ =\ 3X\ 10^{-8}C$

$q_2\ =\ -2X\ 10^{-8}C$

γ = 15 cm = 0.15 m

माना $q_1\ =\ 3X\ 10^{-8}C$ से X दुरी पर बिन्दु P पर विभव शून्य है।

बिन्दु p पर q_1 के कारण विभव $V_1 = \frac{k\ q_1}{x}$

बिन्दु p पर q_2 के कारण विभव $V_2 = \frac{+k\ q_2}{(0.15 - x)}$

बिन्दू p पर कुल विभव शुन्य है $V_1 + V_2 = 0$

q_1 व q_2 का मान रखने पर $\frac{3X\ 10^{-8}}{x} = \frac{-2X\ 10^{-8}}{(0.15 - x)}$

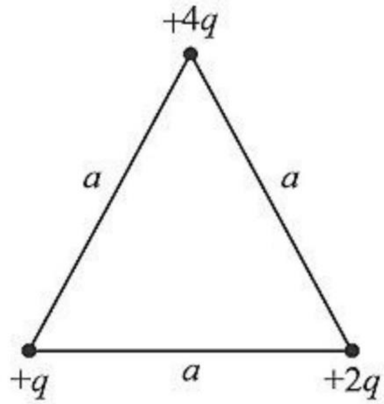
$= 3(0.15 - x) \quad = \ 2x$

$= 0.45 - 3x \quad = \ 2x$

$= 5x \quad = \ 0.45$

$x = \frac{0.45}{5}$ = 0.09m = 9cm

प्र” न 2. आवे” ाो $+q, +2q$ तथा $+4q$ को a मीटर भुजा वाले समबाहु त्रिभुज के कोनो पर रखने पर कितना कार्य करना पडेगा?



उत्तर –

कार्य = कुल स्थितिज ऊर्जा

$$= \frac{k\,q\,X\,4\,q}{a} + \frac{k\,q\,X\,2q}{a} + \frac{k\,2q\,X\,4q}{a}$$

$$= \frac{k\,q^2}{a}\,[\,4 + 2 + 8]$$

$$= \frac{14\,q^2}{a}$$

प्र” न 3 1 फैरड विद्युत धारिता वाले चालक गोले की त्रिज्या क्या होगी ?

उत्तरः– दिया है c = 1 फैरड

R = ?

C = $4\pi \in_0 R$

R = $\frac{C}{4\pi\in_0} = \frac{1}{4\pi\in_0}\,X\,C$

R = $9X10^9$ x1 = $9x10^9$ मीटर

प्र” न 4 पृथ्वी को एक गोलाकार चालक मानते हुए इसकी धारिता की गणना कीजिए।

CBEO BHINDER

(पृथ्वी की त्रिज्या = 6.4 x 10^6m)

उत्तर दिया है–

पृथ्वी की त्रिज्या R= 6.4 x 10^6m

हम जानते हैं

धारिता $C = 4\pi \in_0 R$

मान रखने पर

$$C = \frac{6.4X10^6}{9.X10^9} = 0.711X10^{-3}F$$
$$C = 711\ \mu F$$

प्र" न 5 यदि किसी समावेशीत गोलीय चालक की त्रिज्या पहले से दोगुनी कर दी जाए तो गोलीय चालक की धारिता पहले की अपेक्षा कितनी हो जाएगी–

उत्तर :– $C_1 = 4\pi \in_0 R_1$

$$C_2 = 4\pi \in_0 R_2$$
$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{R_1}{R_2}$$
$$R_2 = 2R_1$$
$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{R_1}{2R_1} : \frac{1}{2}$$
$$C_2 = 2C_1$$

प्र" न 6. किसी विद्युत क्षेत्र (x, y) बिन्दु पर विद्युत विभव का मान निम्न हैं–

$v = 6xy + y^2 - x^2$ इस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के मान का परिकलन कीजिए।

उत्तर – $v = 6xy + y^2 - x^2$

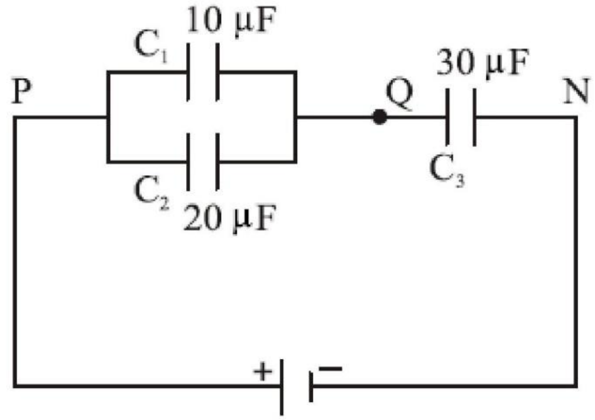
$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\,(6xy + \ y^2 - x^2) = 6y - 2x$$
$$\frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y}\,(6xy + \ y^2 + x^2) = 6x + 2y$$

$$\frac{\partial v}{\partial z} = 0$$

$$\vec{E} = -\left(\frac{\partial v}{\partial x}\,\hat{\imath} + \frac{\partial v}{\partial r}\,\hat{j} + \frac{\partial v}{\partial z}\,\hat{k} \right)$$

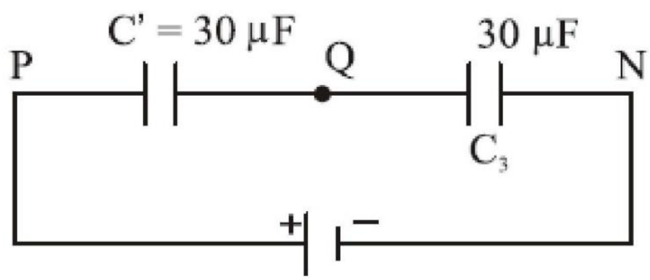
$$\vec{E} = -(6y - 2x)\hat{\imath} - (6x + 2y)\hat{j}$$

प्र” न 7 चित्र में दर्शाए गए संयोजन की बिंदु P व N के मध्य तुल्य धारिता ज्ञात कीजिए।



उत्तरः–

यहां $10\mu F$ तथा$20\mu F$ मान के संधारित्र समांतर क्रम में जुड़े हुए हैं इनकी तुल्य धारिता $C = 10 + 20 = 30\mu F$ फलस्वरूप $10\mu F$ तथा $20\mu F$ के संधारित्रो को $30\mu F$ मान के संधारित्र से प्रतिस्थापित कर सकते हैं। यह प्रतिस्थापित संधारित्र, पहले से लगे हुए $30\mu F(C_3)$ संधारित्र के श्रेणीक्रम में है अतः संयोजन की तुल्य धारिता C होगी।

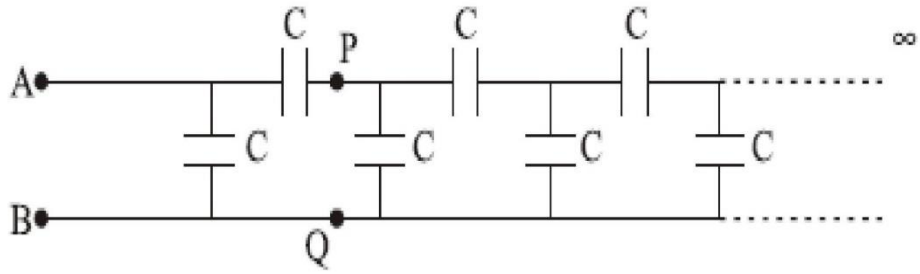


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3}$$

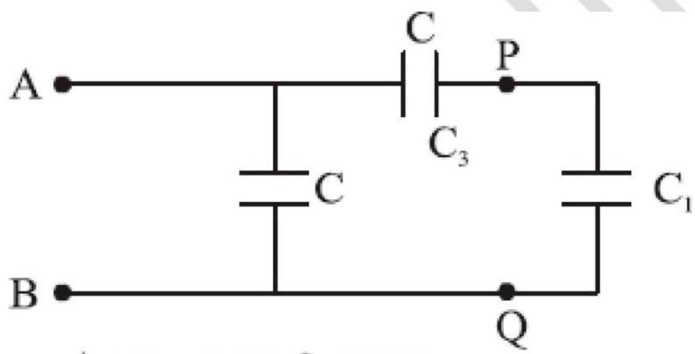
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{2}{13}$$

$$C = 15\mu F$$

प्र” न 8   C धारिता वाले अनेक संधारित्र चित्र में दर्शाए अनुसार अनंत संख्या में संयोजित हैं । बिंदु A तथा B के मध्य कुल धारिता का मान ज्ञात कीजिए।



हल :– चुकी श्रेणी अनंत लंबाई की हैं अतः बिंदुओं P व Q के दाहिनी ओर की श्रेणी की धारिता का मान उतना ही होगा जो कि श्रेणी के बिंदुओं A व B के दाहिनी ओर हैं। यदि श्रेणी की तुल्य धारिता C_1 हो तो चित्र के संयोजन को चित्र द्वारा प्रतिस्थापित कर सकते हैं।



अतः A व B के मध्य तुल्य धारिता

$$C_1 = C + \frac{CC_1}{C + C_1}$$

$$C_1 = \frac{C(C + C_1) + CC_1}{C + C_1}$$

$$C_1^2 - CC_1 - C^2 = 0$$

$$C_1 = \frac{C \pm \sqrt{c^2 + 4c^2}}{2} = \frac{C \pm \sqrt{5c^2}}{2}$$

अर्थात $C_1 = \frac{(1+\sqrt{5})c}{2}$ या $C_1 = \frac{(1-\sqrt{5})}{2}C$

परंतु धारिता का मान सदैव धनात्मक होता है अतः दिए गए संयोजन की तुल्य धारिता

$$C_1 = \frac{(1+\sqrt{5})C}{2}$$

प्रश्न 9.एक समान्तर प्लेट वायु संधारित्र की धारिता 2 μF है। जब इसकी प्लेटों के बीच, प्लेटों के बीच की दूरी की तीन–चौथाई मोटाई की k परावैद्युतांक की प्लेट रखी जाती है, तब संधारित्र की धारिता 4 μF हो जाती है। k का मान ज्ञात कीजिए जहाँ प्लेटों का तथा परावैद्युत प्लेट का क्षेत्रफल समान है।

हल–माना प्लेट का क्षेत्रफल = A

प्लेटों के बीच की दूरी = d

तब समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

$$2 \times 10^{-6} = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \quad \ldots(1)$$

प्लेटों के बीच $\frac{3}{4}d$ मोटाई की परावैद्युत (k) प्लेट रखने पर धारिता

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d - \frac{3}{4}d + \frac{\frac{3}{4}d}{k}}$$

$$4 \times 10^{-6} = \frac{\varepsilon_0 A}{\frac{d}{4} + \frac{3d}{4k}} = \frac{\varepsilon_0 A}{d\left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4k}\right)} \quad \ldots(2)$$

समी० (2) को समी० (1) से भाग करने पर,

$$\frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = \frac{\varepsilon_0 A}{d\left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4k}\right)} \times \frac{d}{\varepsilon_0 A}$$

$\Rightarrow \quad 2 = \frac{4k}{(k+3)} \quad \Rightarrow \quad 2k + 6 = 4k$

$\Rightarrow \quad 2k = 6 \quad \Rightarrow \quad k = 3$

प्रश्न 10.किसी चालक की वैद्युत धारिता से क्या तात्पर्य है ? RC का विमीय समीकरण निकालिए, जहाँ R प्रतिरोध तथा C धारिता है।

उत्तर–किसी चालक की वैद्युत धारिता– किसी चालक द्वारा आवेश ग्रहण करने की क्षमता उसकी वैद्युत धारिता कहलाती है। यह चालक को दिये गये आवेश तथा उसके संगत विभव में होने वाली वृद्धि के अनुपात के बराबर होती है।

धारिता $C = q/V$ **(जहाँ q = आवेश, V = विभव में वृद्धि)**

RC की विमा = R की विमा × C की विमा = $[M^1L^2T^{-3}A^{-2}]$

$[M^{-1}L^{-2}T^4A^2] = [T]$

अत: RC की विमा समय की विमा होती है।

प्रश्न 11.एक 10 μF के संधारित्र का विभवान्तर 100 वोल्ट से 200 वोल्ट कर देने पर उसकी ऊर्जा में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।

हल–

$$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$$
$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} [200^2 - 100^2]$$
$$= 5 \times 10^{-6} \times 300 \times 100 = 15 \times 10^{-2}$$
$$= 0.15 \text{ जूल}$$

प्रश्न 12 2PF , 8PF एवं 4PF धारिता के तीन संधारित्र समानतर क्रम में जोड़े गए है।

(a) संयोजन की कुल धारिता क्या है?

(b) यदि संयोजन को 100V की सप्लाई से जोड़ दे तो प्रत्येक संधारित्र पर आवेश का मान ज्ञात कीजिए

हल :– दिया है :

$$C_1 = 2_p F, C_2 = 8_p F, C_3 = 4_p F$$

(a) संयोजन की तुल्य धारिता

$$C_1 = c_1 + C_2 + c_3 = 2 + 8 + 4 = 14PF$$

(b) समांतर क्रम संयोजन में प्रत्येक संधारित्र पर विभवांतर 100V के सामान ही होगा अतः आवेश की मात्राएं

$$q_1 = c_1 v = 2 X 100 = 200 \, pC$$

$$q_2 = c_2 v = 8\,X\,100 = 800\,pC$$
$$q_3 = c_3 v = 4\,X\,100 = 400\,pC$$

प्रश्न 13 4μF धारिता का मान कितना होगा यदि समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के मध्य 2 परावैद्युतांक का परावैद्युत पूर्णतः भर दिया जाए?

हल :– दिया गया है–

$$c = 4\mu F,\ \ \epsilon_r = 2$$
$$c_m = \epsilon_r C = 2X\ 4 = 8\mu F$$

प्रश्न 14 10 संधारित्र प्रत्येक की धारिता 10μF हैं , को श्रेणी संयोजन तत्पश्चात समांतर संयोजन में जोड़ने पर तुल्य धारिताओं का गुणनफल की कीजिए

उत्तरः–

श्रेणीक्रम संयोजन में तुल्य धारिता

$$c_s = \frac{c}{n} = \frac{10}{10} = 1\mu F$$

समांतर क्रम संयोजन में तुल्य धारिता

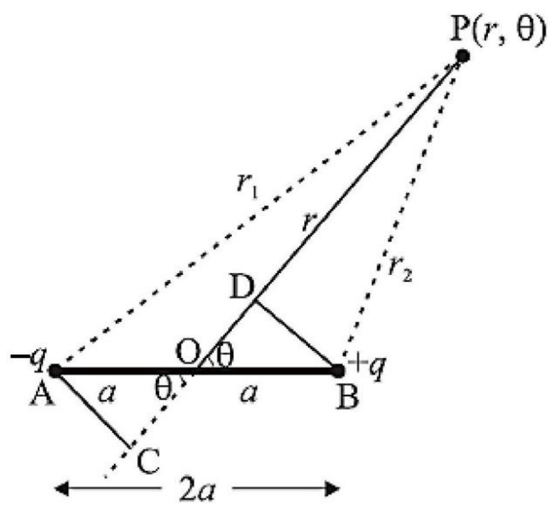
$$c_p = nC$$
$$= 10X\ 10$$
$$= 100\mu F$$
$$c_s\, c_p = 1X\ 100 = 100 \text{ वर्ग } \mu F$$

CBEO BHINDER

दीर्घ उत्तरीय प्रश्नः–

प्र” न 1. किसी विद्युत द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु (r, θ) पर विद्युत विभव का व्यंजक व्युपन्न कीजिए।

उतर–



चित्रानुसार द्विध्रुव के बिन्दु A व B पर आवेशक्रम” ाः $-q$ व $+q$ हैं तथा इनके मध्य दूरी $2a$ हैं इसके क्रेन्द्र o से r दूरी पर स्थित बिन्दू पर विद्युत विभव ज्ञात करना हैं तथा रेखा op द्विध्रुव की अक्ष से θ कोण बनाती हैं।

A पर स्थित आवेश$-q$ के कारण बिन्दु p पर

$$V_1 = \frac{1}{4\,\pi\epsilon 0}\ (\frac{-q}{r1}) \qquad ________ ①$$

इसी प्रकार B पर $+q$ आवेश के कारण बिन्दु p पर विद्युत विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\,\epsilon 0}\ \frac{q}{r2} \qquad ________ ②$$

अतः p पर कुल विभव $V = V_1 + V_2$

$$= \frac{q}{4\pi \in 0} \quad (\frac{-1}{r1} + \frac{1}{r2}) \quad \underline{\qquad\qquad} \quad ③$$

चित्रानुसार बिन्दु A व B से रेखा op पर क्रम" ाः लम्ब AC व BD खिचते है यदि $r \gg \alpha$ तो $AP \ = PC$व $PB =$ PD

चित्र से OP = OD + DP

$$r = \ r_2 + \alpha \ cos\theta$$

$$r_2 = r + \alpha \ cos\theta \qquad \underline{\qquad\qquad} \ ④$$

इसी प्रकार $r_1 = r + \alpha \ cos\theta$ $\underline{\qquad\qquad}$⑤

समी. ④ व ⑤ सें मान ③ रखने पर

$$V = \ \frac{q}{4\pi \in 0}\left[\frac{-1}{(r+\alpha \ cos\theta)}\right] + \left[\frac{1}{(r- \alpha \ cos\theta)}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi \in 0}\left[\frac{-(r- \alpha cos\theta \ \ + \ (r+ \alpha \ cos\theta)}{(r^2-\alpha^2 cos^2 \ \theta)}\right]$$

$$=\frac{q}{4\pi \in 0} \ X \ \left[\frac{2 \ \alpha \ cos\theta}{r^2-\alpha^2 cos^2 \ \theta}\right]$$

यदि $r \gg \alpha$ हो तो $r^2 - a^2 cos^2\theta = \ r^2$ रखने पर

$$V = \frac{q}{4\pi \in 0} \quad \frac{2 \ \alpha \ cos\theta}{r^2}$$

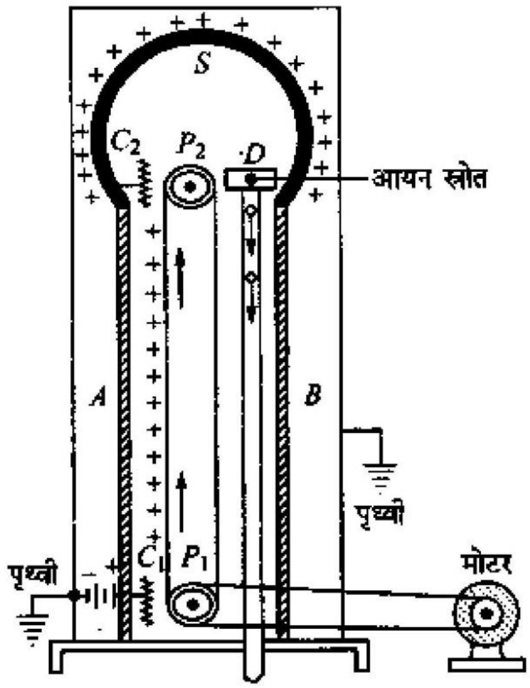
$\therefore$ $2\alpha q = p$ द्विध्रुर्ण आधूर्ण हैं

अतः

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi \in 0} \quad \frac{\text{P} \ cos\theta}{r^2}}$$

प्रश्न 2.वानडे ग्राफ जनित्र का नामांकित चित्र बनाइए। इसके कार्य करने का सिद्धान्त बताइए। यह किस तरह से उच्च वोल्टेज उत्पन्न करता है?

उत्तर–प्रोफेसर वानडे ग्राफ ने सन् 1931 में एक ऐसे स्थिर वैद्युत उत्पादक यन्त्र की रचना की जिसके द्वारा दस लाख वोल्ट या इससे भी उच्च कोटि का विभवान्तर उत्पन्न किया जा सकता है। इस जनित्र को उनके नाम पर ही वानडे ग्राफ जनित्र कहते हैं।



चित्र 2.39

सिद्धान्त–

इस जनित्र का सिद्धान्त निम्न दो स्थिर वैद्युत घटनाओं पर आधारित है–

(i) एक खोखले चालक का आवेश उसकी बाहरी सतह पर विद्यमान रहता है।

(ii) किसी चालक से वायु में वैद्युत विसर्जन, उसके नुकीले सिरों की प्राथमिकता से होता है। इस जनित्र की कार्यविधि वैद्युत चालक के नुकीले सिरों की क्रिया पर आधारित है। चालक के नुकीले भाग पर आवेश का पृष्ठ घनत्व बहुत अधिक होने के कारण, इसे भाग के पास तीव्र वैद्युत क्षेत्र उपस्थित होता है, जिससे वहाँ भी वायु का आयनीकरण हो जाता है। तब विपरीत प्रकृति का आवेश आकर्षण के कारण नुकीले भाग के पास तथा समान प्रकृति का आवेश प्रतिकर्षण के कारण नुकीले भाग से दूर की ओर दौड़ता है अर्थात् नुकीले भाग से वैद्युत पवन उत्पन्न हो जाता है।

यदि किसी खोखले चालक गोले के अन्दर जुड़े किसी चालक के (नुकीले भाग के) पास कोई आवेश लाया जाए, तो यह सम्पूर्ण आवेश खोखले चालक के बाहरी पृष्ठ पर स्थानान्तरित हो जाता है, चाहे खोखले चालक को विभव कितना भी अधिक हो। इस प्रकार खोखले चालक पर बार–बार आवेश देकर इसके आवेश तथा विभव को बहुत अधिक मान तक बढ़ाया जा सकता है। इसकी सीमा वैद्युतरोधी कठिनाइयों द्वारा निर्धारित की जाती है।

रचना–चित्र 2.39 में वानडे ग्राफ जनित्र की रचना प्रदर्शित है। इसमें लगभग 5 मीटर व्यास के धातु का खोखला होता है जो लगभग 15 मीटर ऊँचे विद्युतरोधी स्तम्भों A व B पर टिका रहता है। P1

और P_2 दो घिरनियाँ होती हैं जिनमें से होकर विद्युतरोधी पदार्थ; जैसे–रबर या रेशम की बनी एक पट्टी (belt) गुजरती है।

नीचे की घिरनी P को एक वैद्युत मोटर के द्वारा घुमाया जाता है जिससे पट्टी ऊर्ध्वाधर तल में तीर की दिशा में घूमने लगती है। C_1 और C_2 धातु की दो कंघियाँ होती हैं। C_1 को फुहार कंघी तथा C_2 को संग्राहक कंघी कहते हैं। कंघी C_1 को एक उच्च विभव की बैटरी के धने सिरे से जोड़ दिया जाता है ताकि वह लगभग 10000 वोल्ट के पृथ्वी धनात्मक विभवे पर रह सके। कंघी C_2 को गोलै S के हैं आन्तरिक पृष्ठ से जोड़ दिया जाता है। D एक विसर्जन–नलिका (discharge tube) है।

चित्र 2.39 गोले से आवेश के क्षरण (leakage) को रोकने के लिए जनित्र को एक लोहे के टैंक में जिसमें दाब A युक्त (लगभग 15 वायुमण्डलीय दाब) वायु भरी होती है, बन्द कर देते हैं। लोहे का टैंक पृथ्वीकृत होता है।

कार्यविधि–

जब कंघे C_1 को अति उच्च विभव दिया जाता है, तो तीक्ष्ण बिन्दुओं की क्रिया के फलस्वरूप यह इसके स्थान में आयन उत्पन्न करता है। धन आयनों व कंघे C_1 के बीच प्रतिकर्षण के कारण ये धन आयन बेल्ट पर चले जाते हैं। गतिमान बेल्ट द्वारा ये आयन ऊपर ले जाए जाते हैं। C_2 के तीक्ष्ण सिरे बेल्ट को ठीक छूते हैं। इस प्रकार कंघा C_2 बेल्ट के धन आवेश को एकत्रित करता है। यह धन आवेश शीघ्र ही गोले S के बाहरी पृष्ठ पर स्थानान्तरित हो जाता है। चूंकि बेल्ट घूमती रहती है, यह धन आवेश को ऊपर की ओर ले जाती है जो कंघे C_2 द्वारा एकत्रित कर लिया जाता है तथा गोले S के बाहरी पृष्ठ पर स्थानान्तरित हो जाता है। इस प्रकार गोले S का बाहरी पृष्ठ निरन्तर धन आवेश प्राप्त करता है तथा इसका विभवे अति उच्च हो जाती है। जब गोले S का विभवे बहुत अधिक हो जाता है, तो निकटवर्ती वायु की परावैद्युत तीव्रता (dielectric strength) टूट जाती है तथा आवेश का निकटवर्ती वायु में क्षरण हो जाता है। अधिकतम विभव की स्थिति में आवेश के क्षरण होने की दर गोले पर स्थानान्तरित आवेश की दर के बराबर हो। जाती है। गोले से आवेश का क्षरण रोकने के लिए, जनित्र को पृथ्वी से सम्बन्धित तथा उच्च दाबे पर वायू भरे टैंक में रखा जाता है।

वास्तविक जनित्र में एक खोखले गोले S के स्थान पर दो खोखले गोले प्रयुक्त करके, एक गोले पर धनावेश तथा दूसरे गोले पर ऋणावेश एकत्रित करके, इन दोनों गोलों के बीच एक अत्यन्त उच्च विभवान्तर प्राप्त कर लिया जाता है।

वानडे ग्राफ जनित्र धन आवेशित कणों को अति उच्च वेग तक त्वरित करने के लिए प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार का जनित्र IIT कानपुर में लगा है जो आवेशित कणों को 2 Mev ऊर्जा तक त्वरित करता

उपयोग–

वानडे ग्राफ जानेत्र के उपयोग निम्नलिखित हैं

1. उच्च विभवान्तर उत्पन्न करने के लिए,

2. तीव्र एक्स किरणों के उत्पादन में,

3. नाभिकीय विघटन के प्रयोगों में आवेशित कणों (प्रोटॉन, ड्यूट्रॉन तथा α कण आदि) को उच्च गतिज ऊर्जा प्रदान करने में,

4. नाभिकीय भौतिकी के अध्ययन में इसका उपयोग कण त्वरक (particle accelerator) के रूप में किया जाता है।

दोष–

वानडे ग्राफ जनित्र के दोष निम्नवत् हैं–

1. इसके आकार के बड़ा होने के कारण इसका उपयोग असुविधाजनक होता है।

2. उच्च विभव के कारण इसको उपयोग खतरनाक होता है।

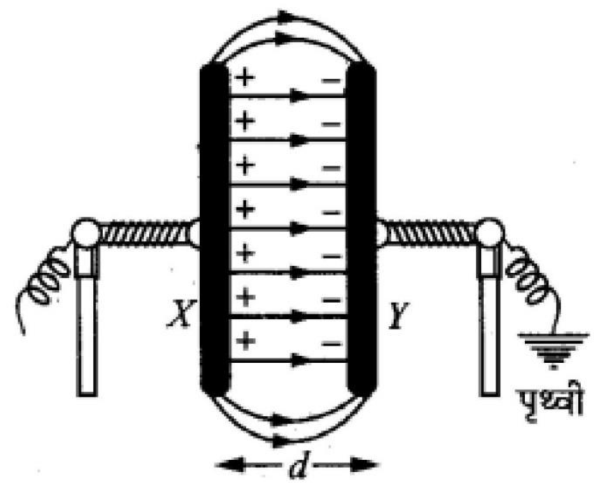
प्रश्न 3.समान्तर–प्लेट संधारित्र की धारिता के लिए व्यंजक का निगमन कीजिए। इसकी धारिता को कैसे बढ़ाया जा सकता है। या

किसी समान्तर–पट्ट संधारित्र की धारिता का व्यंजक प्राप्त कीजिए, जबकि दोनों प्लेटों के बीच परावैद्युत भरा हो

उत्तर–समान्तर–प्लेट संधारित्र की धारिता– चित्र 2.34 में एक समान्तर–प्लेट संधारित्र दिखाया। गया है जिसमें मुख्यतः धातु की लम्बी व समतल दो प्लेटें X व Y होती हैं जो एक–दूसरे के आमने–सामने थोड़ी दूरी पर दो विद्युतरोधी स्टैण्डों में लगी रहती हैं। इन समान्तर–प्लेटों के बीच वायु के स्थान पर कोई विद्युतरोधी माध्यम (परावैद्युतांक K) भरा है। समतल प्लेटों में से प्रत्येक का क्षेत्रफल A मीटर तथा उनके बीच की दूरी d मीटर है।

CBEO BHINDER

जब प्लेट X को +q आवेश दिया जाता है तो प्रेरण के कारण प्लेट Y पर अन्दर की ओर -q आवेश तथा बाहर की ओर +q आवेश उत्पन्न हो जाता है, चूंकि प्लेंट ल पृथ्वी से जुड़ी है; अतः इसके बाहरी तल का +q आवेश पृथ्वी में चला जाएगा। अंतः प्लेटों के बीच वैद्युत–क्षेत्र उत्पन्न हो जाएगा और लगभग सभी जगह क्षेत्र की तीव्रता एकसमान होगी।



चित्र 2.34

प्लेटों पर आवेश का पृष्ठ घनत्व $\sigma = q/A$

प्लेटों के बीच में किसी बिन्दु पर वैद्युत-क्षेत्र की तीव्रता

$E = \sigma/\varepsilon$, जहाँ $\varepsilon\ (= K\varepsilon_0)$ परावैद्युत की वैद्युतशीलता है।

σ तथा ε का मान रखने पर वैद्युत-क्षेत्र की तीव्रता

$$E = \frac{q}{K\varepsilon_0 A}$$

माना दोनों प्लेटों के बीच विभवान्तर V वोल्ट है व इनके बीच की दूरी d है।

अत: प्लेटों के बीच वैद्युत-क्षेत्र $E = \frac{V}{d}$ अथवा $V = Ed$

समीकरण (1) से E का मान रखने पर,

$$V = \frac{qd}{K\varepsilon_0 A}$$

$\therefore$ संधारित्र की धारिता $C = \frac{q}{V} = \frac{q}{qd/K\varepsilon_0 A}$

अथवा $$C = \frac{K\varepsilon_0 A}{d} \text{ फैरड}$$

यदि प्लेटों के मध्य निर्वात् (या वायु) हो, तो $K = 1$; अत: इस दशा में धारिता

$$C_0 = \varepsilon_0 \left(\frac{A}{d}\right) \text{ फैरड}$$

जहाँ, $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ फैरड/मीटर (निर्वात् की वैद्युतशीलता है।)

समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता को निम्नलिखित प्रकार से बढ़ाया जा सकता है–

1. प्रयुक्त प्लेटें अधिक क्षेत्रफल की होनी चाहिए।
2. प्लेटों के बीच ऐसा माध्यम रखना चाहिए जिसका परावैद्युतांक अधिक हो।
3. प्लेटों के बीच की दूरी (d) कम लेनी चाहिए अर्थात् प्लेटें परस्पर समीप रखनी चाहिए।

प्र" न 5 समातर प्लेट सधारित्र के ऊजा घनत्व के लिए व्यजक ज्ञात कीजिए।

उत्तरः– यदि समांतर प्लेट संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A हो तथा उसकी प्लेटों को Q आवेश दिया जाता है तब उसकी प्लेटों के मध्य विद्युत क्षेत्र

$$F = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

$$Q = \epsilon_0 EA$$

आवेशित संधारित्र की ऊर्जा

$$V = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

परन्तु

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

तब

$$U = \frac{1}{2} \frac{(\epsilon_0 EA)}{\left(\frac{\epsilon_0 A}{d}\right)}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0}{d} E^2 Ad$$

परन्तु Ad- प्लेटों के मध्य आयतन (v)

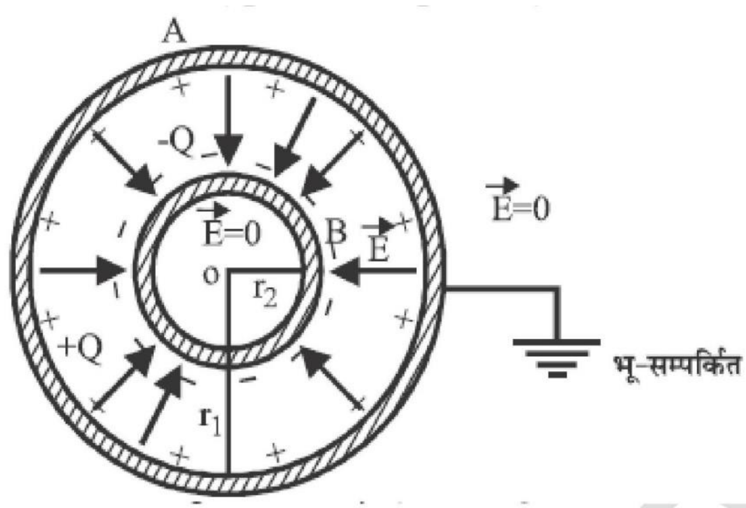
या

$$U = \frac{1 \ \epsilon_0}{2} E^2 V$$

अतः ऊर्जा घनत्व = एकांक आयतन की ऊर्जा

$$\frac{U}{v} = \frac{1 \ \epsilon_0}{2} E^2$$

प्रश्न 6 गोलीय संधारित्र की धारिता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।



चित्र में गोलीय संधारित्र प्रदर्शित हैं गोलीय चालको A तथा B कि त्रिज्याएं क्रमशः r_1 व r_2 है यदि अंन्दर वाले गोले को -Q आदेश दिया जाता है तब प्रेरण द्वारा बाहरी गोले के अंदर के पृष्ठ पर +Q आवेश उत्पन्न हो जाता है, परंतु बाहय गोले का बाहय पृष्ठ भू–समर्कित होने के कारण इस पर स्थित -Q आवेश पृथ्वी द्वारा निरस्त कर दिया जाता है गोले B के पृष्ठ पर स्वयं के आवेश -Q के कारण विभव

$$v_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(-Q)}{r_2} \qquad \text{..................1}$$

धातु के खोखले गोले के अंदर प्रत्येक विद्युत प्रत्येक बिंदु पर विभव वही रहता है जो उसके पृश्ट पर होता है, अतः गोले B के पृष्ठ पर गोले के आवेश के कारण विभव

$$V^1{}_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(+Q)}{r_1}$$

अतः गोले B पर परिणामी विभव

$$V = V_B + V^1B$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}$$

$$V = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$V = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{r_1}{r_1} \frac{-r_2}{r_2}\right)$$

गोले A का बाहय पृष्ठ भू–सम्पर्कित होने से इसके बाहय पृष्ठ पर विभव भ्गुन्य होगा

अतः A व B के मध्य विभावांतर

$$V_{AB} = o - V$$

$$V_{AB} = o - \left[\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}\right]$$

$$V_{AB} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\frac{(r_1 - r_2)}{r_1 r_2}$$

अतः यदि निर्वात के लिए इस गोलीय संधारित्र की धारिता C_0 हो तो

$$C_o = \frac{Q}{V_{AB}} = \frac{Q}{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}\right)}$$

$$C_o = 4\pi\epsilon_0\left(\frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2}\right)$$

प्र" न 7 आवेशित चालकों के संयोजन से आवेशों का पूनर्वितरण समझाइए

आवेश के पूनर्वितरण के पश्चात आवेशों का अनुपात ज्ञात कीजिए।

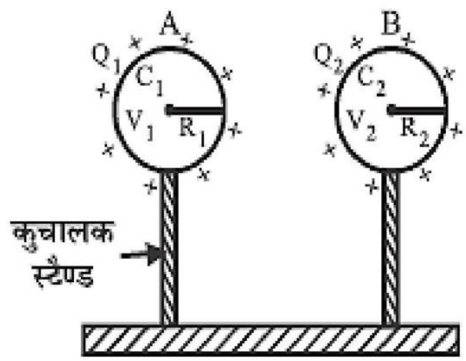
उतर :– माना के दो विलगित चालको A वं B की धारिताए क्रमशः C_1 व C_2 है। चालक A को आवेश q_1 देने पर इसका विभव V_1 हो जाता है तथा चालक B को आवेश q_2 देने पर इसका विभव V_2 हो जाता है तब

$$q_1 = C_1 V_1 \text{ तथा } q_2 = C_2 V_2$$

अब यदि इन दोनों आवेशित चालकों को एक सुचालक तार द्वारा परस्पर जोड़ा जाता है तब आवेशसदैव अधिक विभव वाले चालक से कम विभव वाले चालक की और तब तक प्रवाहित होता है जब तक कि दोनों चालकों का विभव समान न हो जाए।

CBEO BHINDER

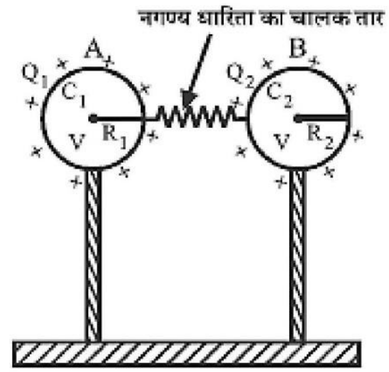
(i)उभयनिष्ठ विभव :– यदि उभयनिष्ठ विभव V है तब



(अ) चालक तार जोड़ने से पूर्व

V= कुल आवेश / संयुक्त धारिता

$$V = \frac{q_1+q_2}{C_1+C_2} = \frac{c_1V_1+c_2v_2}{C_1+C_2}$$



(अ) चालक तार जोड़ने से पश्चात्

(ii) आवेशों का पुनर्वितरणः– आवेशों के पुनर्वितरण के पश्चात यदि चालक A पर आवेश q_1^1व चालक B पर आवेश q_2^1 है तब आवेश संरक्षण के नियमानुसार

$$q_1^1 + q_2^1 = q_1 + q_2$$

$$q_1^1 = c_1V \text{ तथा } q_2^1 = c_2V$$

जिससे

$$\frac{q_1}{q_1} = \frac{c_1V}{c_2V} = \frac{c_1}{c_2}$$

इस प्रकार दो आवेशित चालकों को परस्पर जोड़ने पर आवेशों के पूनर्वितरण में पूनर्वितरित आवेशों का अनुपात उनकी धारिताओं के अनुपात के बराबर होता है।

प्र” न 8 आवेशित चालकों के संयोजन से आवेशों के पुनर्वितरण में ऊर्जा हानि का सूत्र व्युत्पन्न कीजिए

उत्तर :– जब आवेशित चालकों को परस्पर जोड़ा जाता है तब आवेशों के पूनर्वितरण में कम विभव वाले चालक का विभव बढ़ता है। तब इस चालक को आवेश देने के लिए चालक पर उपस्थित आवेश एवं चालक को दिए जाने वाले आवेश के मध्य प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है अर्थात

कुल स्थितिज ऊजा मे कमी आ जाती हैं ऊजा मे यह कमी चालको को परस्पर सयोजित करने वाले तार में ऊष्मा के रूप में प्राप्त होती हैं

मानाकि $V_1 > V_2$

तब $V_1 > V > V_2$

अब संयोजन से पूर्व दोनों चालकों की संपूर्ण स्थितिज ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

सयोंजन के पश्चात दोनों चालकों की संपूर्ण स्थितिज ऊर्जा

$$U^1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 + \frac{1}{2} C_2 V^2 \frac{1}{2} (C_1 + c_2) V^2$$

$V = \frac{c_1 V_1 + c_2 V_2}{c_1 + c_2}$ प्रतिस्थापित करने पर

$$U^1 = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) \left[\frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}\right] 2$$

$$U^1 = \frac{1}{2} \frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2) 2}{C_1 + C_2}$$

ऊर्जा हानी ΔU =संयोजन से पूर्व ऊर्जा संयोजन के पश्चात ऊर्जा

$$= U - u^1$$

$$= \frac{1}{2} (C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2) - \frac{1}{2} \frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2) 2}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{c_1^2 V_1^2 + c_2^2 V_2^2 + C_1 c_2 V_1^2 + C_1 c_2 V_2^2 - c_1^2 V_1^2 + c_2^2 V_2^2 - 2 C_1 C_2 V_1 V_2}{2(C_1 + C_2)}$$

$$\Delta U = \frac{c_1 c_2 (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2)}{2(C_1 + C_2)}$$

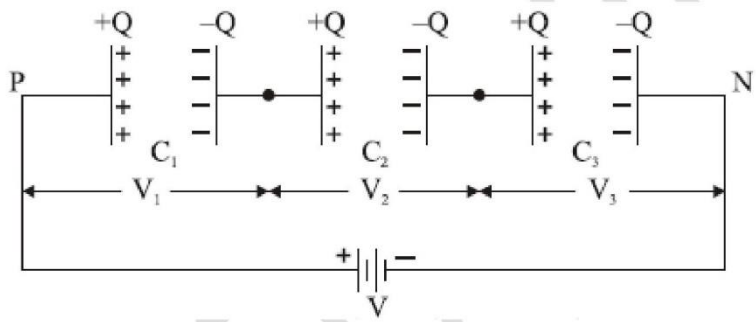
$$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{c_1c_2}{c_1+c_2}(V_1 - V_2)2$$

$$(V_1 - V_2)^2$$

सदेव धनात्मक होता है अतः आवेशित चालकों को परस्पर संयोजित करने पर आवेशों के पूनर्वितरण में सदैव ऊर्जा की हानि होती हैं।

प्रश्न 9 संधारित्रो के श्रेणी क्रम संयोजन में तुल्य धारिता के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

हलः–



चित्र में C_1, C_2 व C_3 धारिता वाले संधारित्रो का श्रेणीक्रम संयोजन दर्शाया गया है। प्रत्येक संधारित्र पर आवेश का परिमाण समान रहता है परंतु संधारित्रो की धारिता भिन्न–भिन्न होने के कारण संधारित्र की प्लेटों के मध्य विभवांतर भिन्न भिन्न होते हैं माना ये क्रमशः V_1 V_2 व V_3 है तब

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

यदि p व N बिन्दुओ के मध्य कुल विभवांतर V हैं तब

$V = V_1 + V_2 + V_3$

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

यदि संयोजन की कुल धारिता C_S है तब

$$V = \frac{Q}{C_s}$$

$$\frac{Q}{C_s} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

इस प्रकार n संधारित्रो के संयोजन की तुल्य धारिता

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + .. + \frac{1}{C_n}$$

प्र” न 10 संधारित्र में संचित ऊर्जा के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

हल :– माना किसी क्षण t पर आवेश q^1 पहले से ही किसी एक प्लेट से दूसरी को स्थानांतरित हो चुका है इस क्षण संधारित्र की प्लेटों के मध्य विभवांतर

$V^1 = \frac{q^1}{C}$ हैं

अब dp आवेश और स्थानांतरित करने में किया गया कार्य

$$dw = V^1 dq$$

यह कार्य स्थितिज ऊर्जा के रूप में संधारित्र में संचित हो जाएगा। संधारित्र को शून्य से Q आवेश देने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_o^Q r^2 dq$$

$$W = \int_o^Q \frac{q^1}{C}\, dq$$

$$W = \frac{1}{C}\int_o^Q q^1 dq$$

CBEO BHINDER

$$W = \frac{1}{C} \left[\frac{(q')^2}{2}\right]_o^Q$$

$$W = \frac{1}{2C}\frac{Q^2}{}$$

अतः आवेशित संधारित्र में संचित ऊर्जा V=W

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

समीकरण में Q = VC रखने पर

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

तथा समीकरण में Q/C =V रखने पर

$$U = \frac{1}{2} QV$$

अतः आवेशित संधारित्र में संचित ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$$

CBEO BHINDER

पाठ 3

विद्युत धारा

(Electric Current)

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रश्न 1 एक बैटरी जिसका वि० वा० बल 5 वोल्ट है तथा आन्तरिक प्रतिरोध 2.0 ओम है, एक बाहरी प्रतिरोध से जुड़ी है। यदि परिपथ में धारा 0.4 ऐम्पियर हो, तो बैटरी की टर्मिनल वोल्टता है।

(अ) 5 वोल्ट (ब) 5.8 वोल्ट

(स) 4.6 वोल्ट (द) 4.2 वोल्ट

उत्तर (द) 4.2 वोल्ट

प्रश्न 2. 2.1V का एक सेल 0.2A की धारा देता है। यह धारा 10Ω के प्रतिरोध से गुजरती है। सेल का आन्तरिक प्रतिरोध है।

(अ) 0.2Ω (ब) 0.5Ω

(स) 0.8Ω (द) 1.0Ω

उत्तरः (ब) 0.5Ω

प्रश्न 3. जब बैटरी से जुड़ा तार धारा के कारण गर्म हो जाता है, तो निम्नलिखित में से कौन–सी राशियाँ नहीं बदलती है

(अ) अपवाह वेग (ब) प्रतिरोधकता

(स) प्रतिरोध (द) मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या।

प्र” न 4 विभवमापी की सहायता से निम्न मे से किस रा" ा को नही मापा जा सकता –

(अ) सेल का वि.वा.बल (ब) धारिता एवं स्वप्रेरकत्व

(स) प्रतिरोध (द) विद्युत धारा

उत्तर (ब) धारिता एवं स्वप्रेरकत्व

प्र” न 5 किरचॉफ के प्रथम एवं द्वितीय नियम आधारित है–

(अ) आवेशतथा उर्जा संरक्षण नियमों पर

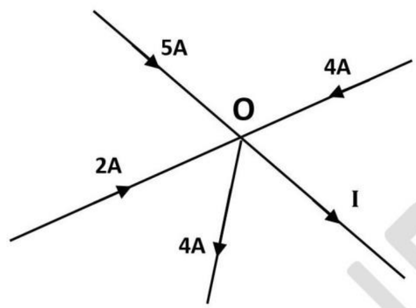
(ब) धारा तथा उर्जा संरक्षण नियमों पर

(स) द्रव्यमान तथा आवेशसरक्षण नियमो पर

(द) इनमे से कोई नही

उत्तर (अ) आवेशतथा उर्जा संरक्षण नियमो पर

प्र” न 06 दिए गए चित्र मे I का मान होगा–



(अ) $6A$ (ब) $11A$

(स) $7A$ (द) $5A$

उत्तर (स) $7A$

व्याख्या:–

किरचॉफ के प्रथम नियम से

$$2 + 5 + 4 - 4 - I = 0$$

$$I = 7\,A$$

प्र” न 07 विभवमापी विभवान्तर मापने का ऐसा उपकरण है जिसका प्रभावी प्रतिरोध–

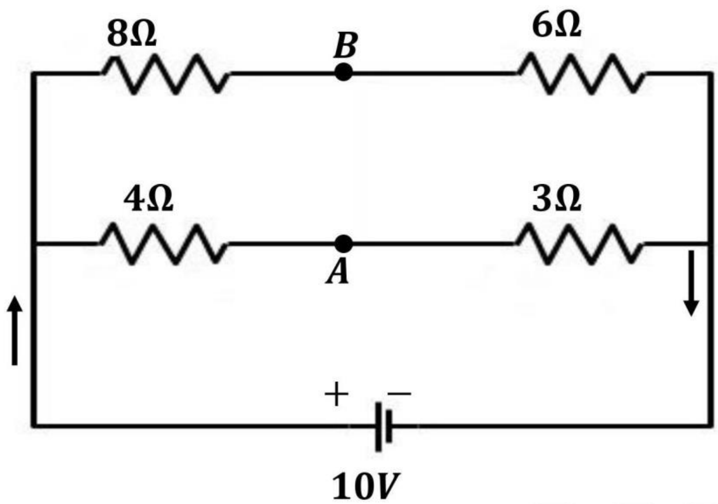
(अ) भुान्य होता है (ब) अनन्त होता है

(स) अनिि” चत होता है (द) बाह्य प्रतिरोध पर निर्भर करता है

उत्तर (ब) अनन्त होता है।

प्र” न 08 दिए गए चित्र मे बिन्दु A एवं B के मध्य विभवान्तर होगा–

CBEO BHINDER



(अ) $\frac{20}{7}V$ (ब) $\frac{40}{7}V$

(स) $\frac{10}{7}V$ (द) भुान्य

उत्तर (द) भुान्य

व्याख्याः

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

$\frac{8}{4} = \frac{6}{3}$ सत्य है।

$\therefore\ V_B = V_A$

$V_B - V_A = 0$

प्र" न 09 विभवमापी के तार के पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक होना चाहिए।

(अ) उच्च (ब) कम

(स) नगण्य (द) अनन्त

उत्तर (स) नगण्य

प्र" न 10 किसी प्राथमिक सेल के आंतरिक प्रतिरोध का संतुलित लम्बाई के रूप मे सूत्र होता है

(यहॉ l_1 व l_2 क्रम" ाः सेल के लिए खुले एवं बंद परिपथ मे संतुलन लम्बाइयां है)

(अ) $r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right)R$ (ब) $r = \left(\frac{l_2 - l_1}{l_2}\right)R$

(स) $r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_1}\right) R$ (द) $r = \left(\frac{l_2 - l_1}{l_1}\right) R$

उत्तर (अ) $r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right) R$

प्र" न 11 मीटर ब्रिज मे संतुलन बिन्दु सामान्यतया मध्य भाग मे क्यो प्राप्त करना चाहिए ? समझाइये।

उत्तर (अ) मीटर ब्रिज मे संतुलन बिन्दु सामान्यतया तार के मध्य भाग मे प्राप्त करने पर मीटर ब्रिज की सुग्राहिता अधिकतम होती है।

(ब) साथ ही अज्ञात प्रतिरोध S का मान सही प्राप्त होता है।

उत्तरः (द) मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या।

मुक्त इलेक्ट्रॉन की संख्या ताप पर निर्भर नहीं करती है।

अतिलघुत्तरात्मक प्र"नः

प्रश्न 12 किसी चालक में इलेक्ट्रॉन के अपवहन वेग को परिभाषित कीजिए।

उत्तर बाह्य विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में मुक्त इलेक्ट्रॉनों का औसत वेग अपवहन वेग कहलाता है।

प्रश्न 13 धारा घनत्व का SI मात्रक लिखिए।

उत्तर एंपीयर / मीटर ^{2}

प्रश्न 14 धातु की चालकता व धारा घनत्व में संबंध लिखिए।

उत्तर $J = \sigma E$

प्रश्न 15 अनओमीय प्रतिरोधों के दो उदाहरण बताइए।

उत्तर डायोड, ट्रांजिस्टर

प्रश्न 16 सेल की टर्मिनल वोल्टता एवं विद्युत वाहक बल में एक अंतर लिखिए।

उत्तर किसी बंद परिपथ में सेल के टर्मिनलो के मध्य विभवांतर का मान सेल की टर्मिनल वोल्टता कहलाता है।

किसी खुले परिपथ में सेल के टर्मिनलो के मध्य विभवांतर का मान सेल का विद्युत वाहक बल कहलाता है।

प्रश्न 17 विद्युत धारा घनत्व को परिभाषित कीजिए। यह रा" ा सदिश है अथवा अदिश ?

CBEO BHINDER

उत्तर किसी चालक के एकाक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से गुजरने वाली धारा, धारा घनत्व कहलाती हैं। यह सदिश राशि है

प्रश्न 18 आद" f सेल का आंतरिक प्रतिरोध कितना होता है।

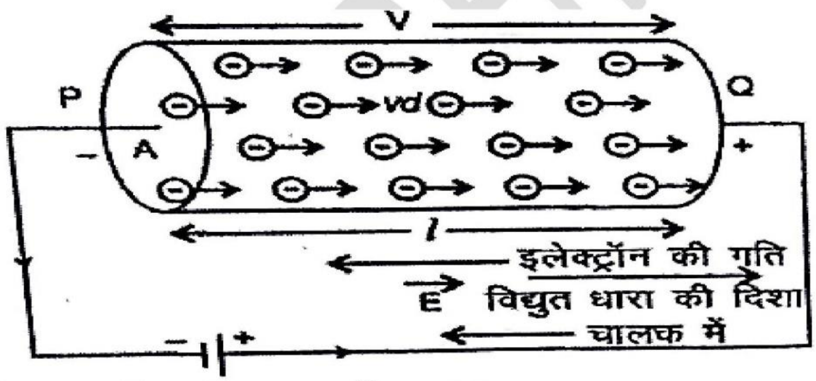
उत्तर शुन्य

प्रश्न 19 जब सेल से धारा ली जाती हैं तब टर्मिनल वोल्टता का सूत्र लिखिए।

उत्तर $V = E - Ir$

प्र" न : 20 अपघटन वेग तथा विद्युत धारा में संबंध प्राप्त किजिए।

उतर माना A अनुप्रस्थ परिच्छेद एवं । लम्बाई का PQ चालक है। इसके सिरों के मध्य विभवान्तर लगाते हैं। जैसे ही विभवान्तर लगाया जाता है, चालक का प्रत्येक मुक्त इलेक्ट्रॉन अनुगमन वेग V_d से धनात्मक सिरे Q की ओर गति करने लगता है। सबसे पहले Q सिरे पर स्थित इलेक्ट्रॉन चालक को छोडेगा $(release)$ और उसके बाद क्रम" ाः उसके पीछे वाले इलेक्ट्रॉन Q सिरे को छोडते रहेंगे।



जिस समय P सिरे का इलेक्ट्रॉन Q सिरे को पार कर रहा होगा. तब तक चालक के समस्त मुक्त इलेक्ट्रॉन Q सिरे को पार कर चुके होंगे। इस क्रिया में लगा समय $t = \frac{l}{v_d}$

यदि चालक के एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या अर्थात् इलेक्ट्रॉन घनत्व $(electron\ density)n$ हो तो चालक का प्रवाहित होने वाला आवेश

$q =$ इलेक्ट्रॉनों की संख्या × इलेक्ट्रॉन का आवे" ा

= आयतन × इलेक्ट्रॉन घनत्व × इलेक्ट्रॉन आवेश

$q = Alne$

∴ चालक में प्रवाहित धारा

$i = \frac{q}{l} = \frac{Alne}{l/v_d} = Anev_d$

या $\boxed{v_d = \frac{i}{Ane}}$

यही अपवाह वेग एवं विद्युयुत धारा में सम्बन्ध है।

प्र" न 21 ओम के नियम का समीकरण $\vec{j} = \sigma \ \vec{E}$ प्राप्त कीजिए।

या

ओम के नियम के सुक्ष्म रुप की व्युत्पति कीजिए।

उत्तर अपवहन वेग तथा विद्युत धारा में संबध से

$I = neAV_d$

$\frac{I}{A} = neV_d$ ....(1)

$\because J = \frac{I}{A}$ ....(2)

$\because V_d = \frac{eE\tau}{m}$ ....(3)

समीकरण (2) व (3) से मान समीकरण (1) में रखने पर

$J = \frac{ne^2\tau}{m} E$

$\boxed{J = \sigma E}$ ....(4)

यही ओम के नियम का सूक्ष्म रूप है ।

यहॉ $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$ चालक तार के प्रदार्थ की चालकता कहलाती है ।

सदि" ा रूप

$\boxed{\vec{J} = \sigma\vec{E}}$ ....(5)

आंकिक प्र”नः–

प्र” न 22 एक धातु के तार की लम्बाई l मीटर और काट क्षेत्रफल A वर्ग मीटर है। ज्ञात कीजिए कि यदि तार को खींचकर इसकी लम्बाई दुगुनी कर दी जाये तो इसके प्रतिरोध में कितनी प्रति” ात वृद्धि होगी ?

हल– हम जानते हैं – तार का प्रतिरोध $R = P\frac{l}{A}$

तार को खींचने पर इसकी लम्बाई में वृद्धि के साथ उसके काट खेत्रफल में कमी होगी लेकिन दोंनों स्थितियों में द्रव्यमान समान रहेगा ़

अतः

$Ald = (A')(2l)d$ जहाँ d पदार्थ का घनत्व हैं ।

अतः $A' = \frac{A}{2}$ से तार का नया प्रतिरोध होगा

$$R' = \frac{P(2l)}{A/2} = \frac{4(Pl)}{A} = 4R$$

इस प्रकार तार के प्रतिरोध में प्रति” ात वृद्धि

$$= \frac{R' - R}{R} \times 100\% = \frac{4R - R}{R} \times 100\% = 300\%$$

प्र” न 23 दो तारें A तथा B समान धातु की बनी हैं। इनके अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल भी समान हैं तथा लम्बाइयों का अनुपात 2:1है। यदि प्रत्येक तार की लम्बाई के सिरों पर समान विभवान्तर आरोपित किया जाए तो दोनों तारों में प्रवाहित होने वाली धाराओं का अनुपात क्या होगा?

हल–समान विभवान्तर होने पर

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

लेकिन सूत्र p= $\frac{RA}{l}$ से R =$\frac{P^l}{A}$ होगा

∴ $I_1 = \frac{VA}{P_1^l}$

तथा $I_2 = \frac{VA}{P_2^l}$

∴ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{l_2}{l_1}$

चुँकी $\frac{l_1}{l_2} = \frac{2}{1}$ या $\frac{l_2}{l_1} = \frac{1}{2}$

∴ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}$ अतः $I_1 : I_2 = 1 : 2$ उत्तर

CBEO BHINDER

प्र” न 24 एक कार्बन प्रतिरोधक जिस पर प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय छल्ले क्रम” ाः आसमानी, काले तथा पीले रंग के हैं, के आर–पार 30 वोल्ट की वोल्टता आरोपित की गई है। प्रतिरोधक में प्रवाहित वैद्युत धारा ज्ञात कीजिए ।

हल– चुँकि आसमानी काला पीला

↓ ↓ ↓

6 0 4

इसलिए कार्बन प्रतिरोधक का प्रतिरोध $R = 60 \times 10^4$ ओम, ओम के नियम से प्रतिरोधक में प्रवाहित धारा

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30 \text{ वोल्ट}}{60X10^4}$$

$I = 0.05 \times 10^{-3}$ ऐम्पियर

$= 0.05$ मिली ऐम्पियर

प्र” न 25 एक तॉबे का तार जिसका काट क्षेत्रफल 1mm^2 है में 0.5A की धारा प्रवाहित हो रही हैं। यदि एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8.5 $\times 10^{22}/cm^3$ हो तो इलेक्ट्रॉनों का अपवाह वेग ज्ञात कीजिए ।

उतर अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल = 1mm^2

$=1 \times (10^{-3})^2 = 1 \times 10^{-6}$ m^2

मुक्त इलेक्ट्रॉन की संख्या (n)=8.5 x $10^{22}/cm^3$

धारा (I) = 0.5 A

अपवाह वेग $(v_d) = \frac{I}{neA}$

$$= \frac{0.5}{8.5 \times 10^{22} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^{-6}}$$

$$= 3.7 \times 10^{-5} m/s$$

प्र” न 26 किसी कार की संचायक बैटरी का विद्युयुत वाहक बल $12V$ है । यदि बैटरी को आन्तरिक प्रतिरोध 0.4Ω है तो बैटरी से ली जाने वाली अधिकतम धारा को मान क्या है ?

उतर विद्युयुत वाहक बल (E) = 10V

आन्तरिक प्रतिरोध (r) = 0.4Ω

CBEO BHINDER

अधिकतम धारा $(I) = \frac{E}{r}$

$$I = \frac{12}{0.4} = 30A$$

प्र” न 27 हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन किसी कक्षा में जिसकी त्रिज्या $5.3 \times 10^{-11} m$ है $2.2 \times 10^{6} m/s$ की चाल से चक्कर लगा रहा है। औसत विधुत धारा का मान ज्ञात कीजिए।

उतर दिया गया है। $r = 5.3\times10^{-11}$ m,

$v = 2.2\times10^{6}$ m/s

∵ विद्युत धारा $I = \frac{e}{T}$

जबकि इलेक्ट्रॉन की कक्षीय गति का आवर्तकाल

$$T = \frac{2\pi r}{V}$$

∴ औसत विद्युत धारा $I = \frac{eV}{2\pi r}$

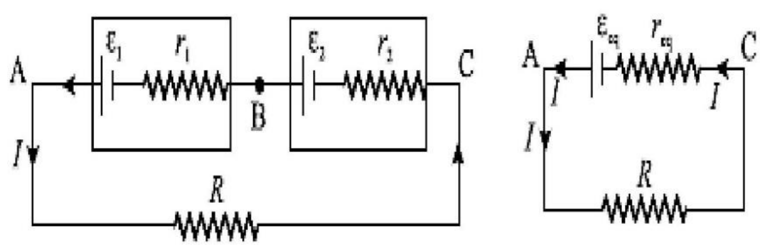
$$I = \frac{1.6\times 10^{-19} \times 2.2\times10^{6}}{2\times3.14\times5.3\times10^{-11}}$$

`

$$=1.06\times10^{-3}\ A$$

$$= 1.06mA$$

प्र” न 28 सेलों के श्रेणी कम संयोजन को समझाइए।



उतर सेलो का ऐसा संयोजन जिसमें पहले सेल के एक टर्मिनल को दूसरे सेल के विपरीत ध्रुवता

CBEO BHINDER

के टर्मिनल से जोड़ा जाता है, सेलो का श्रेणीक्रम सयोजन कहलाता है ।

वि. वा. बल $\in_1$ व $\in_2$ तथा आंतरिक प्रतिरोध r_1 एवं r_2 के दो सेल श्रेणीक्रम में जोड़े गए हैं। संयोजन के अंत्यसिरे बाह्म प्रतिरोध R के साथ जोड़े गए हैं। हमें संयोजन का तुल्य वि.वा. बल, आंतरिक प्रतिरोध एवं परिपथ में विद्युत धारा I का मान ज्ञात करना है।

ओम के नियम से प्रतिरोध R के सिरों पर विभवांतर

$$V = IR = V_A - V_C$$

अंत्य बिंदुओं A एवं C के मध्य विभवांतर

$$V_{AC} = (V_A - V_C) + (V_B - V_C)$$

$$= (\in_1 - Ir_1) + (\in_2 - Ir_2)$$

$$= (\in_1 + \in_2) - I(r_1 + r_2) \quad ....(1)$$

यदि संयोजन का तुल्य वि. वा. बल $\in_{eq}$ एवं तुल्य आंतरिक प्रतिरोध r_{eq} हैं तो

$$V_{AC} = \in_{eq} - r_{eq} \quad ....(2)$$

समी. 1 व 2 की तुलना करने पर

$$\in_{eq} = \in_1 + \in_2 \quad ....(3)$$

$$r_{eq} = r_1 + r_2 \quad ....(4)$$

चूंकि टर्मिनल वाल्टता का मान, बाह्म प्रतिरोध R के सिरों पर उत्पन्न विभवांतर के तुल्य होता हैं ओम के नियम से

$$V_A - V_C = IR = \in_1 - Ir_1 + \in_2 - Ir_2$$

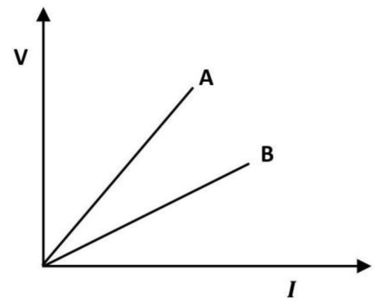
$$I(R + r_1 + r_2) = \in_1 + \in_2$$

$$I = \frac{\in_1 + \in_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{\in_{eq}}{R + r_{eq}} \quad ....(5)$$

उपर्युक्त विवरण के स्पष्ट है कि सेलों के श्रेणी क्रम संयोजन में परिणामी वि. वा. बल सेलो के वि. वा. बलों के योग के समान होता है।

प्र” न 29 दो विभवमापी A व B के लिए विभवान्तर का लम्बाई के साथ परिवर्तन निम्न चित्र मे द” र्शाया गया है इनमे से कौनसा अधिक सुग्राही है तथा क्यों ?

CBEO BHINDER



उत्तर विभवमापी B की विभवप्रवणता, विभवमापी A से कम है। विभव प्रवणता जितनी कम होती है, सुग्राहिता उतनी ही अधिक होती है।

प्र" न 30 यदि विभवमापी मे तारो की लम्बाई बढा दी जाये तब पूर्व मे प्राप्त सन्तुलन लम्बाई पर क्या प्रभाव पडेगा?

उत्तर विभवमापी मे तार की लम्बाई बढ़ाने पर विभव प्रवणता कम हो जाती है तथा पूर्व मे प्राप्त सन्तुलन बिन्दु की लम्बाई बढ जाती है।

प्र" न 31 एक सेल जिसका विद्युत वाहक बल 2 वोल्ट है। विभवमापी के तार पर 50 सेमी. की लम्बाई पर सन्तुलित होता है। यदि सेल को 2 ओम के प्रतिरोध के साथ भाण्ट कर दिया जाये तो सन्तुलन 40 सेमी. लम्बाई पर प्राप्त होता है। सेल का आन्तरिक प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

उत्तर ∵ आन्तरिक प्रतिरोध $r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right) R$

$$\Rightarrow r = \left(\frac{50-40}{40}\right) 2 = \frac{1}{2} = 0.5\ \Omega$$

प्र" न 32 व्हीटस्टोन ब्रिज सबसे अधिक सुग्राही कब होता है ?

उत्तर जब चारो प्रतिरोध एकसमान कोटि के होते है तब सेतु की सुग्राहिता सर्वाधिक होती है।

प्र" न 33 किसी विभवमापी मे 1.40 वोल्ट विद्युत वाहक बल का एक सेल 35.0 सेमी. लम्बाई पर संतुलित होता है। यदि इस सेल को 2.0 वोल्ट विद्युत वाहक बल के किसी अन्य सेल द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाये तो नयी संतुलन लम्बाई ज्ञात कीजिए।

CBEO BHINDER

उत्तर दिया है $E_1 = 1.40$ वोल्ट , $l_1 = 35$ सेमी

$E_2 = 2.0$ वोल्ट , $l_2 = ?$

$\because \frac{l_2}{l_1} = \frac{E_2}{E_1}$

$\Rightarrow l_2 = \frac{E_2}{E_1} \times l_1 = \frac{2}{1.40} \times 35 = 50$ सेमी.

प्र" न 34 विभवमापी की सुग्राहिता कैसे बढायी जा सकती है ?

उत्तर विभव प्रवणता का मान कम करके विभवमापी की सुग्राहिता बढ़ायी जा सकती है। इसके लिए विभवमापी मे अधिक लम्बाई का प्रतिरोध तार प्रयुक्त किया जाना चाहिए।

प्र" न 35 व्हीटस्टोन सेतु की संतुलित अवस्था के लिए प्रतिबन्ध लिखिए।

उत्तर व्हीटस्टोन सेतु की संतुलन अवस्था मे सेतु की आनुपातिक भुजाओ के प्रतिरोधो का अनुपात समान रहता है अर्थात्

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

प्र" न 36 किरचॉफ के संधि नियम का गणितीय रूप लिखो।

उत्तर किसी विद्युत परिपथ मे किसी भी संधि पर मिलने वाली समस्त धाराओ का बीजगणितीय योग भान्य होता है अर्थात्

$$\Delta I = 0$$

प्र" न 37 किसी विभवमापी व्यवस्था मे 1.25 वोल्ट वि.वा.बल के एक सेल का संतुलन बिन्दु तार के 35.0 सेमी. लम्बाई पर प्राप्त होता है। यदि इस सेल को किसी अन्य सेल द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाये तो सन्तुलन बिन्दु 63.0 पर स्थानान्तरित हो जाता है। दूसरे सेल का वि.वा.बल ज्ञात कीजिए।

उत्तर दिया गया है

$E_1 = 1.25$ वोल्ट , $l_1 = 35$ सेमी

$E_2 = ?$ वोल्ट , $l_2 = 63$ सेमी

$\because \frac{l_2}{l_1} = \frac{E_2}{E_1}$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{l_2}{l_1} \times E_1 = \frac{63}{35} \times 1.25 = 2.25 \text{ वोल्ट}$$

अतः दुसरे सेल का वि.वा.बल $= 2.25$ वोल्ट

प्र" न 38 किसी मीटर–सेतु मे जब प्रतिरोधक $S = 3.7\Omega$ हो, तो संतुलन बिन्दु सिरे A से 63 सेमी. की लम्बाई पर प्राप्त होता है। R का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। मीटर सेतु मे प्रतिरोधकों के संयोजन के लिए मोटी कॉपर की पत्तियॉ क्यो प्रयोग मे लाते है ?

उत्तर दिया गया है– $S = 3.7\,\Omega\,, l = 63$ सेमी. $, R = ?$

$$\therefore S = \left(\frac{100-l}{l}\right) R$$

$$R = \left(\frac{l}{100-l}\right) S$$

$$R = \left(\frac{63}{100-63}\right) 3.7$$

$$R = \frac{63}{37} \times 3.7 = 6.3\,\Omega$$

मीटर सेतु मे प्रतिरोधको के संयोजन के लिए प्रयुक्त पत्तियो का प्रतिरोध गणना मे काम मे नही लिया जाता है। अतः पत्तियो का प्रतिरोध नगण्य हो इसलिए पत्तियाँ मोटी व तांबे की होनी चाहिए।

प्र" न 39 विभवमापी के मानकीकरण से क्या अभिप्राय है। समझाइये।

उत्तर विभवामापी से किसी अज्ञात विभवान्तर का मान ज्ञात करने के लिए विभवप्रवणता x का मालूम होना आव" यक है। विभवप्रवणता को ज्ञात करने की प्रक्रिया को मानकीकरण कहते है। इसके लिए किसी मानक सेल को अज्ञात विभव के स्थान पर लगाकर विभवमापी तार पर सन्तुलन लम्बाई l ज्ञात करते है। प्रयुक्त मानक सेल का वि.वा.बल E_s है तो सन्तुलित अवस्था में –

$$E_S = xl$$

$$x = \frac{E_S}{l}$$

जहॉ E_s मानक सेल का वि.वा.बल तथा l संतुलित लम्बाई है।

CBEO BHINDER

प्र" न 40 मीटर सेतु के दो रिक्त स्थानो मे प्रतिरोध क्रम" ाः 10 ओम तथा 30 ओम हैं। यदि प्रतिरोधों के स्थान परस्पर बदल दिये जाये तब सन्तुलन बिन्दु का विस्थापन ज्ञात कीजिए।

उत्तर $\because S = \left(\frac{100-l}{l}\right) R$

प्रारम्भ मे $30 = \left(\frac{100-l}{l}\right) \times 10$

$\Rightarrow l = 25$ सेमी.

अन्त मे $10 = \left(\frac{100-l'}{l'}\right) \times 30$

$\Rightarrow l' = 75$ सेमी.

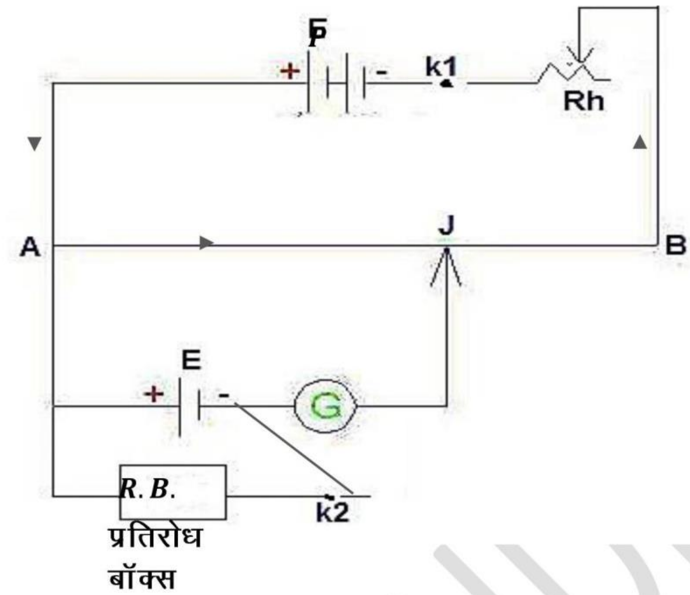
$\therefore$ विस्थापन $l' - l = 75 - 25 = 50$ सेमी.

प्र" न 41 विभवमापी की सहायता से सेल का आन्तरिक प्रतिरोध कैसे ज्ञात करते है। समझाइये। आव" यक सूत्र का निगमन कीजिए। आव" यक विद्युत परिपथ बनाइये।

उत्तर **विद्युत परिपथ व्यवस्था**

विभवमापी के तार AB को एक संचायक सेल E_P, धारा नियंत्रक R_h व कुंजी K_1 से जोड कर प्राथमिक परिपथ पूरा करते है। द्वितीयक परिपथ मे एक सेल जिसका आन्तरिक प्रतिरोध ज्ञात करना है, उसको एक प्रतिरोध बॉक्स व कुंजी K_2 से जोड देते है। अब चित्र मे द" ायिनुसार सेल का धन सिरा A से व ऋण सिरा धारामापी से होकर जौकी J से जोड देते है।

CBEO BHINDER



कार्यविधि–

प्रारम्भ मे कुंजी K_2 को खुला रख कर सेल E के वि.वा.बल के लिए जौकी J को विभवमापी के तार पर खिसकाकर अविक्षेप स्थिति प्राप्त कर संतुलित लम्बाई l_1 ज्ञात कर लेते है। तार की विभव प्रवणता x व सेल का वि.वा.बल E है तो–

$$E = xl_1 \qquad \text{--------}(1)$$

अब प्रतिरोध बॉक्स से एक ज्ञात प्रतिरोध R निकालकर कुंजी K_2 को लगा देते है। इस परिपथ मे सेल E से प्रतिरोध R मे धारा प्रवाहित होती है। धारा का मान I हो तथा प्रतिरोध R के सिरो पर विभवान्तर V हो तो –

$$V = IR \qquad \text{---------}(2)$$

अब पुनः जौकी J को विभवमापी के तार AB पर खिसका कर अविक्षेप की स्थिति मे सन्तुलित लम्बाई l_2 ज्ञात करते है। अब सेल के सिरो पर विभवान्तर V हो तो –

$$V = xl_2 \qquad \text{————————}(3)$$

$\therefore$ आन्तरिक प्रतिरोध $r = \left(\frac{E-V}{V}\right)R$ ————————(4)

समीकरण 1 व समीकरण 3 से E व V का मान समीकरण 4 मे रखने पर –

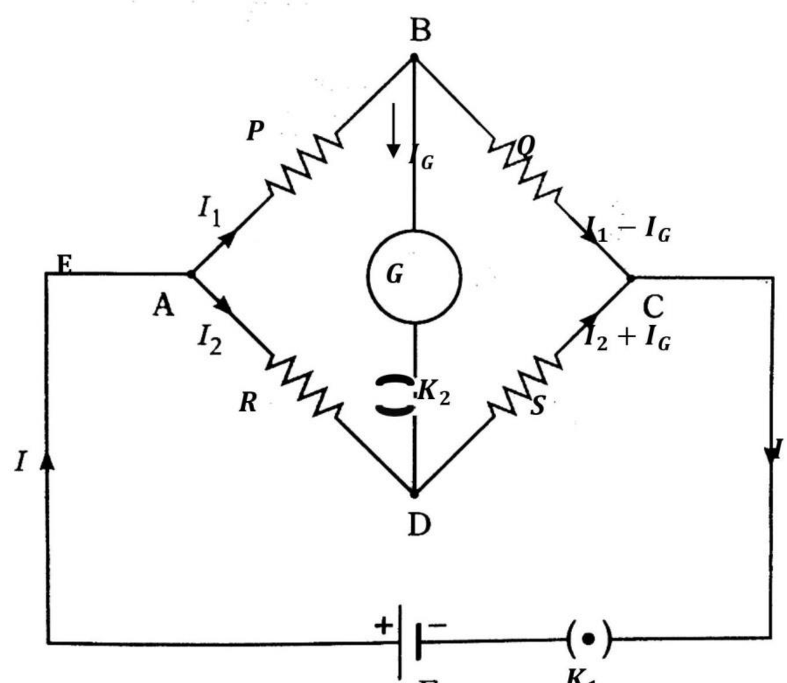
$$r = \left(\frac{xl_1 - xl_2}{xl_2}\right)R$$

$$\Rightarrow r = \left(\frac{l_1 - l_2}{l_2}\right)R \qquad \text{————————}(5)$$

अतः सेल के खुले व बन्द परिपथ मे सन्तुलन लम्बाई l_1 व l_2 ज्ञात होने पर समीकरण 5 से सेल का आन्तरिक प्रतिरोध r ज्ञात करते है।

प्र” न 42 किरचॉफ के नियम का उपयोग करते हुए व्हीटस्टोन सेतु की संतुलन अवस्था के लिए आव” यक प्रतिबन्ध ज्ञात कीजिए। आव” यक परिपथ चित्र बनाइये।

उत्तर माना कि धारामापी का प्रतिरोध G तथा धारामापी से प्रवाहित धारा I_G है।



किरचॉफ के द्वितीय नियम से लूप $ABDA$ मे पथ $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$ के अनुदि” ा

चलते हुए

$$PI_1 + GI_G - RI_2 = 0 \qquad \text{---------} (1)$$

लूप $BCDB$ मे पथ $B \to C \to D \to B$ के अनुदि" ा चलते हुए –

$$Q(I_1 - I_G) - S(I_2 + I_G) - GI_G = 0 \qquad \text{------} (2)$$

जब व्हीटस्टोन सेतु सन्तुलित होता है तब धारामापी मे से कोई धारा प्रवाहित नही होती है अर्थात्

$$I_G = 0$$

∴ समीकरण 1 से

$$PI_1 - RI_2 = 0$$

$$PI_1 = RI_2 \qquad \text{------------} (3)$$

तथा समीकरण 2 से –

$$QI_1 - SI_2 = 0$$

$$\Rightarrow \; QI_1 = SI_2 \qquad \text{------------} (4)$$

समीकरण 3 मे समीकरण 4 का भाग देने पर –

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \qquad \text{------------} (5)$$

यही व्हीटस्टोन सेतु का सन्तुलन प्रतिबंध है।

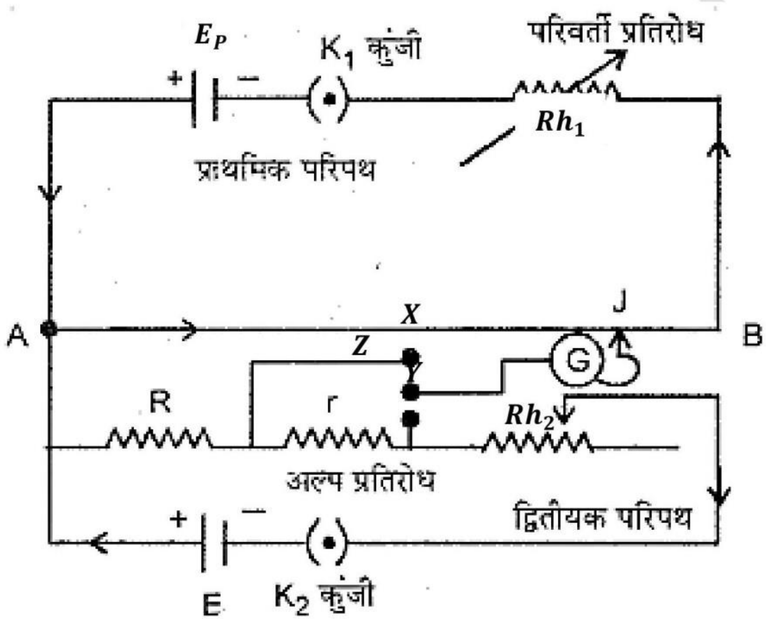
प्र" न 43 विभवामापी की सहायता से किसी अल्प प्रतिरोध का मापन करने की विधि का वर्णन करते हुए सूत्र प्राप्त कीजिए। आव" यक परिपथ चित्र बनाइए।

उत्तर **विद्युत परिपथ** :–

माना किस किसी अल्प प्रतिरोध r का मान ज्ञात करना है। अल्प प्रतिरोध r को एक ज्ञात अधिक मान के प्रतिरोध R के श्रेणीक्रम मे जोड देते है। चित्रानुसार परिपथ को पूरा करते है। विभवमापी के तार AB के प्राथमिक परिपथ मे संचायक सेल E_P , कुंजी K_1 तथा धारा नियंत्रक Rh_1 लगाते है। द्वितीयक परिपथ मे अज्ञात अल्प प्रतिरोध r को ज्ञात प्रतिरोध R के श्रेणीक्रम मे जोडकर संयोजन को E वि.

CBEO BHINDER

वा.बल की बैटरी, धारा नियन्त्रक Rh_2 व कुंजी K_2 के श्रेणीक्रम मे जोडते है। प्रतिरोध R के उच्च विभव के सिरे को विभवमापी के A सिरे से जोडते है तथा प्रतिरोध R के उच्च विभव के सिरे को विभवमापी के A सिरे से जोडते है तथा प्रतिरोध R व r के निम्न विभव के सिरो को द्विमार्गी कुंजी के X तथा Y टर्मिनलो से जोडते है। कुंजी के टर्मिनल Z को धारामापी द्वारा जॉकी J से जोडते है।



कार्यविधिः–

प्राथमिक परिपथ को कुंजी K_1 लगाकर पूरा करते है। द्वितीयक परिपथ मे कुंजी X व Z सिरो मे डॉट लगा देतेहै। अब जॉकी को तार AB पर खिसकाकर अविक्षेप स्थिति प्राप्त करते है। यदि अविक्षेप स्थिति मे संतुलन लम्बाई l_1 प्राप्त होती है तथा प्रतिरोध R मे धारा प्रवाह के कारण उत्पन्न विभवान्तर V हो , तो –

$$V = xl_1 \qquad ———(1)$$

परन्तु ओम के नियम से –

$$V = IR$$

$$\therefore IR = xl_1 \qquad \text{————}(2)$$

अब द्विमार्गी कुंजी मे डॉट को Y व Z के मध्य लगा देते है तथा पुनः जॉकी को तार AB पर खिसकाकर अविक्षेप स्थिति प्राप्त करते है। यदि अविक्षेप स्थिति मे संतुलन लम्बाई l_2 प्राप्त होती है तथा प्रतिरोध R व r के श्रेणीक्रम संयोजन के सिरो पर उत्पन्न विभवान्तर V' हो तो–

$$V' = xl_2 \qquad \text{————}(3)$$

$$\because V' = I(R + r) \qquad \text{————}(4)$$

$$\therefore I(R + r) = xl_2 \qquad \text{————}(5)$$

$\therefore$ समीकरण 2 व समीकरण 5 से –

$$\frac{R+r}{R} = \frac{l_2}{l_1}$$

$\therefore$ अल्प प्रतिरोध $r = \left(\frac{l_2 - l_1}{l_1}\right) R \qquad \text{———}(6)$

समीकरण 6 मे l_1 , l_2 व R का मान रखकर अल्प प्रतिरोध r ज्ञात किया जा सकता है।

CBEO BHINDER

अध्याय–04

गतिमान आवेश और चुम्बकत्व

अतिलघुतरात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. चुंबकीय क्षेत्र को परिभाषित कीजिए?

उत्तरः किसी स्थान पर चुंबकीय क्षेत्र का मान उस स्थान पर एकांक वेग से गतिमान एकांक आवेश पर लग रहे बल के परिमाण के बराबर होता है।

प्रश्न 2 चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के विभिन्न स्रोतों के नाम लिखिए?

उत्तरः चुंबकीय क्षेत्र निम्न स्त्रोत के द्वारा उत्पन्न किया जा सकता है स्थाई चुंबक, धारावाही चालक, गतिमान आवेश, विद्युत क्षेत्र में परिवर्तन आदि के द्वारा

प्रश्न 3 चुंबकीय क्षेत्र की विमा तथा मात्रक लिखिए?

उत्तरः चुंबकीय क्षेत्र का मात्रक टेस्ला होता है तथा विमा $M^1L^0T^{-2}A^{-1}$) होती है

प्रश्न 4 एक आवेश q चुंबकीय क्षेत्र B के लंबवत दिशा में v वेग से प्रवेश करता है तो इस आवेश पर बल का मान क्या होगा तथा कण का पथ कैसा होगा?

उत्तरः कण का पथ वृत्ताकार होगा तथा कण पर कार्यरत बल $F = q(v \times B)$

प्रश्न 5 एक एंपियर धारा की अंतरराष्ट्रीय मात्रक पद्धति में परिभाषा दीजिए?

उत्तर ऐम्पियर–यदि निर्वात् में परस्पर 1 मीटर की दूरी पर स्थित सीधे लम्बे धारावाही तारों में से समान धारा प्रवाहित करने पर उनके मध्य प्रति एकांक लम्बाई $2\times10^{-7}N$ का बल कार्य करे तो प्रत्येक तार में प्रवाहित धारा 1। होती है।

प्रश्न 6 किसी चल कुंडली धारामापी को 1 वोल्ट मीटर में रूपांतरित कैसे किया जाता है ज्ञात कीजिए?

उत्तरः चल कुंडली धारामापी के श्रेणी क्रम में उच्च प्रतिरोध जोड़ने पर वह वोल्ट मीटर में रूपांतरित हो जाता है।

प्रश्न 7. धारामापी में चुंबकीय **ध्रुव** अखंड अवतल क्यों बनाए जाते हैं?

उत्तरः त्रिज्य चुंबकीय क्षेत्र बनाने के लिए।

प्रश्न 8 चल कुंडली धारामापी में प्रयुक्त निलंबन तार के पदार्थ के 2 गुण लिखिए

उत्तर
1. इसका प्रति एकांक प्रत्यानयन आघूर्ण C कम होना चाहिए।
2. तनन सामर्थ्य उच्च होनी चाहिए ताकि कुंडली के बाहर से यह टूट ना जाए।

प्रश्न 09 चल कुंडली धारामापी में प्रयुक्त निलंबन तार का दृढ़ता गुणांक का मान कम क्यों होना चाहिए?

उत्तर क्योंकि इससे धारामापी की सुग्राहिता बढ़ जाती है।

लघुत्तरात्मक प्रश्न

प्रश्न 10 1 अमीटर और 1 मिलीमीटर में इसका प्रतिरोध अधिक होता है और क्यों?

उत्तरः शंट तार के प्रतिरोध के सूत्र से स्पष्ट है कि धारामापी को मिली अमीटर में बदलने के लिए बड़े प्रतिरोध के शंट की आवश्यकता होती है

अत स्पष्ट है कि मिली अमीटर का प्रतिरोध अधिक होगा।

प्रश्न 11 बायो–सावर्ट नियम को सदिश रूप में व्यक्त करो।

उत्तरः बायो–सावर्ट नियम का सदिश रूप

GREO BHINDER

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{I(\vec{dl} \times \hat{r})}{r^2} \quad (\because dl \sin\theta = \vec{dl} \times \hat{r})$$

प्रश्न 12 एक आवेश q चुंबकीय क्षेत्र B के लंबवत दिशा में v वेग से प्रवेश करता है इस आवेश पर कार्यरत बल का मान क्या होगा?

उत्तरः जब कोई आवेशित कण किसी चुंबकीय क्षेत्र में गति करता है तो उस पर गति की दिशा एवं चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दोनों के लंबवत एक बल आरोपित होता है जिसे लॉरेंज बल कहते हैं

लॉरेंज बल $F=q(v\times B)$

$$F=qvB\sin\theta$$

$$\theta=90^\circ$$

$$F=qvb$$

बल की दिशा आवेश की गति की दिशा के लंबवत होती है कण का विस्थापन वेग की दिशा में होता है लॉरेंज बल द्वारा किया गया का कार्य

$$w = F\text{-}dr$$

$$w = Fdr\cos\theta$$

$$w = Fdr\cos 90^\circ = 0$$

प्रश्न 13 धारावाही परिनालिका तथा दण्ड चुम्बक के व्यवहार में क्या अन्तर है ?

उत्तरः
1. परिनालिका के अन्दर चुम्बकीय बल रेखायें लगभग समान्तर होती हैं, जबकि दण्ड चुम्बक के अन्दर ये थोड़ी वक्र प्रकृति की होती है।
2. परिनालिका के पाइप के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र लगभग शून्य होता है, जबकि दण्ड चुम्बक में उसकी लम्बाई के अनुदिश होता है और

उसके निकट बिन्दुओं पर चुम्बकीय क्षेत्र निश्चित लेकिन अलग–अलग बिन्दुओं पर अलग–अलग मान प्राप्त होता है,

प्रश्न 14 धारामापी की सुग्राहिता एवं दक्षताक किन्हे कहते हैं? इन में क्या संबंध है?

उत्तरः धारामापी की सुग्राहिता– धारामापी में एकांक धारा मान से प्राप्त विक्षेप को धारामापी की धारा सुग्राहिता",कहते हैं

$$S=1/k$$

धारामापी का दक्षतांक – धारामापी में एकांक विक्षेप के लिए आवश्यक धारा के मान को धारामापी का दक्षतांक कहते हैं यह धारामापी की सुग्राहिता के व्युत्क्रम के समान होता है ।

$$X=K$$

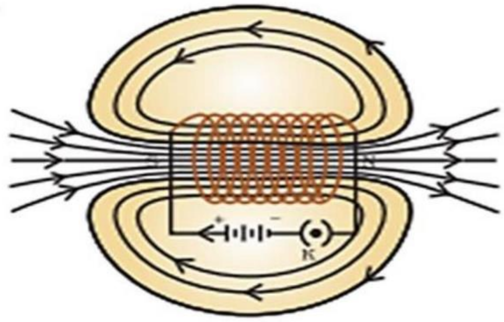
प्रश्न 15. एंपीयर का परिपथ नियम लिखिए तथा इसका उपयोग कर एक धारावाही परिनालिका की अक्ष पर केंद्रीय भाग में चुंबकीय क्षेत्र के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए।

उत्तरः एंपीयर का नियम– इस नियम के अनुसार किसी बंद वक्र के परित चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता का रेखीय समाकलन उस बंद वक्र द्वारा आकृति में से गुजरने वाले कुल धारा का u_0 गुना होता है

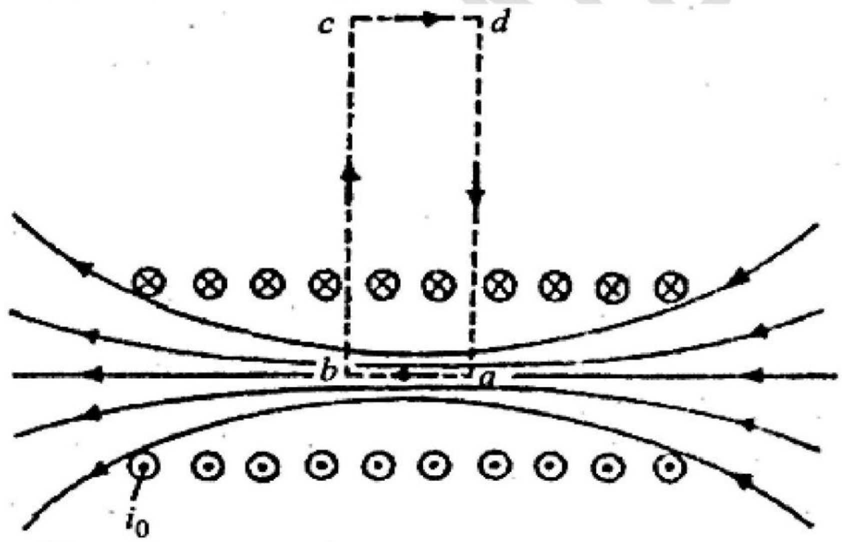
$$\int B.dl = u_0\varepsilon i$$

CBEO BHINDER

धारावाही परिनालिका के अदर उत्पन्न चुबकीय क्षेत्र–



माना एक लम्बी परिनालिका की प्रति मीटर लम्बाई में तार के n फेरे हैं तथा इसमें i ऐम्पियर की धारा बह रही है। माना एक आयताकार बन्द पथ a b c d है जिसकी भुजा ˙ b परिनालिका की अक्ष के समान्तर है तथा भुजाएँ। c तथा ˙ d बहुत लम्बी हैं जिससे कि यह माना जा सके कि भुजा c d परिनालिका से बहुत दूर है तथा इस भुजा पर परिनालिका के कारण चुम्बकीय क्षेत्र नगण्य है। जब परिनालिका लम्बी है।



आयताकार पथ $a\ b\ c\ d$ के लिये ऐम्पियर का नियम लगाने पर,

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 i \quad ...(1)$$

i आयताकार पथ द्वारा घिरी नेट धारा है। आयत $a\ b\ c\ d$ के लिये,

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_b^c \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_c^d \vec{B}\cdot d\vec{l} + \int_d^a \vec{B}\cdot d\vec{l}$$

अब, $\int_b^c \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_d^a \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0,$

चूँकि पथों bc तथा da के लिये $\vec{B}$ व $d\vec{l}$ लम्बवत् हैं जिससें कि

$\vec{B}\cdot d\vec{l} = B \cos dl \cos 90° = 0$ तथा $\int_c^d \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0$

(चूँकि परिनालिका के बाहर इससे दूर बिन्दुओं पर $\vec{B}$ शून्य है)

$$\therefore \quad \oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_a^b B\, dl,$$

चूँकि $\vec{B}$ व $d\vec{l}$, $a\ b$ के समान्तर हैं,

परिनालिका के भीतर B नियत है

तथा $\int_a^b dl = ab$ की लम्बाई x है।

तब $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = B\int_a^b dl = Bx \quad ....(2)$

प्रश्न 16 किसी गैल्वेनोमीटर को वोल्ट मीटर में परिवर्तित करने तथा अमीटर में परिवर्तित करने में मूल अंतर को कारण सहित स्पष्ट कीजिए?

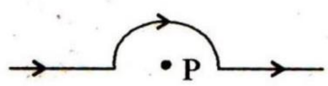
उत्तरः वोल्ट मीटर की अपनी कुंडली का भी कुछ प्रतिरोध होता है अतः इसे दो बिंदुओं के बीच समांतरक्रम में जोड़ने पर उन बिंदुओं के बीच विभवांतर का मान बदल जाता है अतः विभवांतर का मान पढ़ने के लिए वोल्टमीटर का अपना प्रतिरोध अधिक से अधिक होना चाहिए अत्य धारामापी को वोल्ट मीटर में रूपांतरित करने के लिए इसकी कुंडली के श्रेणी क्रम में एक उच्च प्रतिरोध जोड़ देते हैं इस प्रतिरोध का मान वोल्ट मीटर की परास पर निर्भर करता है।

तथा अमीटर एक कम प्रतिरोध वाला उपकरण है जो परिपथ में धारा मापने के लिए प्रयुक्त किया जाता है मीटर को धारा मापने के लिए सदैव श्रेणी क्रम में संयोजित किया जाता है अमीटर का प्रतिरोध कम से कम रखने का प्रयास करते हैं ताकि यह बिना किसी विशेष त्रुटि के धारा को माफ सके इसलिए धारामापी को अमीटर में बदलने के लिए धारामापी की कुंडली के समांतर क्रम में कम प्रतिरोध जोड़ते हैं समांतर क्रम में जुड़े कम प्रतिरोध को संट कहते हैं।

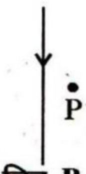
प्र" न 17 किसी लम्बे धारावाही चालक के चारों ओर उत्पन्न चुम्बकीय बल रेखाओं की दि" ाा क्या होती हैं?

उत्तर–चालक के चारों ओर बन्द वृत के रूप में ।

प्र” न 18 दिये गए चित्रों में बिन्दु P पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दि” ाा ⊗ व ⊙के रूप में लिखिए।



चित्र A



चित्र B

उत्तर–A.⊗चुँकी कागज के तल में भीतर की ओर जाती विद्युत धारा अथवा विद्युत क्षेत्र को एक क्रॉस ⊗ द्वारा व्यक्त किया जाता है।

B. ⊙चुँकी कागज के तेल से बाहर की ओर निर्गत विद्युत धारा अथवा क्षेत्र (विद्युत अथवा चुम्बकिय) को एक बिन्दु ⊙ द्वारा व्यक्त किया जाता हैं।

प्र” न 19 चुम्बकी क्षेत्र $\vec{B}$में वेग $\vec{V}$ से गति” ाील आवेशq पर लगने वाले बल $\vec{F}$ के लिए सदि” ा रूप में व्यंजक लिखिए। इस व्यंजक की सहायता से भार्तें प्राप्त कीजिए जब यह बल (i) अधिकतम एवं (ii)न्यूनतम हो।

उत्तर – चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में, वेग $\vec{v}$ से गति” ाील आवेशq पर लगने वाला बल

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

(i) $$\left|\vec{v} \times \vec{B}\right| = vB\, sin\theta$$

जब $\theta = 90°$ अर्थात् जब $\vec{v} \perp \vec{B}$ तो $sin\theta = 1$ जो कि $sin\theta$का अधिकतम मान है। अर्थात् जब $\vec{v} \times \vec{B}$ तो $\left|\vec{v} \times \vec{B}\right|$ अधिकतम होगा।$\vec{F}$ का मान भी अधिकतम होगा।

(ii) जब $\theta = 0°$ अर्थात् $\vec{v} \parallel \vec{B}$ तो $sin\theta = \theta$

अतः $$\left|\vec{v} \times \vec{B}\right| = 0$$

$$\vec{F} = 0$$

अर्थात जब $\vec{v} \parallel \vec{B}$ तो $\vec{F}$ का मान न्यूनतम होगा।

CBEO BHINDER

प्र" न 20 $\propto$ –कणों एवं प्रोटॉनों का एक पुंज समान चाल से एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवे" ा करता है। चुम्बकीय क्षेत्र में उनके वृत्तीय पथों की त्रिज्याओं के अनुपात की गणना कीजिए।

उत्तर –चुम्बकीय क्षेत्र में किसी आवे" ात कण के वृत्तीय पथ की त्रिज्या

$$r = \frac{mv}{q^B}$$

$\propto$ –कण के लिय $r_{\propto = \frac{m_{\propto} v}{2e.B}}$

प्रोटॉन के लिए $r_p = \frac{m_p.v}{e.B}$

$\therefore \quad \frac{r_\propto}{r_p} = \frac{m_\propto}{2m_p} = \frac{4m_p}{2m_p} \qquad \because m \propto = 4m_p$

या $\quad \frac{r_\propto}{r_p} = 2$

$\therefore \quad r_\propto : r_p = 2:1$ उत्तर

प्रश्न 21 एक इलेक्ट्रॉन पुंज E तीव्रता के विद्युत क्षेत्र एवं B तीव्रता के चुम्बकीय क्षेत्रों के क्रॉसित क्षेत्र (crossed region) में प्रवे" ा करता है। इलेक्ट्रॉन की किस चाल के लिय इलेक्ट्रॉन पुंज अविचलित रहेगा?

उत्तर– इलेक्ट्रॉन पुंज तब अविचलित रहेगा जब उस पर लगने वाले वैद्युत एवं चुम्बकीय बल परिमाण में समान हों और दि" ाा में विपरीत हों। इसलिए

$$F_e = F_m$$

या $\quad E.e = evB$

या $\quad E = vB$

$$\therefore v = \frac{E}{B}$$

प्र" न 22 चल कुण्डली धारामापी में त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र का क्या महत्व है?

उत्तर –बल युग्म

$$\tau = NIAB\ sin\theta$$

जब त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में कुण्डली को लटकाया जाता है तो कुण्डली की प्रत्येक स्थिति में उसका तल किसी न किसी बल रेखा के अनुदि" ा होता है, अतः $\theta = 90°$

$$\therefore \sin\theta = 1$$

CBEO BHINDER

अतः $\tau = NIAB$

अब $\tau \propto I$

अर्थात् कुण्डली पर बल युग्म उसमें प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है। इस प्रकार धारामापी स्केल रेखीय बना सकते हैं।

प्र" न 23 न्यूट्रॉन को साइक्लोट्रॉन द्वारा त्वरित नहीं किया जा सकता। क्यों?

उत्तर– न्यूट्रॉन अनावेि" ात कण है, इसलिए त्वरित नहीं कर सकते हैं।

प्र" न 24. किसी वैघुत तथा चुम्बकीय क्षैत्र से गुजरने वाले आवेि" ात कण पर लगने वाले लॉरेन्स बल का सुत्र लिखिए ।

उत्तर– $\underset{F}{\rightarrow} = q\left(\underset{E}{\rightarrow} + \underset{v}{\rightarrow} \times \underset{B}{\rightarrow}\right)$

निबंधात्मक प्रश्न

प्रश्न 25 .तार की एक वृत्ताकार कुण्डली में 100 फेरे हैं, प्रत्येक की त्रिज्या 8.0cm है और इनमें 0.40A विद्यत धारा प्रवाहित हो रही है। कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है ?

हल: दिया है रू कुण्डली में फेरे N = 100

त्रिज्या R = 8.0 cm=8 × 10–2m

प्रवाहित धारा I = 0.40।

तब कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षे=

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

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 0.40}{2 \times 8 \times 10^{-2}}$$

$$B = \frac{4 \times 3.14 \times 0.40 \times 10^{-3}}{2 \times 8}$$

$$B = \mathbf{3.1 \times 10^{-4} T.}$$

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}^2}{R} = \frac{220}{484} = 0.454 \text{ ऐम्पियर}$$

CBEO BHINDER

प्र" न 26 ऐम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए। एक लम्बे सीधे वृत्ताकार काट (त्रिज्या a) के तार में स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है। धार तार में समान रूप से वितरित है। तार के अन्दर क्षेत्र ($r < a$)पर चुम्बकीय क्षेत्र की गणना कीजिए।

उत्तर– ऐम्पियर का परिपथीय नियम $(Ampere's\ Circular\ law)$–

"ऐम्पियर के नियम के अनुसार निर्वात (अथवा वायु) में किसी बन्द पथ के चुम्बकीय क्षेत्र में रेखा समाकलन का मान, निर्वात की चुम्बक" ीलता (μ_0) तथा उस बन्द पथ से गुजरने वाली धाराओं के बीजगणितीय योग के गुणनफल के बराबर होता हैं।"

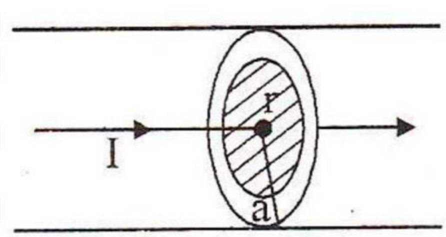
अतः गणितीय रूप में

$$\oint \underset{B.}{\rightarrow} \underset{dl}{\rightarrow} = \mu_0 \sum I$$

जहाँ $\mu_0 =$ निर्वात की चुम्बक" ीलता

$\oint \underset{B.}{\rightarrow} \underset{dl}{\rightarrow} =$ चुम्बकीय क्षेत्र $(\underset{B}{\rightarrow})$ का रेखीय समाकलन कहलाता है।

यहाँ पर $r < a$ पर चुम्बकीय क्षेत्र की गणना करनी है। इसके लिये ऐम्पियर पा" ा वह वृत्त है जिस पर 1 टंकित है। इस पा" ा के लिये वृत्त की त्रिज्या r लेने पर



$$L = 2\pi r$$

अब यहाँ पर परिबद्ध विद्युत धारा I_e का मान I नहीं है। लेकिन यह इस मान से कम है। चुँकि विद्युत धारा का विवरण एक समान रूप से है अतः परिबद्ध विद्युत धारा के अं" ा का मान

$$I_e = I\left(\frac{\pi r^2}{\pi a^2}\right) = \frac{I_r 2}{a^2} \qquad \ldots.(1)$$

ऐम्पियर के नियम का उपयोग करने पर

$$B \times (2\pi r) = \frac{\mu_0 I r^2}{a^2}$$

$$=> \qquad B = \left(\frac{\mu_0\, I r^2}{a^2}\right) X \frac{1}{2\pi r}$$

$$\boxed{B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a^2}\right) r}$$

प्र" न 27 दो सीधे समान्तर धारावाही चालको के बीच प्रति इकाइ लम्बाइ पर बल का व्यजक प्राप्त कीजिए। किस अवस्था में यह बल आकर्शण व प्रतिकर्शण का होता है? विद्युत धारा के मानक मात्रक की परिभाश लिखिए।

उत्तर– दो समान्तर विद्युत धाराओं के बीच बल–ऐम्पियर (Force between Two Parallel Currents, the Ampere) समान्तर धारावाही चालकों पर चुम्बकीय बल –चित्र में P_1तथा P_2 दो अनन्त लम्बाई के धारावाही चालक हैं जो परस्पर d दुरी पर एक कागज के तल में स्थित हैं। दोनों तारों में धारा समान दि" ाा में i_1तथा i_2 बह रही है, अस कारण से उनके चारों तरफ चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होगा।यहाँ पर एक धारावाही चालक दूसरे धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में उपस्थित है।

P_1 धारावाही चालक के कारण d दूरी पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} \quad \text{..........(1)}$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र में उपस्थित धारावाही चालक P_2 की लम्बाई l पर कार्यरत चुम्बकीय बल

$$\underset{F_2}{\rightarrow} = i_2 \quad (\underset{l}{\rightarrow} \times \underset{B_1}{\rightarrow})$$

$$F_2 = i_2 l B_1 \, sin\theta$$

$$F_2 = i_2 l B_1 \qquad \because \underset{l}{\rightarrow} \perp \underset{B_1}{\rightarrow} \qquad \ldots..(2)$$

समीकरण (1) से B_1 का मान रखने पर

$$F_2 = i_2 l \times \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}$$

$$F_2 = \frac{\mu_0 \, i_{1i_2 l}}{2\pi d} \text{ न्यूटन} \qquad \ldots..(3)$$

इस बल F_2 की दि" ाा धारावाही चालक P_2तथा उस पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र B_1के लम्बत् है। इस प्रकार से यह बल चालक P_1की ओर तथा कागज के तल में है।बल की यह दि" ाा फ्लेमिंग के बायें हाथ के नियम से ज्ञात कर सकते है।

$$\frac{F_2}{l} = \frac{\mu_{0 i_1 i_2}}{2\pi d} \text{ न्युटन/मीटर}$$

यह धारावाही चालक P_2 की इकाई लम्बाई पर कार्यरत चुम्बकीय बल है।

P_2 धारावाही चालक के कारण दुरी पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

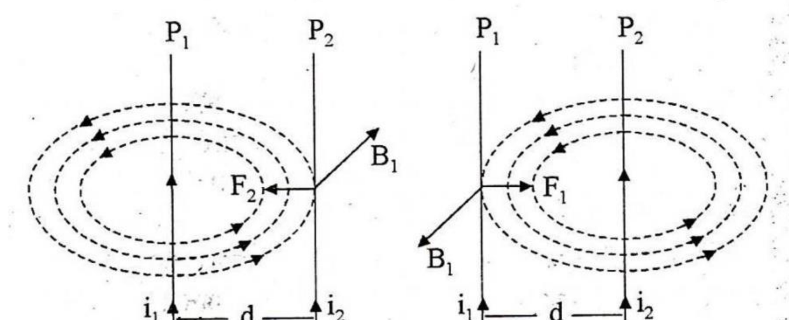
$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$$

ठसी प्रकार से P_2 के कारण P_1की लम्बाई l पर कार्यरत चुम्बकीय बल

$$\underset{F_1}{\rightarrow} = i_1(\underset{l}{\rightarrow} \times \underset{B_2}{\rightarrow}) \quad \text{या} \quad F_1 = i_1 l B_2$$

CBEO BHINDER

या $\qquad F_1 = \frac{i_1 l \mu_0 i_2}{2\pi d} \qquad \because B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$



या $\qquad F_1 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d}$

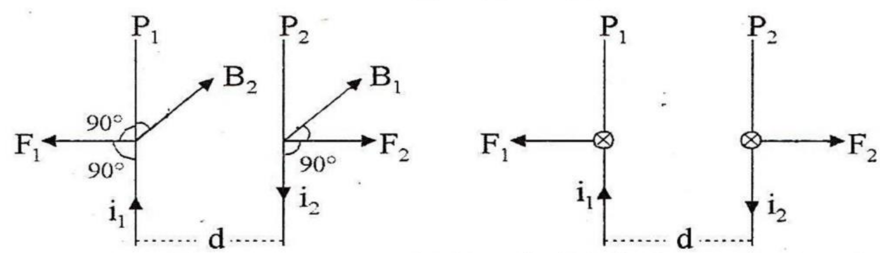
या $\qquad \frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$ न्यूटन /मीटर $\qquad \ldots..(4)$

समीकरण (3) तथा (4) से

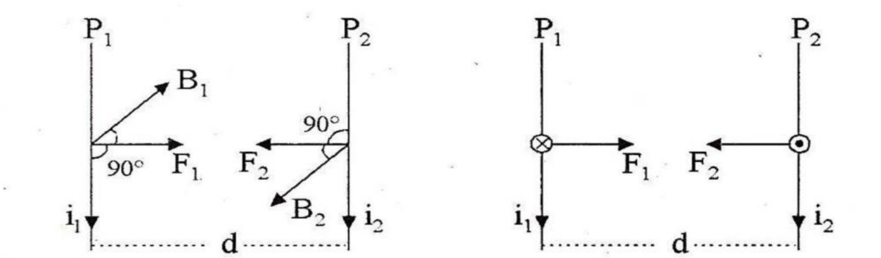
$$\frac{F_1}{l} = \frac{F_2}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d} \text{ न्यूटन/मी.}$$

चित्र से स्पश्ट है, यदि दो समान्तर धारावाही चालकों में धारा एक ही दि" ाा में हो तो उनके मध्य आकर्शण बल कार्य करता है।

वि"ोश स्थितियाँ–(i) यदि धारा परस्पर विपरीत दि" ाा में हो तो प्रतिकर्शण होगा।



(ii) यदि धारा परस्पर एक ही दिशा में होती है तो आकर्षण होता है।



दो समान्तर धारावाही तारों के बीच प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर कार्यकारी पारस्परिक बल

$$\frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{i_1 i_2}{d}\right) \text{ न्युटन /मीटर}$$

परन्तु $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ न्यूटन / ऐम्पियर^2

$\therefore \quad \frac{F_1}{l} = \frac{4\pi X 10^{-7}}{2\pi} \left(\frac{i_1 i_2}{d}\right)$ न्यूटन /मीटर

$= (2 \times 10^{-7}) \left(\frac{i_1 i_2}{d}\right)$ न्यूटन/मीटर

यदि $i_1 = i_2 = i$ ऐम्पियर और $d = 1$ मीटर तब

$F_{1/l} = (2 \times 10^{-7}) i^2$ न्यूटन /मीटर

अतः यदि इन तारों के बीच प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल

2×10^{-7} न्यूटन/मीटर हो, तो 2×10^{-7} न्यूटन/मीटर $= (2 \times 10^{-7}) i^2$ न्यूटन/मीटर अर्थात् $i = 1$

अतः 1ऐम्पियर वह वैद्युत धारा है जो वायु (या निर्वात)में एक–दुसरे से एक मीटर दुर स्थित दो सीधे लम्बे एंव संमान्तर तारों में प्रवाहित होने पर प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर 2×10^{-7}न्युटन का बल आरोपित करती है।

CBEO BHINDER

अध्याय 5 – चुंबकत्व एवं द्रव्य

प्रश्न 1. चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण का मात्रक है–

(i) न्यूटन/ऐम्पियर–मीटर

(ii) ऐम्पियर–मीटर ^{2}

(iii) वेबर/मीटर^{2}

(iv) हेनरी

उत्तर– (ii) ऐम्पियर–मीटर ^{2}

प्रश्न 2. पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुवों पर नति (नमन) कोण का मान है–

(i) 45°

(ii) 30°

(iii) शून्य

(iv) 90°

उत्तर– (iv) 90°

प्रश्न 3. चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक याम्योत्तर के बीच के कोण को कहते हैं–

(i) नति कोण

(ii) दिक्पात कोण

(iii) ध्रुवण कोण

(iv) क्रान्तिक कोण

उत्तर– (ii) दिक्पात कोण

प्रश्न 4. किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर घटक बराबर हैं। उस स्थान पर नति कोण का मान होगा–

(i) 0°

(ii) 45°

(iii) 60°

(iv) 90°

उत्तर– (ii) 45°

प्रश्न 5. पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक शून्य होता है–

(i) चुम्बकीय ध्रुवों पर

(ii) भौगोलिक ध्रुवों पर

(iii) प्रत्येक स्थान पर

(iv) चुम्बकीय निरक्ष पर

उत्तर– (i) चुम्बकीय ध्रुवों पर

प्रश्न 6. किसी चुम्बक को 90° से घुमाने में किया गया कार्य होगा –

(A) + m.B

(B) – m.B

(C) 1
(D) 0
उत्तर– 0
प्रश्न 7. किसी स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकत्व का क्षैतिज घटक H = 0.3 x 10-4 वेबर/मी2 तथा नमन कोण 30° है। सम्पूर्ण चुम्बकीय क्षेत्र का मान होगा|
(i) 0.46 x 10^{-4} वेबर/$मी^2$
(ii) 0.26 x 10^{-4} वेबर/$मी^2$
(iii) 4.6 x 10^{-6} वेबर/$मी^2$
(iv) 3.4 x 10^{-5} वेबर/$मी^2$
उत्तर– (iv) 3.4 x 10^{-5} वेबर/$मी^2$
प्रश्न 8. चुम्बकीय प्रवृत्ति का मान कम परन्तु धनात्मक होता है–
(i) अनुचुम्बकीय पदार्थों के लिए।
(ii) लौहचुम्बकीय पदार्थों के लिए
(iii) प्रतिचुम्बकीय पदार्थों के लिए
(iv) उपरोक्त सभी पदार्थों के लिए
उत्तर– (i) अनुचुम्बकीय पदार्थों के लिए
प्रश्न 9. अनुचुम्बकीय पदार्थों की चुम्बकशीलता का मान होता है–
(i) 0
(ii) > 1
(iii) < 1
(iv) 1
उत्तर– (ii) > 1
प्रश्न 10. निर्वात् या हवा की चुम्बकशीलता μ_o का मान होता है –
(i) 4π x 10^{-7} हेनरी/मीटर
(ii) 4π x 10^{-9} हेनरी/मीटर
(iii) 4πx 10^{-7} हेनरी/मीटर
(iv) 4π x 10^{7} हेनरी/मीटर
उत्तर– (i) 4π x 10^{-7} हेनरी/मीटर

प्रश्न 11. चुम्बकीय याम्योत्तर की परिभाषा लिखिए।
उत्तर– किसी स्थान पर अपने गुरुत्व केन्द्र से स्वतन्त्रतापूर्वक लटकायी गयी चुम्बक के चुम्बकीय अक्ष से गुजरने वाले ऊर्ध्वाधर तल को चुम्बकीय याम्योत्तर कहते हैं।
प्रश्न 12 नति कोण से आप क्या समझते हैं?
उत्तर– नति कोण वह कोण है, जो चुम्बकीय याम्योत्तर में पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र Be की दिशा तथा क्षैतिज दिशा के बीच बनता है।

प्रश्न 13. दिक्पात कोण से क्या तात्पर्य है?

उत्तर– पृथ्वी की सतह पर किसी स्थान पर भौगोलिक याग्योत्तर तथा चुम्बकीय याम्योत्तर के बीच बने न्यूनकोण को उस स्थान के लिए दिक्पात कोण कहते हैं। इसे 'α' से प्रदर्शित करते हैं।

प्रश्न 14. किसी स्थान पर नति कोण, पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक तथा ऊर्ध्व घटक के बीच सम्बन्ध लिखिए।

उत्तर– $\tan\theta = V/H$ (जहाँ θ = नति कोण, $V = B_e \sin\theta$ (ऊर्ध्व घटक) , $H = B_e \cos\theta$ (क्षैतिज घटक) जहाँ, B_e = पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र]

प्रश्न 15. किन्हीं दो प्रतिचुम्बकत्व वाले पदार्थों के नाम लिखिए।

उत्तर– बिस्मथ तथा ऐण्टीमनी।

प्रश्न 16. निम्नलिखित पदार्थों में से प्रतिचुम्बकीय तथा अनुचुम्बकीय पदार्थों को चुनिए–ताँबा, सोडियम, प्लैटिनम तथा चाँदी।

उत्तर– प्रतिचुम्बकीय – ताँबा, चाँदी

अनुचुम्बकीय – सोडियम, प्लैटिनम

प्रश्न 17. क्यूरी का नियम तथा क्यूरी ताप से आप क्या समझते हैं?

उत्तर– क्यूरी का नियम (Curie Law): अनुचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ) परम ताप (T) के व्युत्क्रमानुपाती होती है

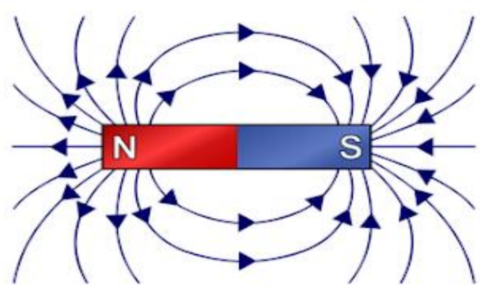
अर्थात् $\chi \propto$ 1T1T अर्थात् χ = CTCT, जहाँ C क्यूरी नियतांक है।

क्यूरी ताप (Curie Heat):

क्यूरी ताप लौहचुम्बकीय पदार्थ के लिए वह ताप है जिसके नीचे पदार्थ लौहचुम्बकीय एवं जिसके ऊपर पदार्थ अनुचुम्बकीय होता है।

प्रश्न 18. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं क्या है चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण लिखें?

उत्तर– एक चुम्बक के पास कोई चुम्बकीय सुई (कम्पास सूई) लायी जाए तो चुंबकीय सुई एक निश्चित दिशा में ठहरती है , अब यदि चुम्बकीय सुई की स्थिति बदल दी जाए तो इसके ठहरने की दिशा भी बदल जाती है इसी प्रकार सुई एक वक्र पथ में विचलित होती रहती है। इससे यह सिद्ध होता है की चुम्बकीय क्षेत्र की रेखा वक्र के रूप में होती है इन्हीं वक्र रेखाओं को चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ रेखाएं कहते है।



चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण

1. चुम्बकीय रेखाएं बंद वक्र के रूप में होती है

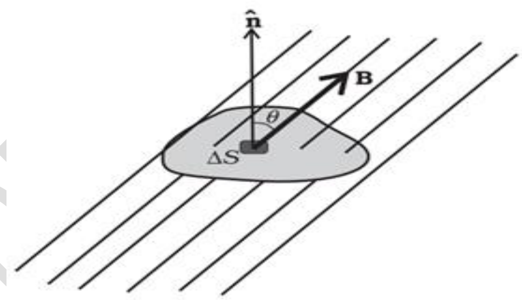
किसी भी चुम्बक के बाहर चुम्बकीय रेखाएं उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव की ओर चलती है तथा चुम्बक के भीतर दक्षिण ध्रुव से उत्तर ध्रुव की ओर चलती है , चुम्बकीय क्षेत्र बल रेखाओ का अंत नहीं है।

2. किसी भी चुम्बकीय बल रेखा पर खिंची गयी स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।

3. दो चुम्बकीय बल रेखाये कभी भी एक दूसरे को नही काटती है , क्योंकि अगर ये एक दूसरे को काटे तो कटान बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दो दिशाएं प्राप्त होती है जो की असंभव है।
4. जिस स्थान पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता अधिक होती है वहां सघन रेखाओ से दर्शाया जाता है तथा जहाँ चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता का मान कम होता है वहाँ कम रेखाओ से प्रदर्शित किया जाता है।

प्रश्न 19. चुम्बकत्व में गाउस के नियम को लिखिए।

उत्तर– चुम्बक में दो ध्रुव पाए जाते है तथा इन दोनों ध्रुवों को अलग नहीं किया जा सकता अर्थात किसी एक ध्रुव का अस्तित्व संभव नहीं है तथा धारावाही लूप या चुम्बकीय द्विध्रुव को चुम्बकत्व का सबसे छोटा रूप माना जाता है यही कारण है की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं सतत तथा बंद वक्र के रूप में होती है।



चित्रानुसार माना एक बंद लूप है जिसका क्षेत्रफल S है , हम स्पष्ट रूप से देख सकते है की बंद पृष्ठ (S) से बाहर निकलने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या , बंद पृष्ठ (S) में प्रवेश करने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या के बराबर होगी। अर्थात पृष्ठ में जितनी बल रेखाएं प्रवेश करती है उतनी बल रेखाएं बाहर निकलती है।
यदि प्रवेश करने वाली बल रेखाओ को धनात्मक चिह्न के साथ लिखे तथा बाहर निकलने वाली बल रेखाओ को ऋणात्मक चिह्न के साथ लिखे तो प्रवेश करने वाली बल रेखायें = बाहर निकलने वाली बल रेखायें अर्थात प्रवेश करने वाली बल रेखायें – बाहर निकलने वाली बल रेखायें = 0 अतः हम कह सकते है की नेट क्षेत्र रेखाओं की संख्या शून्य होगी इसे चुम्बकत्व के सम्बन्ध में गाउस का नियम कहते है। अर्थात

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

अतः चुम्बकत्व के सन्दर्भ में गाउस के नियमानुसार " किसी भी बन्द पृष्ठ से गुजरने वाला नेट चुम्बकीय फ्लक्स शून्य होता है। "

प्रश्न 20. प्रति तथा अनुचुम्बकीय पदार्थों में मुख्य अन्तर लिखिए।
उत्तर– ऐसे पदार्थ जो तीव्र प्रबलता के चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर क्षेत्र की विपरीत दिशा में आंशिक रूप से चुम्बकित होते हैं, प्रति चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। जैसे—सोना, चाँदी, हीरा, नमक, जल, वायु आदि। ऐसे पदार्थ जो प्रबल तीव्रता के चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर क्षेत्र की दिशा में आंशिक रूप से चुम्बकित होते हैं, अनुचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। जैसे–ऐलुमिनियम, प्लैटिनम, सोडियम, कॉपर क्लोराइड, ऑक्सीजन आदि।

प्रश्न 21. किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर प्रतिचुम्बकीय पदार्थों का व्यवहार अनुचुम्बकीय पदार्थों से किस प्रकार भिन्न होता है?
उत्तर– प्रतिचुम्बकीय पदार्थों की छड़ों को शक्तिशाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच स्वतन्त्रतापूर्वक लटकाने

पर इनकी अक्ष (लम्बाई) चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् दिशा में हो जाती है। जबकि अनुचुम्बकीय पदार्थों की छड़ों को शक्तिशाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच स्वतन्त्रतापूर्वक लटकाने पर इनकी अक्ष (लम्बाई) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में हो जाती है।

प्रश्न 22. विद्युत चुम्बक किसी स्थायी चुम्बक से किस प्रकार भिन्न होता है?

उत्तर– वैद्युत चुम्बक बनाने के लिए नर्म लोहे की एक सीधी छड़ अथवा घोड़े की नाल के आकार की छड़ पर किसी चालक पदार्थ के वैद्युतरोधी तार लपेटकर तार में धारा प्रवाहित की जाती है। धारा प्रवाहित करने पर परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है तथा छड़ के अन्दर उपस्थित डोमेनों के घूर्णन द्वारा वह पूर्णत: चुम्बकित हो जाती है। वैद्युत चुम्बकों का उपयोग वैद्युत घण्टी, ट्रांसफॉर्मर, वैद्युतमोटर, डायनमो आदि में किया जाता है जबकि स्थायी चुम्बक बनाने के लिए स्टील का प्रयोग किया जाता है, क्योंकि स्टील की धारणशीलता नर्म लोहे से कम होती है परन्तु इसकी निग्राहिता नर्म लोहे की अपेक्षा बहुत अधिक होती है। स्टील का एक बार चुम्बकन हो जाने पर सरलता से विचुम्बकन नहीं होता है।

प्रश्न 23. चुम्बकशीलता, चुम्बकीय प्रवृत्ति तथा आपेक्षिक चुम्बकशीलता से क्या तात्पर्य है? किस प्रकार के चुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति ताप पर निर्भर नहीं करती है?

उत्तर– चुम्बकशीलता μ (Magnetic Permeability)- जब किसी चुम्बकीय पदार्थ को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखते हैं तो वह पदार्थ चुम्बकित हो जाता है तथा उस पदार्थ में से, वायु के सापेक्ष, अधिक बल–रेखाएँ गुजरती हैं। इससे स्पष्ट है कि बल–रेखाएँ वायु की अपेक्षा चुम्बकीय पदार्थ में से अधिक सुगमता से गुजरती हैं। इसे हम इस प्रकार भी व्यक्त कर सकते हैं कि वायु की अपेक्षा लोहे में अधिक 'चुम्बकशीलता' है। किसी चुम्बकीय पदार्थ में उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण तथा चुम्बकीय क्षेत्र में के अनुपात को पदार्थ की चुम्बकशीलता कहते हैं, अर्थात् संख्यात्मक रूप से $\mu = B/H$ इसका S.I. मात्रक वेबर/(ऐम्पियर–मीटर) अथवा न्यूटन/ऐम्पियर^2 है।

आपेक्षिक चुम्बकशीलता μ_r (Relative Magnetic Permeability)- किसी चुम्बकीय पदार्थ की आपेक्षिक चुम्बकशीलता, पदार्थ की चुम्बकशीलता μ_0 तथा निर्वात् (वायु) की चुम्बकशीलता के अनुपात को कहते हैं यह विमाहीन राशि है तथा निर्वात् के लिए इसका मान 1 है।

चुम्बकीय प्रवृत्ति χ_m (Magnetic Susceptibility)- किसी पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति उस पदार्थ के चुम्बकत्व धारण करने की क्षमता से नापी जाती है अर्थात् कोई पदार्थ चुम्बकीय क्षेत्र में कितनी सरलता से चुम्बकित होता है। किसी चुम्बकीय पदार्थ में उत्पन्न हुई चुम्बकीय तीव्रता (I) तथा उसे उत्पन्न करने वाले चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता (H) के अनुपात को उस पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति कहते हैं, अर्थात् यह एक शुद्ध संख्या है, (I तथा H दोनों के मात्रक एक ही हैं) तथा निर्वात् के लिए इसका मान शून्य न शून्य है (क्योंकि निर्वात् में चुम्बकेन नहीं हो सकता)। अतः इसका कोई मात्रक नहीं होता है। प्रतिचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति ताप पर निर्भर नहीं करती है।

प्रश्न 24. चुंबक किसे कहते हैं? चुंबक के प्रकार लिखिए।

उत्तर– चुंबक एक ऐसा पदार्थ है जो कि लोहा और चुंबकीय पदार्थों को अपनी ओर आकर्षित करता है वह चुंबक कहलाता है |

चुंबक का इस्तेमाल कई वस्तुओं में और कई जगह पर किया जाता है इसीलिए चुंबक अलग–अलग प्रकार से बनाए जाते हैं. और कुछ चुंबक हमें प्राकृतिक रूप से भी मिलते हैं. इसीलिए चुंबक दो प्रकार के होते हैं.

1. प्राकृतिक चुंबक (Natural Manget)

2. कृत्रिम चुंबक (Artificial Manget)

1. प्राकृतिक चुंबक (Natural Manget)

कृतिक चुंबक खदानों में खुदाई करके प्राप्त किया जाता है. कुछ विद्वानों के अनुमान के अनुसार सबसे पहले प्राकृतिक चुंबक एशिया के मैग्नीशिया शहर में पाया गया था. उस समय यह कच्ची धातु के रुप में पाया गया था और इस कच्ची धातु को Load Stone के नाम से जाना जाता था. लोहे तथा दूसरे चुंबकीय पदार्थों को अपनी ओर आकर्षित करने के कारण इसका नाम मैग्नेटाइट रखा गया और बाद में इसे मैग्नेट का नाम दिया गया.

2. कृत्रिम चुंबक (Artificial Manget)

कृत्रिम चुंबक मानव द्वारा बनाया गया एक बनावटी चुंबक होता है .जिसमें प्राकृतिक चुंबक के मुकाबले कहीं ज्यादा शक्ति होती है. लेकिन कृत्रिम चुंबक भी बनावट के आधार पर दो प्रकार के होते हैं.

स्थाई चुंबक

ऐसी चुंबक जिसमें चुंबक था हमेशा के लिए बनी रहती है उसे स्थाई चुंबक कहा जाता है. स्थाई चुंबक बनाने के लिए स्टील कार्बन स्टील तथा कोबाल्ट जैसी धातुओं का इस्तेमाल किया जाता है. स्थाई चुंबक अलग–अलग आकार में बनाई जाती है जिनका इस्तेमाल अलग–अलग वस्तुओं और जगह पर किया जाता है.

अस्थाई चुंबक

ऐसी चुंबक जिसकी चमकता तब तक रहती है .जब तक उस पर चुंबकीय बल लगा रहता है. जैसे ही चुंबकीय बल हटा लिया जाए तो उसकी चमकता खत्म हो जाती है. इस प्रकार की चुंबक अस्थाई चुंबक या इलेक्ट्रो मैगनेट कहलाती है. इस प्रकार की चुंबक लोहे या स्टील की रोड पर तांबे की तार लपेट कर उसमें करंट प्रवाह करके बनाई जाती है.इस प्रकार की चुंबक का इस्तेमाल विद्युत घंटी, बजर ,मोटर इत्यादि में किया जाता है.

प्रश्न 25. छड़ चुंबक की विशेषताएँ लिखिए।

उत्तर– यह लोहा, निकेल, कोबाल्ट को अपनी ओर आकर्षित करता है।

यदि छड़ चुम्बक के पास लोहे का बुरादा लाये तो किनारों पर अधिक आकर्षित होता है किनारों से मध्य की ओर चलने पर आकर्षण कम हो जाता है और मध्य में आकर्षण नगण्य होता है किनारों पर जहाँ आकर्षण सबसे अधिक है चुम्बक के ध्रुव कहते है।

चुम्बकीय ध्रुवों की आकर्षण क्षमता को चुम्बकीय आवेश qm से व्यक्तकरते है जिसका मात्रक अमीटर x मीटर होता है।

चुम्बक को गुरूत्व केन्द्र से स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर एक सिरा उत्तर की ओर दूसरा सिरा दक्षिण की ओर ठहरता है जो सिरा उत्तर की ओर ठहरता है उसे उत्तरी ध्रुव और जो सिरा दक्षिण की ओर ठहरता है उसे दक्षिण ध्रूव कहते है।

स्वतंत्रतापूर्वक लटकी हुई छड़ चुम्बकीयश् के उत्तरी ध्रवु और दक्षिण ध्रवु में से जाने वाली रेखा को चुम्बकीय अक्ष कहते है और चुम्बकीय अक्ष में से गुजरने वाला ऊध्र्वाधर तल चुम्बकीय याग्योत्तर कहलाता है।

समान ध्रुवों में प्रतिकर्षित और असमान ध्रुवों में आकर्षण होता है।

छड़ चुम्बक को गर्म करने पर काफी समय तक रखे रहने पर पीटने पर धीरे धीरे चुम्बकत्व का गुण नष्ट होने लगता है।

यदि चुम्बक को विभाजित करे तो उतने ही चुम्बक बन जाते हैं परन्तु प्रत्येक टुकड़े का चुम्बकत्व कम हो जाता है अतः एकल ध्रुव मिलना सम्भव नहीं है यानि की चुम्बकीय ध्रुव हमेशा जोड़े के रूप में पाये जाते है।

CBEO BHINDE

अध्याय 6

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro-magnetic Induction)

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रश्न 01 चुम्बकीय फ्लक्स और प्रतिरोध का अनुपात का मात्रक निम्न मे से किस राशि के मात्रक के समान होगा–

(अ) आवेश (ब) विभवान्तर

(स) धारा (द) चुम्बकीय क्षेत्र

उत्तर (अ) आवेश

प्रश्न 02 एक तांबे के तार की कुण्डली को एक समान चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर गतिशील होने पर प्रेरित विधुत धारा का मान होगा–

(अ) अनंत (ब) शुन्य

(स) चुम्बकीय क्षेत्र के बराबर (द) कुण्डली के काट के क्षेत्र के बराबर

उत्तर (ब) शुन्य

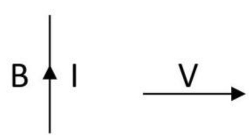
प्रश्न 03 लेंज का नियम देता है–

(अ)प्रेरित धारा का परिमाण (ब) प्रेरित वि.वा.बल का परिमाण

(स) प्रेरित धारा की दिशा (द) प्रेरित धारा का परिमाण और दिशा दोनों

उत्तर (स) प्रेरित धारा की दिशा

प्रश्न 04 चुम्बकीय क्षेत्र B मे एक चालक तार दांयी ओर चल रहा है उसमें प्रेरित विधुत धारा की दिशा चित्रानुसार हो तो चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा होगी–



(अ) कागज के तल में बांयी ओर

(ब) कागज के तल में दांयी ओर

(स) कागज के तल के लम्बवत नीचे की ओर

(द) कागज के तल के लम्बवत ऊपर की ओर

उत्तर (स) कागज के तल के लम्बवत नीचे की ओर

प्रश्न 05 समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन करती हुई किसी कुण्डली मे प्रेरित विधुत वाहक बल तथा सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मध्य कलांतर होगा–

(अ) $\frac{\pi}{4}$ (ब) $\frac{\pi}{2}$

(स) $\frac{\pi}{3}$ (द) π

उत्तर (ब) $\frac{\pi}{2}$

प्रश्न 06 विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के प्रेरित विद्युत वाहक बल का मान केवल निर्भर करता है–

(अ) चालक के प्रतिरोध पर

(ब) चुम्बकीय क्षेत्र के मान पर

(स) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के सापेक्ष चालक के झुकाव पर

(द) सम्बद्ध फ्लक्स के परिवर्तन की दर पर

उत्तर (द) सम्बद्ध फ्लक्स के परिवर्तन की दर पर

प्रश्न 07 यदि $2 \times 10^{-3} H$ स्वप्रेरण गुणांक वाली कुण्डली मे धारा 0.1 सैकण्ड मे एक समान रूप से 1 A तक बढ़ती है तो प्रेरित विद्युत वाहक बल का परिमाण होगा–

(अ) 2 V (ब) 0.2 V

(स) 0.02 V (द)शुन्य

उत्तर (स) 0.02 V

व्याख्या :–

$$E = L\frac{dI}{dt} = 2 \times 10^{-3} \times \frac{1}{0.1} = 0.02 \text{ वोल्ट}$$

प्रश्न 08 100 घेरो वाली उस कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक कितना होगा यदि इसमे 5 A की धारा 5×10^3 मैक्सवेल का चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न करे–

(अ) $0.5 \times 10^{-3} H$ (ब) $2 \times 10^{-3} H$

(स) शुन्य (द) $10^{-3} H$

उत्तर (द) $10^{-3} H$

व्याख्या :– $\phi = 5 \times 10^3$ मैक्सवेल $= 5 \times 10^3 \times 10^{-8}$ वेबर $= 5 \times 10^{-5}$ वेबर

$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{100\times5\times10^{-5}}{5} = 10^{-3}H$$

<u>अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न</u>

प्रश्न 09 स्वप्रेरण को विद्युत जड़त्व क्यों कहते है?

उत्तर स्वप्रेरण विद्युत परिपथ में धारा की वृद्धि अथवा क्षय का विरोध करता है। अतः इसे विद्युत जड़त्व कहते है।

प्रश्न 10 अन्योन्य प्रेरण गुणांक का विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर $[M^1L^2T^{-2}A^{-2}]$

प्रश्न 11 लैंज के नियम का कथन लिखिए।

उत्तर विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की प्रत्येक अवस्था मे प्रेरित विद्युत वाहक बल तथा प्रेरित धारा की दिशा इस प्रकार होती है किवे उन कारणो का विरोध करते है जिनके कारण इनकी उत्पत्ति हुई है।

प्रश्न 12 यदि L तथा R क्रमशः स्वप्रेरकत्व तथा प्रतिरोध है तो $\frac{L}{R}$ का विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर $[M^0L^0T^1]$

प्रश्न 13 r त्रिज्या तथा N घेरो वाली एक वृत्ताकार समतल कुण्डली के स्वप्रेरकत्व का सूत्र लिखिए।

उत्तर $L = \frac{\mu_0\pi N^2 r}{2}$ हेनरी

जहाँ μ_0 वायु अथवा निर्वात् की चुम्बकीयशीलता है।

प्रश्न 14 धारामापी के क्रोड मे भंवर धाराओ के प्रभाव को किस प्रकार कम किया जा सकता है।

उत्तर क्रोड को पटलित करके।

प्रश्न 15 किसी कुण्डली के स्वप्रेरकत्व की परिभाषा दीजिए एवं इसका SI मात्रक लिखिए।

उत्तर किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान मे परिवर्तन होता है तो इसी कुण्डली मे प्रेरित विद्युत वाहक बल तथा प्रेरित धारा उत्पन्न होने की घटना को स्वप्रेरण कहते है। स्वप्रेरण गुणांक का SI मात्रक हेनरी (H) होता है।

प्रश्न 16 किसी कुण्डली के स्वप्रेरकत्व के प्रभाव को नगण्य करने के लिए क्या करना चाहिए ?

उत्तर तार को दोहराकर बनाई गई कुण्डली मे स्वप्रेरकत्व का प्रभाव नगण्य हो जाता है।

CBEO BHINDER

प्रश्न 17 भंवर धाराए बनने का क्या कारण हैं?

उत्तर चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होने से उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के कारण भंवर धाराए प्रवाहित होती है।

प्रश्न 18 स्वप्रेरकत्व की कुण्डली में संग्रहित चुम्बकीय उर्जा का सूत्र लिखिए। जबकि इसमे I_0 धारा प्रवाहित की जाती है।

उत्तर L स्वप्रेरकत्व की कुण्डली में संग्रहित चुम्बकीय उर्जा $= \frac{1}{2}LI_0^2$

प्रश्न 19 किसी परिपथ में 0.1 सैकण्ड मे धारा 5.0 A से शुन्य तक गिरती है। यदि औसत प्रेरित वि.वा.बल 100 वोल्ट है तो परिपथ मे प्रेरक के स्वप्रेरकत्व की गणना कीजिए।

उत्तर दिया गया है $\frac{dI}{dt} = \frac{0-5}{0.1} = -50$ एम्पियर/सैकण्ड

$E = 100$ वोल्ट

$\because$ प्रेरित वि.वा.बल $E = -L\frac{dI}{dt}$

$\Rightarrow 100 = -L \times (-50)$

$\Rightarrow L = \frac{100}{50} = 2$ हेनरी

प्रश्न 20 वायु क्रोड वाली एक परिनालिका मे 1000 फेरे है तथा यह एक मीटर लम्बी है। इसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 10 सेमी^{2} है इसका स्वप्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

उत्तर $\because$ स्वप्रेरक $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (1000)^2 \times 10 \times 10^{-4}}{1}$

$= 1.256 \times 10^{-3} H$

प्रश्न 21 एक कुण्डली की लम्बाई अपरिवर्तित रखकर उसमें फेरो की संख्या दुगुनी कर देने पर कुण्डली के स्वप्रेरकत्व पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

उत्तर $\because L \propto N^2$

$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$

$\Rightarrow L_2 = L_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$

CBEO BHINDER

$$\Rightarrow\ L_2 = L_1(2)^2$$

$$\Rightarrow L_2 = 4L_1$$

प्रश्न 22 अन्योन्य प्रेरण गुणांक की परिभाषा दीजिए तथा इसका मात्रक और विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर दो कुण्डलीयो के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध उस चुम्बकीय फ्लक्स के बराबर होता है जो प्राथमिक कुण्डली में एकांक धारा प्रवाहित करने पर उत्पन्न होता है, अर्थात् प्राथमिक कुण्डली में एकांक मान की धारा प्रवाहित करने पर द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स अन्योन्य प्रेरण गुणांक M कहलाता है।

अन्योन्य प्रेरण गुणांक का SI पद्धति मे मात्रक हेनरी होता है।

अन्योन्य प्रेरण गुणांक का विमीय $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$ सूत्र होता है।

प्रश्न 23 फैराडे का वैद्युत–चुम्बकीय प्रेरण का नियम लिखिए।

उत्तर 1. फैराडे का प्रथम नियम :– इस नियम के अनुसार जब किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है तो कुण्डली मे प्रेरित विद्युत वाहक बल तथा प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

2. फैराडे का द्वितीय नियम :– इस नियम के अनुसार कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल फ्लक्स मे परिवर्तन की दर के समानुपाती होता है।

यदि Δt समयान्तराल मे चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन $\Delta\phi$ हो तो–

प्रेरित वि.वा.बल $\propto$ फ्लक्स मे परिवर्तन की दर

$$E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$E = K\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

जहॉ K समानुपाती नियतांक है जिसका सभी मात्रक पद्धतियो मे मान 1 होता है

$$\therefore E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

सीमा $\Delta t \to 0$ मे $\quad E = \frac{d\phi}{dt}$

CBEO BHIND

प्रश्न 24 एक वर्गाकार लूप की भुजा की लम्बाई 4 मीटर है तथा यह 2.5 T के एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा है। लूप के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र का मान शुन्य है। यदि लूप 2 मी./सै. के वेग से चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत गति करता हुआ क्षेत्र से बाहर आ रहा हो तो एक सैकण्ड पश्चात् लूप मे प्रेरित वि.वा.बल का मान ज्ञात कीजिए।

उत्तर दिया गया है–

$l = 4\,m \quad , \quad B = 2.5\,T \ , \quad v = 2\frac{m}{s} \quad , \quad \Delta t = 1\,s$

$E = ?$

फ्लक्स मे परिवर्तन $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$

$$= \frac{BA}{2} - BA = -\frac{BA}{2}$$

वर्ग का क्षेत्रफल $A =$ (भुजा)^2 $= (4)^2 = 16\,m^2$

$\Delta\phi = -\frac{2.5\times 16}{2} = -20$ वेबर

प्रेरित विद्युत वाहक बल $E = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

$$E = -\frac{(-20)}{1} = 20 \text{ वोल्ट}$$

प्रश्न 25 पूर्व से पश्चिम दिशा मे स्थित कोई 2 मी. लम्बा सीधा क्षैतिज चालक तार 0.3×10^{-4} टेसला के पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक के लम्बवत 5 मी/से. की चाल से गिर रहा है। तार के सिरो के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल के तात्क्षणिक मान की गणना कीजिए।

उत्तर दिया गया है $l = 2$ मीटर

$B = 0.3\times 10^{-4}$ टेसला

प्रेरित विद्युत वाहक बल $E = Blv$

$$= 0.3\times 10^{-4}\times 2\times 5$$

$$= 3\times 10^{-4} \text{ वोल्ट}$$

CBEO BHINDER

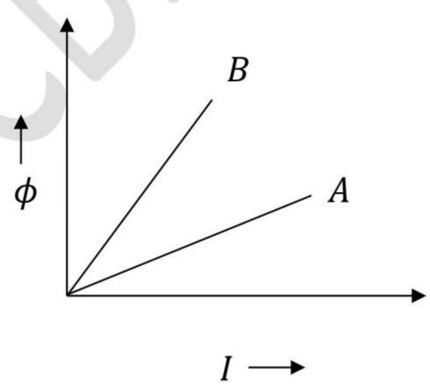
प्रश्न 26 लेंज का नियम उर्जा संरक्षण नियम का पालन करता है समझाइये।

उत्तर विद्युत–चुम्बकीय प्रेरण के प्रयोगो मे हमने देखा कि कुण्डली के सिरे पर ऐसा ध्रुव बनता है जो चुम्बक की गति का विरोध करता है। उदाहरण के लिए जब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को कुण्डली के किसी सिरे की ओर ले जाया जाता है तो कुण्डली के इस सिरे की ओर उत्तरी ध्रुव बन जाता है। जो कि चुम्बक के पास आने का प्रतिकर्षण द्वारा विरोध करता है और इसी प्रतिकर्षण बल के विरूद्ध हमें कार्य करना होता है जो कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल के रूप में संचित हो जाता है।

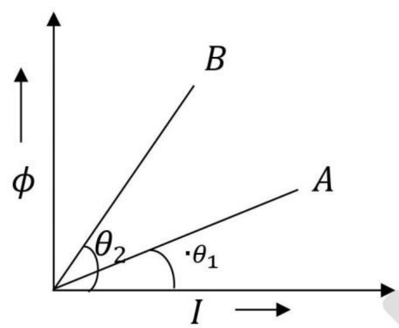
ठीक इसी प्रकार जब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को कुण्डली से दूर ले जाया जाता है तो कुण्डली मे धारा की दिशा इस प्रकार होती है कि कुण्डली का सिरा दक्षिणी ध्रुव की भांति कार्य करता है तथा दूर जाते चुम्बक को आकर्षण द्वारा रोकने का प्रयास करता है। इस आकर्षण बल के विरूद्ध चुम्बक को दूर गति करवाने के लिए कार्य करना पड़ता है। यही कार्य कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल के रूप मे संचित हो जाता है।

अतः इस स्पष्टीकरण से यह कहा जा सकता है कि लेंज के नियम में उर्जा संरक्षण की अनुपालना होती है।

प्रश्न 27 दो कुण्डली A व B के लिए चुम्बकीय फ्लक्स ϕ एवं विद्युत धारा के मध्य आरेख दर्शाया गया है किस कुण्डली का स्वप्रेरकत्व अधिक होगा ?



उत्तर



$\because \theta_2 > \theta_1$

$\therefore \tan\theta_2 > \tan\theta_1$

$\Rightarrow \left(\frac{\phi}{I}\right)_B > \left(\frac{\phi}{I}\right)_A$

$\Rightarrow L_B > L_A$

<u>लघुत्तरात्मक प्रश्न</u>

प्रश्न 28 परिनालिका में संचित चुम्बकीय उर्जा का व्यंजक परिनालिका के चुम्बकीय क्षेत्र B, काट क्षेत्रफल A तथा लम्बाई l के पदो मे प्राप्त कीजिए।

उत्तर परिनालिका मे संचित चुम्बकीय उर्जा $U_B = \frac{1}{2}LI^2$

परिनालिका के लिए $B = \mu_0 nI = \mu_0 \frac{N}{l} I$

$$I = \frac{Bl}{\mu_0 N}$$

$$\therefore U_B = \frac{1}{2} L \frac{B^2 l^2}{\mu_0^2 N^2}$$

परन्तु स्वप्रेरकत्व $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} A$

अतः $U_B = \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2}{l} A \frac{B^2 l^2}{\mu_0^2 N^2}$

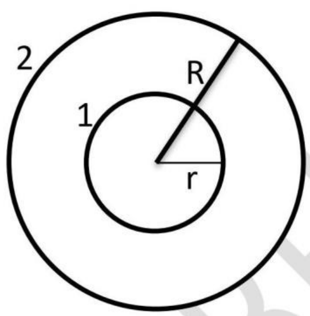
$$U_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2 A l$$

तथा प्रति एकांक आयतन संचित उर्जा

$$U_{B_V} = \frac{U_B}{Al} = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

प्रश्न 29 r तथा R त्रिज्याओं की दो सकेन्द्रीय वृत्ताकार कुंडलियाँ समाक्ष रूप मे स्थित है। यदि $R >> r$ हो तो कुण्डलीयो के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

उत्तर



माना कि r तथा R त्रिज्याओ की दो सकेन्द्रीय वृत्ताकार कुण्डलियाँ समाक्ष रूप मे स्थित है। जबकि $R >> r$ है माना कि कुण्डली 2 मे से I_2 धारा प्रवाहित होती है जिससे कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र –

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2R} \quad \text{------} (1)$$

कुण्डली 1 के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के लिए B_2 को नियत माना जा सकता है।

अतः

$$\phi_1 = \pi r^2 B_2 \quad \text{------}(2)$$

समीकरण (1) व (2) से –

$$\phi_1 = \pi r^2 \times \frac{\mu_0 I_2}{2R} = \frac{\mu_0 \pi r^2}{2R} \times I_2 \quad \text{------}(3)$$

अन्योन्य प्रेरण गुणांक

CBEO BHINDER

$$M = \frac{\phi_1}{I_2} = \frac{\mu_0 \pi r^2}{2R^2}$$

$$\Rightarrow M = \frac{\mu_0 \pi r^2}{2R^2}$$

प्रश्न 30 स्वप्रेरकत्व की परिभाषा लिखिए। एक लम्बी परिनालिका के स्वप्रेरकत्व के सूत्र की व्युत्पति कीजिए।

उत्तर किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है तो इसी कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल तथा प्रेरित धारा उत्पन्न होने की घटना को स्वप्रेरण कहते है।

एक A अनुप्रस्थ काट तथा l लम्बाई की परिनालिका है जिसमे फेरो की संख्या N है। यदि I मान की धारा प्रवाहित हो रही हो तो परिनालिका मे उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र –

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \qquad \text{--------}(1)$$

परिनालिका से सम्बद्ध फ्लक्स –

$$\phi_0 = BA$$

$$\phi_0 = \frac{\mu_0 NIA}{l}$$

यदि कुल फेरों की संख्या N हो तो –

सम्बद्ध फ्लक्स $\phi = N\phi_0$

$$\phi = N \times \frac{\mu_0 NIA}{l} \qquad \{\because A = \pi r^2$$

$$\phi = \frac{\mu_0 N^2 I \pi r^2}{l}$$

हम जानते है कि

स्वप्रेरकत्व $L = \frac{\phi}{I}$

$$L = \frac{\mu_0 \pi N^2 r^2}{l}$$ हेनरी

CBEO BHINDER

प्रश्न 31 भँवर धाराए क्या होती है ? भँवर धाराओ के कोइ दो अनुप्रयोग लिखिए।

उत्तर जब किसी बड़ी चालक प्लेट के तल के लम्बवत लग रहे चुम्बकीय क्षेत्र मे समय के साथ परिवर्तन होता है तब प्रेरित विद्युत क्षेत्र के कारण प्लेट मे बन्द पथो मे स्थानीय विद्युत धारायें प्रवाहित होने लगती है। इन प्रेरित धाराओं को भँवर धाराये कहते है।

भँवर धाराये वास्तविक विद्युत धारायें है जिनके कारण उर्जा का उष्मा के रूप मे ह्मस होता है। लेन्ज के नियमानुसार ये उन कारको का विरोध करती है जिनके कारण इनकी उत्पत्ति होती है।

1. **प्रेरक भट्टी**(***Induction furnace***) :– हम जानते है कि कम प्रतिरोध से प्रबल भँवर धाराए उत्पन्न होती है। फलस्वरूप उष्मीय प्रभाव से अत्यधिक मात्रा मे उष्मा उत्पन्न होती है।

   जिस धातु को पिघलाना हो उसे उच्च आवृत्ति के परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा जाता है। जिससे इतनी प्रबल भँवर धाराए उत्पन्न होती है कि वे धातु को पिघाल देती है। धातु को पिघालने की यह व्यवस्था प्रेरक भट्टी कहलाती है। इस विधि से अयस्क से धातु प्राप्त की जाती है।

2. **रूद्ध–दोल धारामापी**(***Dead – beat Galvanometer***) :– चल कुण्डली धारामापी मे जब धारा प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली विक्षेपित होती है। परन्तु साम्यावस्था मे आने मे कुछ समय ले लेती है।

   कुण्डली तुरन्त अपनी साम्यावस्था मे आ जाये इसके लिए ताँबे की फ्रेम पर तार को लपेट कर कुण्डली बनायी जाती है। ऐसी फ्रेम युक्त कुण्डली जब चुम्बकीय क्षेत्र मे घूर्णन करती है तो इसमे भंवर धाराए उत्पन्न होती है जो कि विद्युत चुम्बकीय अवमंदन के कारण कुण्डली को तुरन्त साम्यावस्था मे ले आती है।

CBEO BHINDER

प्रश्न 32 एक मीटर लम्बाई के उर्ध्वाधर लगे हुए ऐरियल वाली कार 60 किमी/घंटा की चाल से पूर्व से पश्चिम दिशा मे गति कर रही है। ऐरियल के सिरो पर उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल ज्ञात कीजिए। उस स्थान पर पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र $B = 4 \times 10^{-4}$ टेसला तथा नति कोण 60^0 है।

उत्तर दिया है– कार की चाल $v = 60\ km/h$

$$= 60 \times \frac{1000}{3600}\ \frac{m}{sec} = \frac{50}{3} \text{ मी./से.}$$

$$l = 1 \text{ मीटर, } B = 4 \times 10^{-4} \text{ टेसला}$$

पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का उर्ध्वाधर घटक

$$B_V = B \sin\theta = 4 \times 10^{-4} \sin 60^0$$

$$= 2\sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ टेसला}$$

प्रेरित वि.वा.बल $e = B_V l v$

$$= 2\sqrt{3} \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{50}{3}$$

$$= \frac{100}{\sqrt{3}} \times 10^{-4}$$

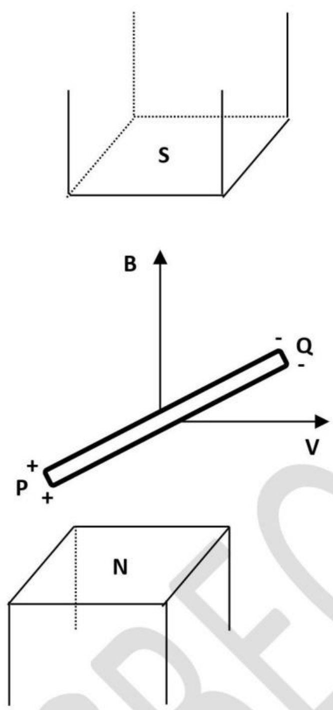
$$= \frac{1}{\sqrt{3}} \times 10^{-2} \text{ वोल्ट}$$

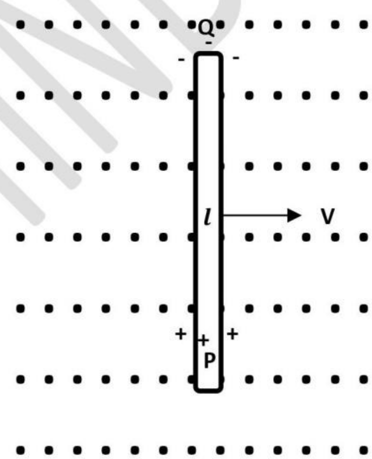
CBEO BHINDER

निबन्धात्मक प्रश्न

प्रश्न 33 एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे किसी चालक छड़ की नियत वेग से गति के कारण इसके सिरो के मध्य उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल का व्यंजक प्राप्त कीजिए जब यह छड़ अपनी लम्बाई एवं चुम्बकीय क्षेत्र दोनो के लम्बवत दिशा मे गति कर रही है। आवश्यक चित्र भी बनाइये।

उत्तर





चित्र (अ) चित्र (ब)

चित्र (अ) मे एक चालक छड़ PQ दर्शायी गई है। जिसकी लम्बाई l है। इसे B समांग चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत v वेग से गति कराया जाता है।

चित्र (ब) मे चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ की दिशा कागज के तल के लम्बवत ऊपर की ओर है इसे बिन्दुओ द्वारा प्रदर्शित किया गया है।

चालक छड़ पर लगने वाला लॉरेन्ज बल –

$$\overrightarrow{F_m} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \qquad \text{--------}(1)$$

CBEO BHINDER

यह बल PQ चालक मे उपस्थित मुक्त इलेक्ट्रॉनो पर कार्य करता है। चूंकी इलेक्ट्रॉनो की प्रकृति ऋणात्मक होती है। अतः यह बल मुक्त इलेक्ट्रॉनो पर P से Q की ओर लगता है। जिससे मुक्त इलेक्ट्रॉन P से Q की ओर गति करते है। P पर इलेक्ट्रॉनो की कमी तथा Q पर इलेक्ट्रॉनो का आधिक्य होने लगता है। जिससे P व Q सिरो के मध्य विभवान्तर उत्पन्न होता है। इस विभवान्तर के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्र ϵ, इलेक्ट्रॉनो पर विद्युत बल $\overrightarrow{F_e}$ आरोपित करता है जिसका मान निम्न समीकरण से दिया जा सकता है–

$$\overrightarrow{F_e} = q\vec{\epsilon} \qquad ---------(2)$$

इलेक्ट्रॉनो पर कार्यरत चुम्बकीय बल $\overrightarrow{F_m}$ तथा विद्युत बल $\overrightarrow{F_e}$ एक दुसरे के विपरीत कार्य करते है। जब ये दोनो बल बराबर हो जाते है तो इलेक्ट्रॉनो की अपवहन गति रूक जाती है। साम्यावस्था मे –

$$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = 0$$

$$q\vec{\epsilon} + q\left(\vec{v} \times \vec{B}\right) = 0$$

$$q\vec{\epsilon} = -q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{\epsilon} = -(\vec{v} \times \vec{B}) \qquad -------(3)$$

विद्युत क्षेत्र $\vec{\epsilon}$ की दिशा $\vec{v} \times \vec{B}$ की दिशा के विपरीत अर्थात् चालक मे P से Q की ओर होगी।

$$\epsilon = -vB\sin 90^0$$

$\epsilon = VB$ (ऋण चिन्ह त्यागने पर) $\qquad$ ------(4)

छड़ के सिरो के मध्य उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल = इकाई आवेश पर किया गया कार्य

E =(इकाई आवेश पर बल)·(विस्थापन)

$$E = \vec{F} \cdot \vec{l}$$

$E = q\vec{\epsilon} \cdot \vec{l} \qquad \{\because q = 1$ कूलाम $\}$

$$E = \vec{\epsilon} \cdot \vec{l}$$

$$E = \epsilon l \cos 0^0$$

CBEO BHINDER

$E = \epsilon l$

$E = vBl \qquad \{\because \epsilon = vB\}$

$E = Blv \qquad$ ––––––––– (5)

सदिश निरूपण –

$E = \vec{\epsilon} \cdot \vec{l}$

$E = -(\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$

$E = (\vec{B} \times \vec{v}) \cdot \vec{l} \qquad$ –––––––– (6)

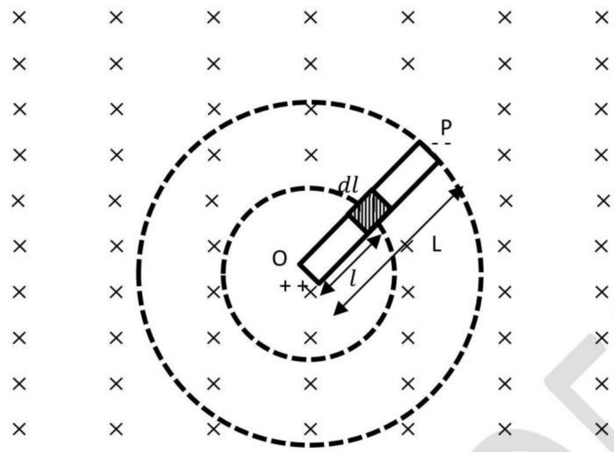
समीकरण (6) से स्पष्ट है कि यदि $(a)\ \vec{v} \parallel \vec{B}$ या $(b)\ \vec{v} \parallel \vec{l}$ या $(c)\ \vec{l} \parallel \vec{B}$ हो तो इस स्थिति मे $E = 0$ होगा अर्थात् चालक छड़ के सिरो के बीच कोई प्रेरित वि.वा.बल उत्पन्न नही होगा।

अतः स्पष्ट है कि जब कोई सीधा चालक किसी एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे क्षेत्र की फ्लक्स रेखाओ को काटते हुए गति करता है तो चालक के सिरो के बीच एक प्रेरित वि.वा. बल उत्पन्न हो जाता है जिसे गतिक विद्युत वाहक बल कहते है। फ्लक्स रेखाओ के अनुदिश गति करने पर चालक फ्लक्स रेखाओ को नही काटता है तथा इस स्थिति मे चालक के सिरो के बीच कोई प्रेरित वि.वा.बल उत्पन्न नही होता है। अतः एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे चालक की गति के कारण इसके सिरो के मध्य प्रेरित वि.वा.बल उत्पन्न होने के लिए चालक द्वारा फ्लक्स रेखाओ को काटना एक आवश्यक प्रतिबन्ध है।

प्रश्न 34 समरूप चुम्बकीय क्षेत्र मे घूर्णन करती हुई छड़ मे प्रेरित वि.वा.बल के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए। आवश्यक चित्र बनाइये।

उत्तर चित्र मे एक चालक छड़ OP दिखाई गई है। जिसकी लम्बाई L है। यह पृष्ठ के लम्बवत अन्दर की ओर कार्यरत चुम्बकीय क्षेत्र B मे ω कोणीय वेग से घूर्णन गति कर रही है।

हमे प्रेरित वि.वा.बल ज्ञात करना है। इसके लिए हम एक dl लम्बाई के अल्पांश की कल्पना करते है जो कि छड़ के O सिरे से l दूरी पर स्थित है। इस अल्पांश का रेखीय वेग v हो तो इसमे उत्पन्न अल्प प्रेरित वि.वा.बल निम्न होगा –



$dE = Bvdl$ ————————(1)

$[\because E = Blv]$

अल्पांश dl , l त्रिज्या के वृत्ताकार पथ मे चक्कर लगा रहा ळें

$\because v = r\omega$

$v = l\omega \quad \{\because r = l\}$ ———————(2)

समी. (2) से समी. (1) में मान रखने पर–

$dE = B\omega l dl$ ——————————(3)

उक्त समी. अल्पांश की गति के कारण अल्पांश मे उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल को निरूपित करता है पूरी छड़ के कारण उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल ज्ञात करने के लिए इस समीकरण का 0 से L तक की सीमा मे समाकलन करना होगा।

$$\int dE = \int_0^L B\omega l dl$$

$$\int dE = B\omega \int_0^L l dl$$

$$E = B\omega \left[\frac{l^2}{2}\right]_0^L$$

$$E = B\omega \left[\frac{L^2}{2} - 0\right]$$

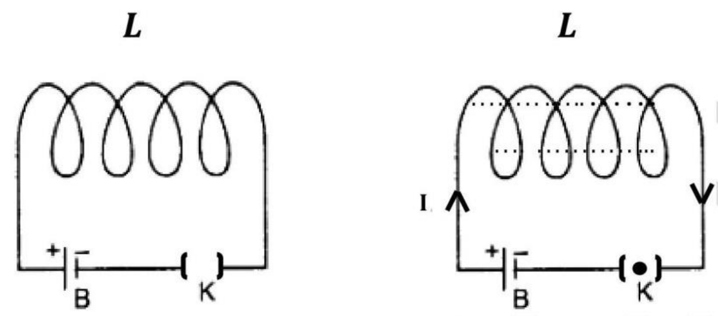
$$E = \frac{1}{2} B\omega L^2 \quad \text{———————— (4)}$$

CBEO BHINDER

यह समीकरण छड़ में उत्पन्न कुल प्रेरित वि. वा. बल को निरूपित करती है।

प्रश्न 35 स्वप्रेरण किसे कहते है ? प्रयोग द्वारा स्वप्रेरण की घटना को समझाइये तथा समतल वृत्ताकार कुण्डली से स्वप्रेकरकत्व का मान ज्ञात करो।

उत्तर



चित्र (अ) चित्र (ब)

चित्र (अ) के अनुसार एक कुण्डली के साथ बैटरी तथा कुंजी परिपथ मे जुडे हुए है। कुंजी का डॉट नही लगे होने के कारण परिपथ मे कोई धारा प्रवाहित नही होती है, फलस्वरूप चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न नहीं होता है दुसरे शब्दों मे धारा के शुन्य होने के कारण कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान भी शुन्य होता है।

परन्तु जब चित्र (ब) मे बताए अनुसार कुंजी का डॉट लगाया जाता है। तो धारा का मान शुन्य से अधिकतम I हो जाता है। जिससे कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान भी शुन्य से अधिकतम होता है। अर्थात् चुम्बकीय फ्लक्स के मान मे परिवर्तन होता है और फैराडे के नियमानुसार कुण्डली मे प्रेरित वि. वा. बल उत्पन्न होता है। इसी प्रकार जब कुंजी का डाट निकालते है तो धारा का मान अधिकतम से शुन्य की ओर परिवर्तित होता है। फलस्वरूप चुम्बकीय फ्लक्स का मान भी अधिकतम से शुन्य की ओर परिवर्तित होता है। चुम्बकीय फ्लक्स मे इस परिवर्तन के कारण कुण्डली मे प्रेरित वि. वा. बल उत्पन्न होता है। यह प्रेरित वि. वा. बल पहले उत्पन्न प्रेरित वि. वा. बल के विपरीत होता है।

इस प्रकार जब कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान मे परिवर्तन होता है तो उसी कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल उत्पन्न होता है।

स्वप्रेरण की परिभाषा – "किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान मे

परिवर्तन होता है तो इसी कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल तथा प्रेरित धारा उत्पन्न होने की घटना को स्वप्रेरण कहते है।”

समतल वृत्ताकार कुण्डली का स्वप्रेरकत्व :–

माना एक r त्रिज्या की वृत्ताकार कुण्डली है। जिसमे I मान की धारा प्रवाहित हो रही है। यदि कुण्डली मे फेरो की संख्या N हो तो, केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र निम्न होगा–

$$B_{center} = \frac{\mu_0 NI}{2r} \qquad ------(1)$$

कुण्डली से सम्बद्ध फ्लक्स $\phi_0 = BA$

$$\phi_0 = \frac{\mu_0 NI}{2r} \times \pi r^2$$

$$\phi_0 = \frac{\mu_0 \pi NIr}{2}$$

यदि फ्लक्स मे परिवर्तन होता है तो प्रत्येक फेरे मे $-\frac{d\phi_0}{dt}$ वि.वा.बल प्रेरित होगा। समस्त फेरो मे उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल की दिशा समान होने के कारण कुल प्रेरित वि.वा.बल $-N\frac{d\phi_0}{dt}$ होगा। इस समय N फेरो वाली कुण्डली से सम्बद्ध कुल फ्लक्स –

$$\phi = N\phi_0$$

$$\phi = N \times \frac{\mu_0 \pi NIr}{2}$$

$$\phi = \frac{\mu_0 \pi N^2 Ir}{2}$$

हम जानते है कि

स्वप्रेरकत्व $L = \frac{\phi}{I}$

$$L = \frac{\mu_0 \pi N^2 r}{2} \text{ हेनरी} \qquad ------(2)$$

यदि कुण्डली के भीतर वायु या निर्वात् के स्थान पर अन्य पदार्थ रखा हो जिसकी निरपेक्ष चुम्बकनशीलता μ तथा आपेक्षिक चुम्बकनशीलता μ_r है तो –

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r \pi N^2 r}{2} \text{ हेनरी}$$

CBEO BHINDER

अध्याय 7 – प्रत्यावर्ती धारा

प्र.1. दिष्ट धारा के लिएं प्रयुक अमीटर के द्वारा प्रत्यावर्ती धारा नहीं नाप सकते है क्यों कि –

a) प्रत्यावर्ती धारा , dcअमीटर से प्रवाहित नही हो सकती है ।

b) पूर्ण चक्र के लिए इसका माध्य मान शून्य होता है।

c) प्रत्यावर्ती धारा काल्पनिक है।

d) प्रत्यावर्ती धारा अपनी दिशा बदलती है।

उतर(b) पूर्ण चक्र के लिए इसका माध्य मान शून्य होता है।

प्र.2. प्रत्यावर्ती (ac) मुख्य 220 volts का शिखर मान होगा ।

a) 155.6 volts b) 220.0 volts c) 311.0.volts d)440 volts.

उतर (c) 311.0.volts

प्र.3 वह प्रक्रिया जिसके द्वारा ac, dc में बदलती है, कहलाती है–

a) शुधिकरण b) आवर्धन c) दिष्टकरण d) धारा आवर्धन

उतर(c) दिष्टकरण

प्र.4. प्रत्यावर्ती धारा के शिखर मान तथा वर्ग माध्य मूल मान का अनुपात होगा –

a) 1 b) $^1/_2$ c) $\sqrt{2}$ d) $^1/_{\sqrt{2}}$

उतर (c) $\sqrt{2}$

प्र.5. किसी ac स्जोत द्वारा परिपथ को दी गई शक्ति का मान अधिकतम होगा यदि–

a)$wL = wC$ b) $wL = \frac{1}{wC}$ c)$wL = -\left(\frac{1}{wc}\right)2$ b)$wL = \sqrt{wc}$

उतर(b) $wL = \frac{1}{wC}$

प्र.6एक प्रत्यावर्ती धारा परिपथ जिसमेL,C औरR श्रेणीक्रम में लगे हैं, अनुनाद आवृतिपर –

a) वोल्टता और धारा की कलाए समान होगी।

CBEO BHINDER

b)वोल्टता धारा से आगे होगी।

c)वोल्टता धारा से पीछे होगी।

b)इनमे से कोई नही।

उतर(a) वोल्टता और धारा की कलाए समान होगी।

प्र.7LCR अनुनादी परिपथ का शक्ति गुणाक है।

a) .707   b) 1   c) शुन्य   d) 0.5

उतर (b) 1

प्र.8. यदि एक ACपरिपथ में वोल्टेज v और धारा I के लाक्षणिक मानो के मध्य कलान्तर Ø हो तब एक सम्पूर्ण चक्र में औसत शक्ति हानी होगी।

a)$vI \sin\emptyset$ b)$vI\cos\emptyset$ c)vI d)$\frac{vI\cos\emptyset}{2}$

उतर(d)$\frac{vI\cos\emptyset}{2}$

प्र. 9. एक श्रेणी LCR परिपथ में R प्रविरोध व L प्रेरकत्व है। अनुनाध की स्थिति परिपथ का विशेषता गुणांक है –

a) $\frac{wL}{R}$ b) $\frac{R}{wL}$ c)$\left(\frac{wL}{R}\right)^{1/2}$ d) $\left(\frac{wL}{R}\right)^{2}$

उतर (a) $\frac{wL}{R}$

प्र.10. LCR श्रेणी परिपथ में शक्ति गुणांक अधिकतम होगा , यदि

a) $X_L = X_C$ b)$R = 0$c)$X_L = 0$ b) X_C= 0

उतर (a) $X_L = X_C$

प्र.11. उच्च आवृति पर एक सधारिज होता है–

a) अधिक प्रतिघात b) कम प्रतिघात c) शुन्य प्रतिघात d) अनन्त प्रतिघात

उतर (b) कम प्रतिघात

प्र.12. एक विधुत परिपथ में धारा वोल्टेज से $\pi/2$ कोण से पश्चगामी है। परिपथ में है–

CBEO BHINDER

a) केवलR b)केवल L c) केवल c d) R व C

उतर (b)केवलL

प्र.13. एक धारितिय ac परिपथ में धारा विभव से–

a) अग्रगामी है b) पश्चगामी है c) दोनो समान कलाा में है d) उपरोक्त में से कोई नही–

उतर (a) अग्रगामी है

प्र.14. कुण्डली में किन कारक के द्वारा $Q -$ गुणाक बठता है ?

a)उच्च प्रेरकत्व, अल्प ओमीय प्रतिरोध

b)उच्च प्रेरकत्व उच्च ओमीय प्रतिरोध

c) अल्प पेरकत्व , उच्च ओमीय प्रतिरोध

d) अल्प पेरकत्व , अल्प ओमीय प्रतिरोध

उतर (a)उच्च प्रेरकत्व, अल्प ओमीय प्रतिरोध

प्र.15. एक LCR श्रेणी में अनुनाकी परिपथ में निम्न में कौन सा व्यंजक–Q – गुणांक के लिए नही है –

a) $\frac{wL}{R}$ b) $\frac{1}{WCR}$ c) $\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ d) $\frac{R}{LC}$

उतर (d) $\frac{R}{LC}$

प्र.16. एक प्रत्यावर्ती धारा का समीकरण निम्न है –

$$I = 10\sqrt{2}\sin 50\,\pi\, t$$

इसका वर्ग माध्य मुल मान और आवृति लिखो।

उतर . $I = 10\sqrt{2}\ \ Sin\, 50\,\pi\, t$

जबकि प्रत्यावर्ती धारा समीकरण–

$I = I_0\, Sin\, 2\pi nt$

उपरोक्त दोनों समीकरणों की तुलना करने पर

CBEO BHINDER

$I_0 = 10\sqrt{2}\ A$ $\qquad\qquad$ $2\pi n = 50\,\pi$

$$n = 25\ HZ$$

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 10\ A$$

प्र.17. किसी ट्रासफामेर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली में धारा क्रमश 25 A व 100 A है।यह किस प्रकार का ट्रासफामेर है ?

उतर प्राथमिक कुण्डली में धारा का मान Ip, द्वितीयक कुण्डली में धारा के मान Is से कम है। अतः ये एक अपचयी ट्रांसफार्मर है।

प्र.18. वाटहीन धारा का वर्ग माध्य मूल मान कितना होता है ?

उतर वाटहीन धारा का वर्ग माध्य मूल मान

$$(Iav)rms = \quad Irms\ Sin\,\theta$$

$$= \frac{I_0}{\sqrt{2}}\ Sin\,\theta$$

प्र.19. $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ किस भोतिक राशि को व्यक्त करता है। इसकी विमा लिखिए।

उतर$\frac{1}{\sqrt{Lc}}$ कोणीय आवृति w_0 को व्यक्त करता है। इसकी विमीय सूत्र

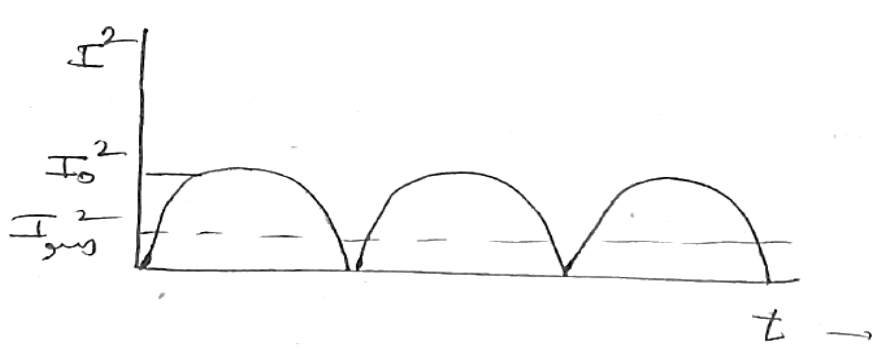
$[M^\circ L^\circ T^{-1}]$होगा।

प्र.20. विशेषता गुणांक (Q)LCR अनुनादीपरिपथ के बारे में क्या व्यक्त करना है?

उतर विशेषता गुणांक LCR अनुनादी परिपथ में धारा व आवृति ग्राफ की तीक्ष्णता को व्यक्त करता है।

प्र.21. प्रत्यावर्नी धारा के वर्ग का के समय साथ परिवर्तन आलेख खीचिएं

उतर



CBEO BHINDER

प्र.22. दिष्ट धारा परिपथ में ट्रासफार्मर का उपयोग नही किया जा सकता है ? क्यों ?

उतर दिष्ट धारा से क्रोड में परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न नही हो सकता है।

प्र.23. सन्धारित्र दिष्ट धारा का मार्ग अवरूद करता है, जबकि प्रत्यावर्ती धारा को जाने देता है , क्यो ?

उतर दिष्ट धारा की आवृति $f = 0$ होती है। अतः दिष्ट धारा के लिए धारितीय प्रतिघात

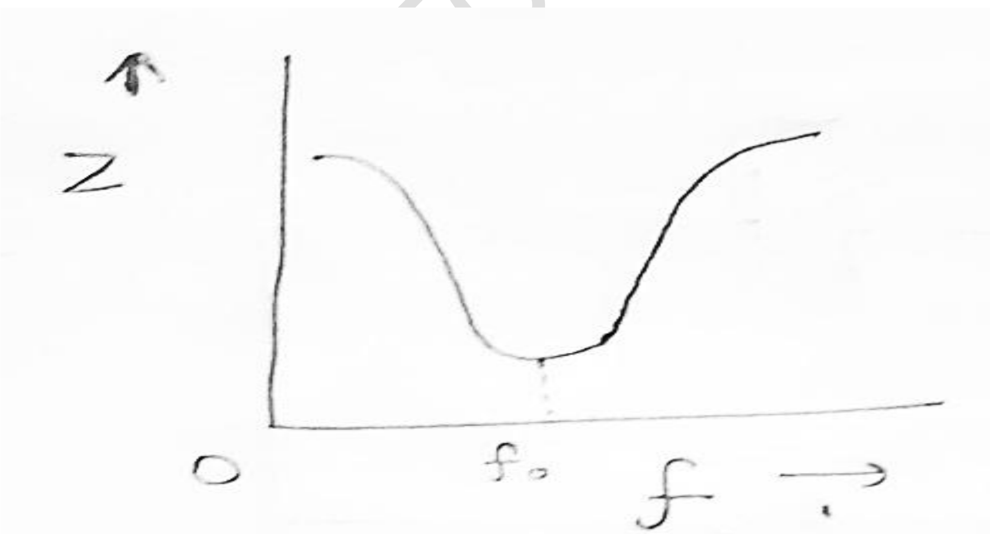
$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} = \infty \text{ (अनन्त)}$$

अतः संधारित्र में दिष्ट धारा का मार्ग अवरूद्ध होता है जबकि प्रत्यावर्ती धारा के लिए f का कुछ मान होने के कारण धारितीय प्रतिधारा सीमित होती है इसलिए प्रत्यावर्ती धारा सधारित से आसानी से गुजरती है।

CO BHINDER

प्र.24. एक LCR परिपथ में आवृति (f) के साथ प्रतिबाधा(z)के परिवर्तन को दर्शाने वाला ग्राफ बनाइए

उतर



प्र.25. विद्युत अपघटन के लिए प्रत्यावर्ती धारा का उपयोग क्यों नही किया जाता है ?

उतर क्योंकि प्रत्यावर्ती धारा का एक पूर्ण चक्र के लिए औसत मान शून्य होता है।

–लघूत्तरात्मक प्रश्न–

प्र.26. श्रेणी L-C-R परिपथ में विशेष्ता गुणांक (Q) क्या बताता है ? $L, C\ R$ व Q में सम्बन्ध निकालिए:

उतर अनुनादी आवृति व बैण्ड चौड़ाई के अनुपात को परिपथ का विशेषता गुणांक कहते है। यह अनुनादी परिपथ की तीक्ष्णता को बताता है।

Q,L,C,R में सम्बन्ध

हम जानते है कि

विशेषता गुणांक (Q) = $\frac{\text{अनुनादी आवृति}}{\text{बैण्ड चौडाई}}$

$$Q = \frac{wr}{\Delta w}$$

$$\Delta w = \frac{R}{L}$$

$$Q = \frac{wrL}{R}$$

w_r =अनुनादी को 0 आवृति $= \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{LC}}\frac{L}{R}$$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

प्र.27. ac वोल्टता व dc वोल्टतामें कौन ज्यादा उपयोगी है ?दो कारण दीजिए।

उतर सभी विद्युत उपकरणों को प्रयोग करने में प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा की तुलना में अधिक उपयोगी माना जाता है, जिसके कारण निम्न हैं–

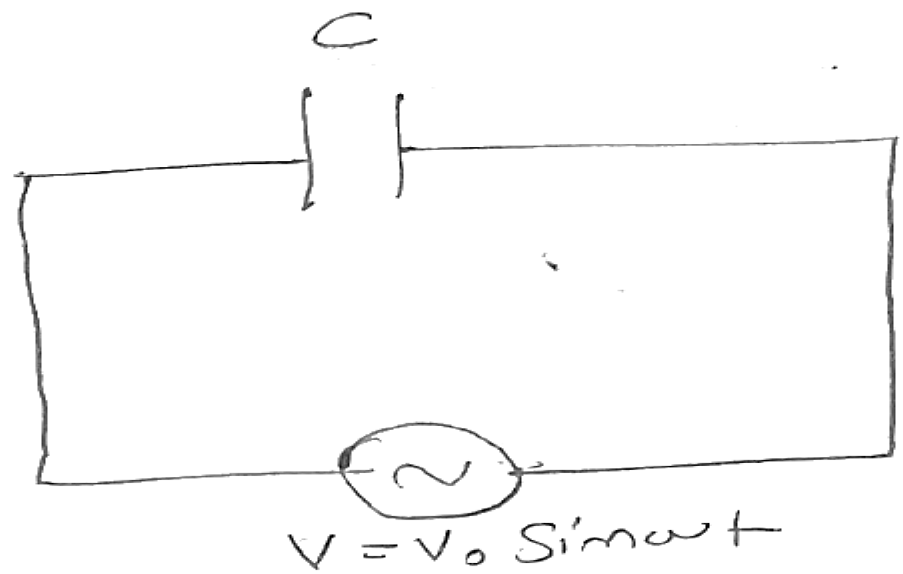
1) प्रत्यावर्ती धारा के जनित्र व मोटरें, दिष्ट धारा जनित्र व मोटरों की तुलना में अधिक सुविधाजनक होते हैं।

CBEO BHINDER

2) प्रत्यावर्ती धारा में ऊर्जा को कम करने के लिए चोक कुण्डली का प्रयोग कर सकते हैं, जबकि दिष्ट धारा में नहीं।

प्र.28. एक प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल एक शुद्व धारितीय परिपथ में संयोजित है। परिपथ में धारा का व्यंजक प्रप्त कीजिए ?

उतर



चित्र में आरोपित वोल्टता का समीकरण निम्न है–

$$V = V_0 \, Sin \, wt$$

माना किसी समय t पर संधारित्र पर आवेश Q तथा परिपथ में प्रवाहित धारा I तथा संधारित्र की प्लेटों के बीच विमवान्तर V_cहो तो किरचॉफ के लूप के नियमानुसार–

$$V - V_c = 0$$

$$\Rightarrow V_c = V \text{तथा} V_{oc} = V_0$$

अतः $V_c = V = V_0 \; Sin \, \omega t$

हम जानते हैं $-Q = CV$

$$Q = CV_0 \, Sin \, \omega t$$

संधारित्र में प्रवाहित धारा

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

$$I = \frac{d}{dt}(CV_0 \, Sin \, \omega t)$$

$$I = CV_0 \frac{d}{dt}(\, Sin \, \omega t)$$

$$I = CV_0 \times w \quad Cos \, \omega t$$

$$I = wCV_0 \; Cos \, \omega t$$

$$I = wCV_0 \; Sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I = I_0 \; Sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

जहां$I_0 = wCV_0$

प्रत्यावर्ती धारा की कला $= \omega t + \frac{\pi}{2}$

प्र.29.प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में सिद्ध कीजिए की औसत शक्ति

$Pa\vartheta = V_{rms} I_{rms} \cos \emptyset$होती है ?

उतर औसत शक्ति– विद्युत परिपथ में ऊर्जा व्यय की दर को परिपथ की शक्ति कहते हैं। इसका मान धारा, वोल्टता व कलान्तर पर निर्भर करता है।

औसत शक्ति के लिए व्यंजक–

माना परिपथ में किसी समय t पर

$$V = V_0 \, Sin\omega t \qquad (1)$$

तथा $$I = I_0 \, Sin \, (\omega t - \emptyset) \qquad (2)$$

$\emptyset =$ धारा व वोल्टता के मध्य कलान्तर है।

अतः परिपथ में समय t पर तात्क्षणिक शक्ति

CBEO BHINDER

Pi = तात्क्षणिक वोल्टता × तात्क्षणिक धारा

$$Pi = V \times I$$

$$= V_0 \, Sin\omega t \times I_0 \, Sin\,(\omega t - \emptyset)$$

$$= V_0 I_0 \, Sin\omega t \, Sin\,(\omega t - \emptyset)$$

$$= \frac{1}{2} V_0 I_0 \times 2 \, Sin\omega t \, Sin\,(\omega t - \emptyset)$$

$$= \frac{1}{2} V_0 I_0 [Cos\,(wt - wt + \emptyset) - Cos(wt + wt - \emptyset)]$$

$$2 \, SinA \, SinB = Cos(A - B) - Cos(A + B)$$

$$= \frac{1}{2} V_0 I_0 [Cos\emptyset - Cos(2\omega t - \emptyset)]$$

$$= \left[\frac{1}{2} V_0 I_0 Cos\emptyset - \frac{1}{2} V_0 I_0 Cos(2\omega t - \emptyset)\right] \quad (3)$$

उपरोक्त समीकरण में शक्ति दो भागों के कारण होती है–

1) $\frac{V_0 I_0 Cos\emptyset}{2}$ समय के साथ अपरिवर्तित

2) $\frac{V_0 I_0 Cos(2\omega t - \emptyset)}{2}$ समय के साथ आवर्ती रूप से परिवर्तित

ता. शक्ति का प्रतिचक्र औसत मान

$$P_{av} = \bar{Pi}$$

$$= \frac{1}{2} V_0 I_0 Cos\emptyset - \frac{1}{2} V_0 I_0 Cos(2\omega t - \emptyset)$$

$Cos(2\omega t - \emptyset)$का एक आवर्तकाल के लिए औसत मान शून्य होता है।

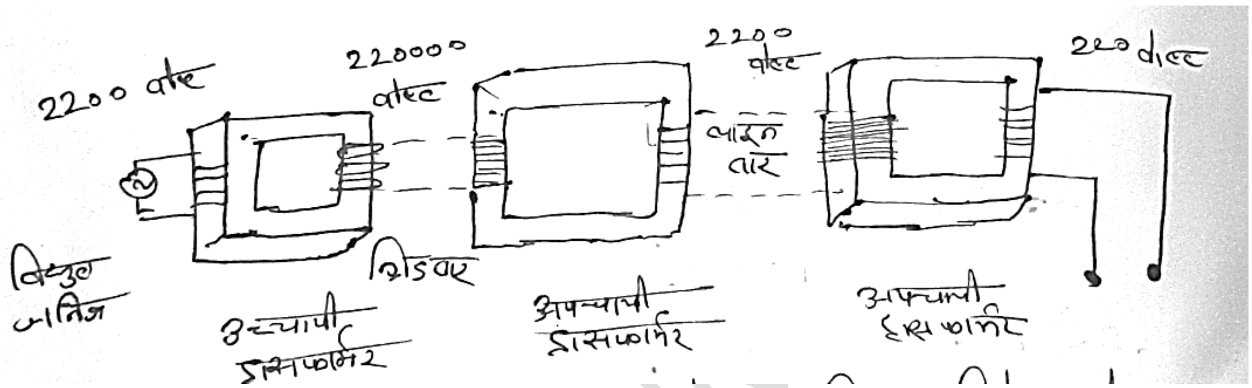
$$Pav = \frac{1}{2} V_0 I_0 Cos\emptyset$$

$$Pav = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \times \frac{I_0}{\sqrt{2}} \times Cos\emptyset = V_{rms} I_{rms} Cos\emptyset$$

प्र.30. विद्युत ऊर्जा के प्रसारण व वितरण में ट्रासफामेर का उपयोग कैसे किया जाता है ?

CBEO BHINDER

उतर विद्युत को चालक तारों की सहायता से वह स्थान जहां इसका उत्पादन हुआ है वहां से अन्य शहरों में संचारित किया जाता है। तार के प्रतिरोध के कारण कुछ ऊष्मा हानि होती है $H = I^2Rt$, दूसरा विभव पतन के कारण वास्तविक वोल्टता में कमी आ जाती है।



ऊष्मीय प्रभाव को न्यूनतम करने के लिए प्रतिरोध को न्यूनतम करना होता है। इसके लिए मोटे तारों का उपयोग किया जाए ऐसा करने से ऊष्मीय हानि तो कम हो जाती है, लेकिन खर्च बढ जाता है।

ऐसे में ऊष्मीय प्रभाव को कम करने के लिए धारा को कम करना आवश्यक हो जाता है।$H \propto I^2$ धारा को कम मान तक लाने के लिए वोल्टता को अधिक करना होता है। अतः जिस स्थान पर विद्युत का उत्पादन होता है, वहां उच्चायी ट्रांसफार्मर का उपयोग कर विद्युत का कम धारा तथा उच्च वोल्टता पर संचरण किया जाता है। लेकिन हमारे घरों में काम आने वाले विद्युत उपकरणों को 220 वोल्ट की आवश्यकता होती है। ऐसे में अपचायी ट्रांसफार्मर का उपयोग कर उच्च वोल्टता को पुनः 220 वोल्टता तक लाया जाता है।

आंकिक प्रश्न

प्र.1.एक कुण्डली का शक्ति गुणाक $.707$ है। जबकि आवृति 50 H_z है। यदि आवृति दुगुनी कर दी जाये तो शक्ति गुणाक क्या होगा ?

उतर.– सूत्र से

$$\cos\emptyset = \frac{R}{z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + {X_L}^2}}$$

$$\cos \emptyset^1 = \frac{R^2}{R^2 + {X_L}^2}$$

$$\cos\emptyset = 0.707$$

$$(0.707)^2 = \frac{R^2}{R^2+{X_L}^2}$$

$$.5 = \frac{R^2}{R^2 + {X_L}^2}$$

$$.5R^2+.5\ {X_L}^2 = R^2$$

$$.5R^2 = .5{X_L}^2$$

$$R = X_L$$

पुनः$\cos\emptyset^I = \frac{R}{\sqrt{R^2+{X_L}^2}}$

$$X_L^I = 2\pi f^I L X_L = 2\pi f L\ (f^I = 2f)$$

$$X_L^I = 2X_L = 2R$$

$$\cos\emptyset^I = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2R)^2}} = \frac{R}{\sqrt{25R^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\boxed{\cos\emptyset^1 = 0.447}$$

CBEO BHINDER

प्र.2. 20 ओम के एक प्रतिरोध को एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज $v = 220\sin(100\pi t)$ के स्जोत से जोडा गया है, धारा को शिखर मान से वर्ग माध्य मूल मान तक बदलने में लिया गया समय निकालिए ?

उत्तर. प्रत्यावर्ती वोल्टता

$$V = 220\ \sin(100\pi\ t)$$

$$V = V_\circ \sin(2\pi\ n\ t)$$

उपरोक्त सभी की तुलना करने पर

$$V_\circ = 220\ V \qquad n = 50\ HZ$$

व प्रत्यावर्ती धारा

$$I = I_\circ \sin(100\pi t)$$

शिखर मान से $r.m.s.$ मान तक धारा $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुणा हो जाती है।

$$I = I_\circ \sin 100\pi\ t$$

$$Irms = \frac{I_\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{I_\circ}{\sqrt{2}} = I_\circ \sin 100\pi t$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \sin 100\pi t$$

$$\sin 45^0 = \sin(100\pi t$$

$$sin\frac{\pi}{4} = sin100\pi t$$

तुलना करने पर

$$\frac{\pi}{4} = 100\pi t$$

$$t = \frac{1}{400}sec = 2.5X10^{-3}sec$$

CBEO BHINDER

प्र.3.एक L-C-R परिपथ में प्रतिरोध $R = 13.2$ ओम और प्रेरकत्व$L = 7mH$ है। परिपथ में स्त्रोत की आवृति परिपथ की अनुनादी आवृति के बराबर है। यदी परिपथ के विशेषता गुणांक का मान 2/3 हो तो परिपथ में निम्न का मान ज्ञात कीजिए

A बैण्ड चौडाई B धारितीय प्रतिघात

उतर $L.C.R.$ परिपथ में

प्रतिरोध$R = 13.2$ ओम

प्रेरकत्व$L = 7mH = 7X10^{-3}$ हेनरी विशेषता गुणांक

विशेषता गुणांक $Q = \frac{2}{3}$

1. बैण्ड चौडाई

$$= \frac{R}{L}$$

$$= \frac{13.2}{7X10^{-3}}$$

$$= 1.885X10^{3}$$

2. धारितीय प्रतिघात

$$X_c = \frac{1}{wc}$$

हम जनते है कि

विशेषता गुणांक $(Q) = \frac{1}{WCR}$

$$QR = \frac{1}{WC}$$

$$X_C = Q.R$$

$$X_C = QXR = \frac{2}{3}X13.2$$

$\boxed{X_C = 8.8}$ ओम

CBEO BHINDER

प्र.4. एक प्रेरकत्व $\left(\frac{200}{\pi}\right) mH$ व धारिता $(10^{-3}/\pi)$ फैरड तथा प्रतिरोध 10Ω ओम को श्रेणी में $220\,V$ व $50HZ$ से जोडा गया है । तब परिपथ का कला कोण होगा ?

उतर

. L.C.R. प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में वोल्टता व धारा के मध्य कलान्तर $= Q$

सुत्र से

$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$------①

$X_L =$ धारितीय पतिधात$X_C =$ प्रेरकीय प्रतिधात$R =$ प्रतिरोध

$$X_L = WL = 2\pi fL$$

$$= 2\pi\ X\ 50\ X\ \frac{200}{\pi}\ X\ 10^{-3}$$

= 20 ओम

$$X_C = \frac{1}{WC} = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\pi\ X\ 50X10^{-3}}$$

= 10 ओम

समी. 1 में मान रखने पर

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{20-10}{10} = \frac{10}{10}$$

$$= tan\frac{\pi}{4}$$

$$\theta = \frac{\pi}{4}$$

चूकि$X_L > X_C$

अतः धारा $\frac{\pi}{4}$ से पश्चगामी होगी।

प्र.5. एक विद्युत बल्ब पर $220\,V$ व $50\,W$ शक्ति अंकित है तो

CBEO BHINDER

a) बल्ब का प्रतिरोध   b) स्त्रोत की शिखर वोल्टता

c)बल्ब में प्रवाहित $Irms$ ज्ञात कीजिए

उतरविद्युत बल्ब वोल्टता $= 220V = Vrms$

शक्ति$P = 50\,W$

a) बल्ब का प्रतिरोध

$$P = I^2rms\ R$$

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

$$= \frac{220\times220}{100}$$

$= 484$ओम

b) शिखर वोल्टता

$$Vrms = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$V_0 = \sqrt{2}Vrms = \sqrt{2}\times 220$$

$= 311$वोल्ट

c) बल्ब में प्रवाहित धारा

$$Irms = \frac{Vrms}{R}$$

$$= \frac{220}{484}$$

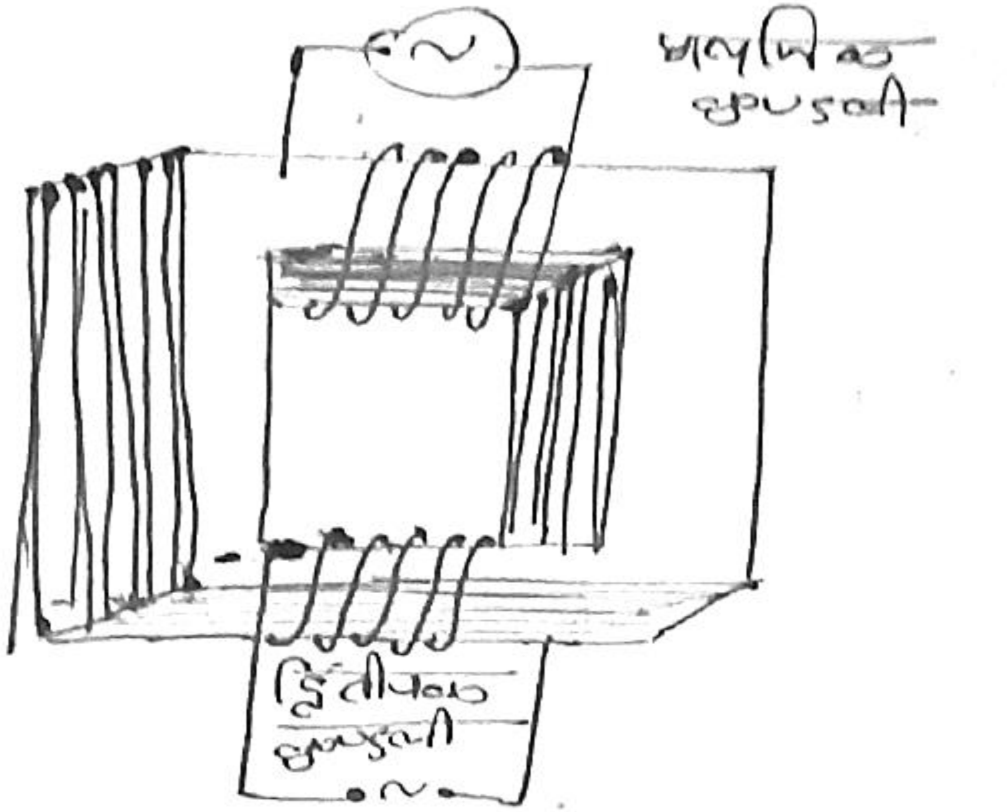
$= .454$एम्पीयर

CBEO BHINDER

निम्बन्धात्मक प्रश्न

प्र.1. ट्रासफार्मर का सिद्धांत लिखिए व इसकी कार्य विधि समझाइएं। ट्रासफार्मर में प्राथमिक कुण्डली व द्वितीयक कुण्डली में वोल्टताओं के मध्य सम्बन्ध स्थापित कीजिए । आवश्यक चित्र भी बनाइए।

उतर ट्रांसफार्मर वह विद्युत साधन है, जिससे प्रत्यावर्ती वोल्टता के मान को परिवर्तित किया जा सकता है। ट्रांसफार्मर अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित विद्युत उपकरण है। यह प्रत्यावर्ती वोल्टता के लिए ही कार्य करता है।



ट्रांसफार्मर में आयताकार पटलित क्रोड पर चित्रानुसार दो कुण्डलियां, विधुत रुद्ध तांबे के तार से बनाई जाती है। एक कुण्डली को प्राथमिक तथा दूसरी कुण्डली को द्वितीयक कुण्डली कहते हैं। प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती वोल्टता को निवेशित किया जाता है। दूसरी ओर द्वितीयक कुण्डली में निर्गव वोल्टता प्राप्त की जाती है।

सिद्धान्त– जब प्रत्यावर्ती धारा स्त्रोत को ट्रांसफार्मर की प्राथमिक कुण्डली से सम्बद्ध किया जाता है तो प्रत्यावर्ती धारा के मान व दिशा में सतत् परिवर्तन होने के कारण प्राथमिक कुण्डली के फ्लक्स के मान में भी लगातार परिवर्तन होता है। अतः द्वितीयक कुण्डली से गुजरने वाले फ्लक्स के मान में भी सतत् परिवर्तन होता है और फैराडे के नियमानुसार द्वितीयक कुण्डली में प्रेरित वि. वा. बल उत्पन्न होता है।

प्राथमिक व द्वितीयक कुण्डली में वोल्टता में सम्बन्ध–

प्राथमिक व द्वितीयक कुण्डली में फ्लक्स परिवर्तन की दर बराबर होती है, यदि फ्लक्स क्षरण शून्य हो।

$$\left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_p = \left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_s \quad - (1)$$

माना प्राथमिक कुण्डली में फेरों की संख्या $= N_p$

द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या $= N_s$

प्राथमिक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता $= V_p$

द्वितीयक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता $= V_s$

प्राथमिक कुण्डली के लिए

$$V_p = -N_p\left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_p \quad - (2)$$

द्वितीयक कुण्डली के लिए

$$V_s = -N_s\left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_s \quad - (3)$$

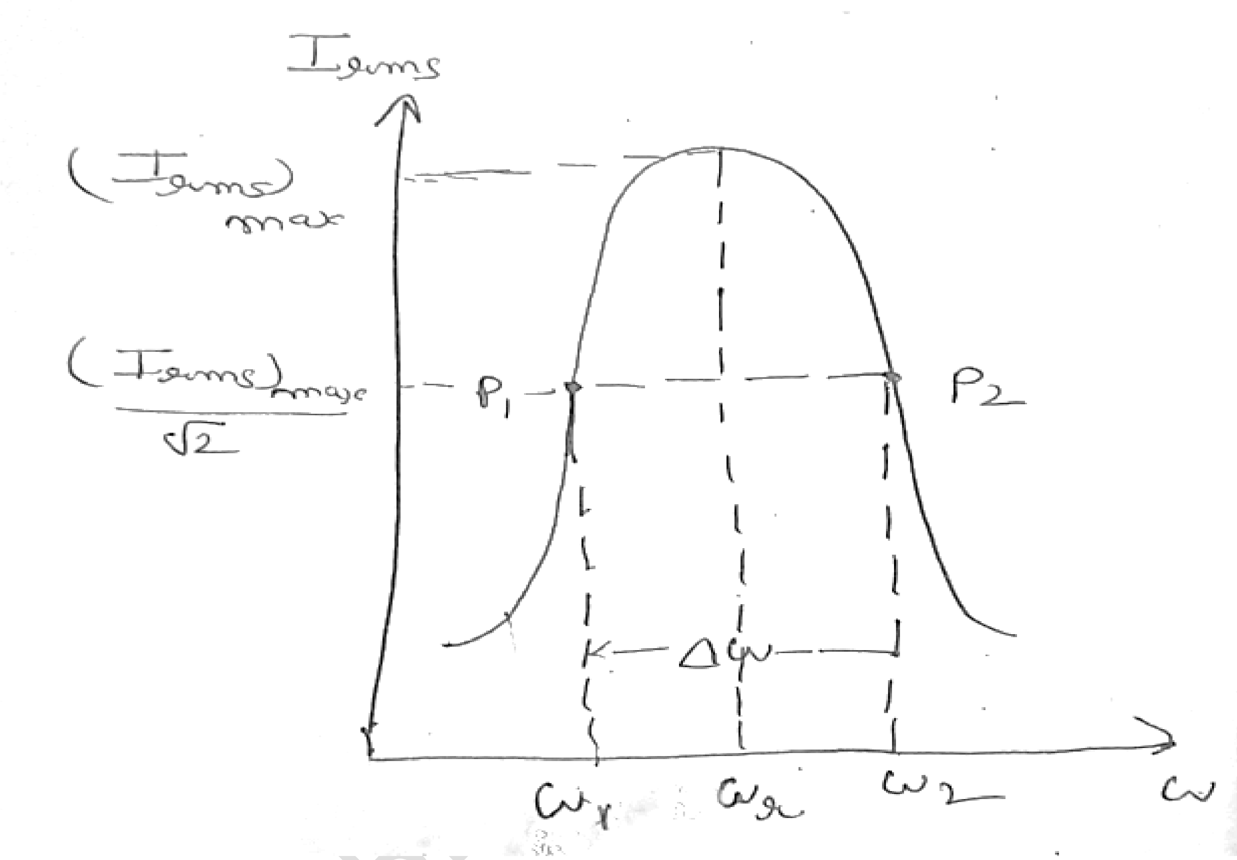
समीकरण (3) में समीकरण (2) का भाग देने पर

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{-N_s\left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_s}{-N_p\left[\frac{d\emptyset}{dt}\right]_p} \qquad \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

प्र.2. अर्द्ध शक्ति बिन्दु आवृतियो से क्या अभिप्राय है ? एक श्रेणी परिपथ के लिए बैण्ड चोडाई ज्ञात करने का व्यजकं प्राप्त कीजिए। प्रत्यावर्ती धारा व आवृति के मध्य वक्र खीचिए ।

CBEO BHINDER

उतर <u>अर्द्धशक्ति आवृतियां</u>– वे आवृतियां, जिनके संगत धारा का मान अधिकतम धारा का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुणा हो जाता है, अर्द्धशक्ति आवृतियां कहलाती हैं



किसी परिपथ की शक्ति, धारा के वर्ग के समानुपाती $(P \propto I^2)$ होती है। ऐसे में यदि शक्ति को आधा करना है तो धारा को उसके पूर्व मान का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुणा करना पड़ेगा।

w_r के दोनों ओर w_1 व w_2 दो ऐसी आवृतियां हैं जहां धारा ${(Irns)_{max}}/{\sqrt{2}}$ है। w_1 व w_2 पर शक्ति आधी हो जाती है। इन आवृतियों को अर्द्धशक्ति आवृतियां कहते हैं।

<u>बैण्ड चौड़ाई</u>– अर्द्धशक्ति बिन्दु के संगत आवृतियों के अन्तर को बैण्ड चौड़ाई कहते हैं।

बैण्ड चौड़ाई $\Delta w = w_2 - w_1$

अर्द्धशक्ति बिन्दुओं पर प्रभावी धारा का मान $Irns$ हो तो

$$I^2rms\ R = \frac{1}{2}(Irms)^2{}_{max}\ R$$

$I_{rms} = \frac{(I_{rms})max}{\sqrt{2}}$— (2)

$$\frac{V_{rms}}{2} = \frac{V_{rms}}{\sqrt{2R}}$$

$$\frac{V_{rms}}{\sqrt{R^{2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2}}} = \frac{V_{rms}}{\sqrt{2R}}$$

$$R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2 = 2R^2$$

$$wL - \frac{1}{wc} = \pm R$$

बिन्दुP_1 के लिए

$$w_1L - \frac{1}{w_1c} = -R\text{— } (3)$$

बिन्दुP_2 के लिए

$$w_2L - \frac{1}{w_2c} = +R\text{— } (4)$$

समीकरण (3) व (4) को जोड़ने पर

$$(w_1 + w_2)L - \frac{w_1+w_2}{w_1w_2}\frac{1}{c} = 0$$

$$w_1w_2 = \frac{1}{Lc} = w_r^2$$

समीकरण (4) में से (3) को घटाने पर

$$(w_2 - w_1)L + \frac{L}{c}\left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2}\right) = 2R$$

$$(w_2 - w_1)L + \frac{(w_2-w_1)}{(w_1w_2)\ c} = 2R$$

$$(w_2 - w_1)L + \frac{(w_2-w_1)}{c\left(\frac{1}{LC}\right)} = 2R$$

CBEO BHINDER

$$(w_2 - w_1)[L + \quad L] \quad = \quad 2R$$

$$w_2 - w_1 \;=\; \frac{R}{L} \quad \Rightarrow \qquad f_2 - f_1 \;=\; \frac{R}{2\pi L}$$

P_1 तथा P_2 के संगत आवृतियों के अन्तर को बैण्ड चौड़ाई कहते हैं।

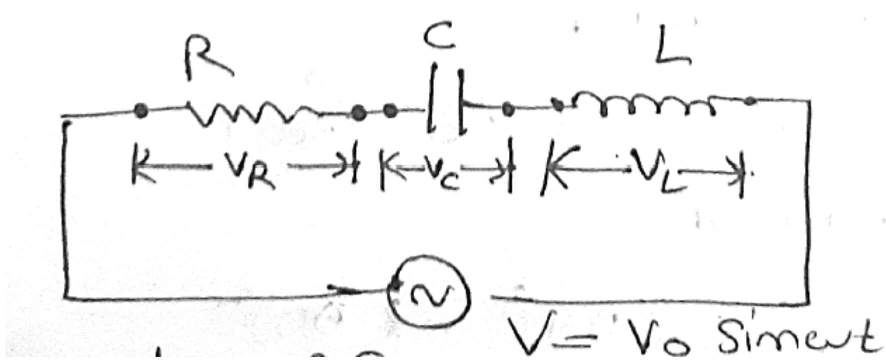
प्र.3. एक प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रतिघात व प्रतिबाधा से क्या तार्त्पय है ? सदिश आलेख विधि से, एक प्रत्यावर्ती स्त्रोत से जुडे श्रेणी L-C-R परिपथ की प्रतिबाधा व कालान्तर ज्ञात कीजिए :

उतर. प्रतिघात–

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में केवल प्रेरकत्व व केवल संधारित्र के द्वारा प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग में उत्पन्न अवरोध को प्रतिघात कहते हैं। इसे X_L / X_C से प्रदर्शित किया जाता है।

प्रतिबाधा–

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में ओमीय प्रतिरोध, प्रेरक कुण्डली व संधारित्र द्वारा उत्पन्न अवरोध को प्रतिबाधा कहते हैं। इसे Z से प्रदर्शित किया जाता है।



सदिश आलेख विधि–

आरोपित वि. $q1$ बल का समीकरण–

$V \;=\; Vo\ Sinw\,t$– (1)

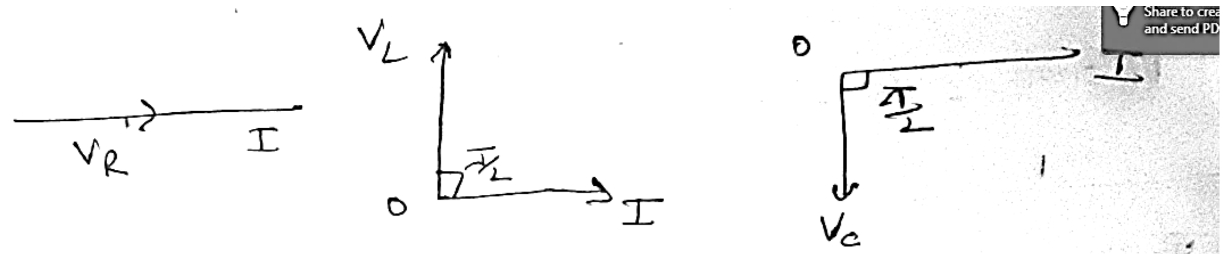
परिपथ में प्रवाहित धारा का समीकरण–

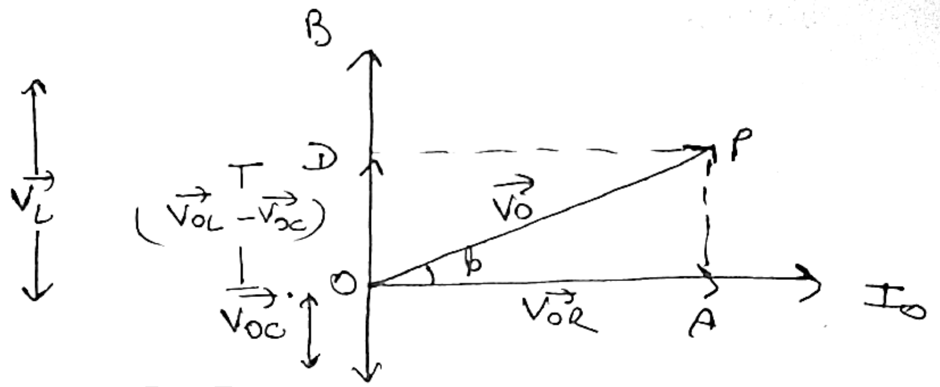
$I \;=\; Io\ Sin\,w\,t$

R के सिरों पर विभवान्तर $V_R = V_{OR} \quad Sin\, wt$

L के सिरों पर विभवान्तर $V_L = V_{OL} \quad Sin\left(wt + \frac{\pi}{2}\right)$

C के सिरों पर विभवान्तर $V_C = V_{OC} \quad Sin\left(wt - \frac{\pi}{2}\right)$





CBEC

चित्र में $\Delta\, OPA$ में

$$\overrightarrow{OC} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AP}$$

$$\overrightarrow{OP} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OD}$$

$$\overrightarrow{V_\circ} = \overrightarrow{V_{\circ R}} + (\overrightarrow{V_{\circ L}} - \overrightarrow{V_{\circ C}})$$

अब $\Delta\, OPA$ में

$((OP)2 = (OA){}^\wedge 2 + (OD){}^\wedge 2\ )$

$$V_\circ^{\ 2} = V_{\circ R}^{\ \ 2} + (V_{\circ L} - V_{\circ C})^2$$

$$= (I_\circ R)^2 + I_\circ^{\ 2}(X_L - X_C)^2$$

$$V_\circ^2 = I_\circ^2 (R^2 + (X_L - X_C)^2)$$

$$\frac{V_\circ^2}{I_\circ^2} = (R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$\frac{V_\circ}{I_\circ} = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$$

उपरोक्त समीं R,L, तथा C के कारण धारा के मार्ग में संयुक्त अवरोध को व्यक्त करती है।इसे प्रतिबाधा कहते है जिसे Z से प्रदर्शित करते है ।

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (wl \frac{1}{wc})^2}$$

विद्युत धारा व वि.वा.बल में कलान्तर –

ΔOPA में

$$\tan \emptyset = \frac{AP}{OA} = \frac{OD}{OA} = \frac{V_{\circ L} - V_{\circ C}}{V_{\circ R}}$$

$$\tan \emptyset = \frac{I_{\circ X_L} - I_{\circ X_C}}{I_\circ R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\emptyset = tan^{-1} \left[\frac{X_L - X_C}{R}\right]$$

CBEO BHINDER

प्र.4. प्रत्यावर्ती धारा के प्रथम अर्द्धशक्ति में धारा का औसत मान ज्ञात कीजिए व प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग माध्य मूल मान व शिखर मान में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

उत्तर a)<u>प्रत्यावर्तीधारा का अर्द्धचक्र के लिए औसत मान $T/_L$</u>

$$\bar{I} = \frac{\int_o^{T/_2} dq}{\int_o^{T/_2} dt}$$

$$\bar{I} = \frac{\int_o^{T/2} I\,dt}{\int_o^{T/2} dt}$$

$$= \frac{\int_o^{T/2} I_\circ\, sinwt\, dt}{\int_o^{T/2} dt}$$

$$\bar{I} = \frac{I_\circ \int_o^{T/2} sinwt\, dt}{T/2}$$

$$\bar{I} = \frac{2I_\circ}{T}\int_o^{T/2} sinwt\, dt$$

$$\bar{I} = \frac{2I_\circ}{T}\left[\frac{-coswt}{w}\right]_0^{T/2}$$

$$\bar{I} = \frac{2I^\circ}{WT}\left[-cos\frac{wt}{2} + \cos o\right]$$

$$\bar{I} = \frac{2I_\circ}{2\pi}\left[-\cos\frac{2\pi}{2} + \cos o\right]$$

$$\bar{I} = \frac{I_\circ}{\pi}[-\cos\pi + \cos O]$$

$$\bar{I} = \frac{I_\circ}{\pi}[1+1]$$

$$\bar{I} = \frac{2I_\circ}{\pi}$$

अतः अर्द्धचक्र के लिए औसव मान $\frac{2I_\circ}{\pi}$ होता है।

b) वर्ग माध्य मुल मान व शिखर मान में सम्बध

CBEO BHINDER

एक पूर्ण चक्र के लिए तात्कालिक प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग के मध्यमान का वर्गमूल , प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल (rans) कहलाता है।

तात्कालिक प्रत्यावर्ती धारा का समीकरण

$$I = I_\circ sinwt \quad ____ (1)$$

समी.(1) का वर्ग करने पर

$$I^2 = I_\circ^2 sin^2 wt ______ (2)$$

I^2 का एक आवर्तकाल के लिए माध्य

$\bar{I}^2 =$ <u>एक आवर्तकाल के लिए I^2 का योग</u>

आवर्तकाल

$$\overline{I^2} = \frac{\int_o^T I^2\, dt}{\int_o^T dt} = \frac{1}{T}\int_o^T I_\circ^2 sin^2 wt\, dt$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_\circ^2}{T}\int_o^T sin^2\, wt\, dt$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_\circ^2}{T}\int_o^T \left[\frac{1 - cos2wt}{2}\right] dt$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\int_o^T [1 - cos2wt]\, dt$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[\int_o^T dt - \int_o^T \cos 2wt\, dt\right]$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[T - \left[\frac{sin2wt}{2w}\right]_0^T\right]$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[T - \frac{1}{2w}[sin2wT - sin0]\right]$$

CBEO BHINDER

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[T - \frac{1}{2w}\left[\frac{sin2wX2\pi}{w} - sinO\right]\right]$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[T - \frac{1}{2w}[sin4\pi - sinO]\right]$$

$$= \frac{I_\circ^2}{2T}\left[T - \frac{1}{2w}[O - O]\right]$$

$$\bar{I}^2 = \frac{I_\circ^2}{2T} X\, T = \frac{I_\circ^2}{2}$$

$$\sqrt{\bar{I}^2} = \frac{I_\circ}{\sqrt{2}}$$

$$Irans = \frac{I_\circ}{\sqrt{2}}$$

उपरोक्त समी. वर्ग माध्य मूल मान $(Irans)$व शिखर मान $(I_\circ)$के मध्य सम्बध को बताती है।

CBEO BHINDER

अध्याय 8 – वैद्युत चुंबकीय तरंगे

प्रश्न 1. दृश्य प्रकाश की तरंगदैर्ध्य होती है–

(अ) 7800 $\dot{A}$ से 1500$\dot{A}$ (ब) 1$\dot{A}$ से 100$\dot{A}$

(स)4000$\dot{A}$ से 8000A° (द) 5000$\dot{A}$ से 1200$\dot{A}$

उतर– (स) 4000$\dot{A}$ से 8000$\dot{A}$

प्रश्न 2. विद्युत – चुम्बकीय तरंगो की प्रकृति होती है–

(अ) अनुदैर्ध्य (ब) अनुप्रस्थ

(स) यांत्रिक (द) अनुप्रस्थ व अनुदैर्ध्य

उतर– (ब) अनुप्रस्थ

प्रश्न 3.वायुमण्डल में स्थित ओजोन परत, सुर्य से आने वाले किन हानिकारक विकिरणों से हमारी रक्षा करती है?

(अ) X- किरणों से (ब) गामा किरणों से

(स) पराबैंगनी किरणों से (द) सूक्ष्म किरणों से

उतर – (स) पराबैंगनी किरणों से

प्रश्न 4.विद्युत – चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में निम्न में से कौनसे घटक की तरंगदैर्ध्य न्यूनतम होती है?

(अ)गामा–किरणों की (ब) X- किरणों की

(स)रेडियो तरंगो की (द)सूक्ष्म तरंगों की

उतर–(अ) गामा –किरणों की

प्रश्न 5. यदि$\vec{E}$ तथा $\vec{B}$ एक विद्युत चुम्बकीय तरंग के विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र सदिश है तो विद्युत चुम्बकीय तरंग का संचरण किस के अनुदिश है–

CBEO BHINDER

(अ) $\vec{E}$ के (ब) $\vec{B}$ के

(स) $\overrightarrow{E X B}$ के (द) $\vec{E}.\vec{B}$ के

उत्तर–(स) $\vec{E}$ व $\vec{B}$ सदिशो के तल के लम्बवत् अर्थात् $\vec{E} \times \vec{B}$ के अनुदिश

प्रश्न 6. यदि μ∘ तथा E∘ क्रमशः निर्वात की पारगम्यता तथा विद्युत–शीलता हो तो निर्वात में विद्युत–चुम्बकिय तरंगो का वेग होगा –

(अ) $\sqrt{\mu_0} \in_o$ (ब) $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_o}}$

(स) $\sqrt{\in_r}\ \mu_r$ (द) $\sqrt{\mu_r} \in_r$

उत्तर–(ब) $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_o}}$

प्रश्न 7. किसी वैधुतचुम्बकीय तरंग में विधुत एवं चुम्बकीय क्षेत्र परस्पर किस समीकरण द्ववारा सम्बन्धित है–

(अ) $B_\circ = \frac{E_\circ}{C}$ (ब) $E_\circ B_\circ = C$

(स) $E_\circ = \frac{B_\circ}{C}$ (द) $B_\circ = \frac{E_\circ}{\sqrt{c}}$

उत्तर–(अ) $B_\circ = \frac{E_\circ}{c}$

प्रश्न 8 निर्वात नलिका मेग्नेट्रॉन द्धारा उत्तपन विद्युत चुम्बकीय तरंग का नाम लिखिए?

उत्तर– माइक्रो अथवा सुक्ष्म तरंगे।

प्रश्न 9 परमाणुओं एवं अणुओं के कम्पन्न द्वारा उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय तरंग का नाम लिखिए?

उत्तर– अवरक्त तरंगे

प्रश्न 10 रिमोट नियं़त्रकों में कौनसी विद्युत चुम्बकीय तरंगो का उपयोग किया जाता है?

उत्तर– टी.वी. सेट, विडियो रिकॉर्डर आदि के रिमोट नियंत्रकों में अवरक्त तरंगो (Infrared waves) का उपयोग होता हैं !

CBEO BHINDER

प्रश्न 11 जल शोधक एवं कैंसर के उपचार मे प्रयुक्त विद्युत चुम्बकीय तरंगो के प्रकार लिखिए।

उत्तर– जल शोधक में पराबैंगनी तरंगो का उपयोग किया जाता है।

कैंसर के उपचार में गामा किरणों का उपयोग किया जाता है।

प्रश्न 12 विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के कौन–से भाग कि भेदन शक्ति अधिकतम होती है?

उत्तर– गामा किरणें !

प्रश्न 13 निम्न प्रत्येक का एक उपयोग लिखिए –

(i) गामा तरंगे ।

उत्तर– चिकित्सा में केंसर कोशिका कों नष्ट करने में !

(ii) अवरक्त तरंगे !

उत्तर– अवरक्त तरंगे –सोलर कुकर तथा सोलर नल उष्मक में !

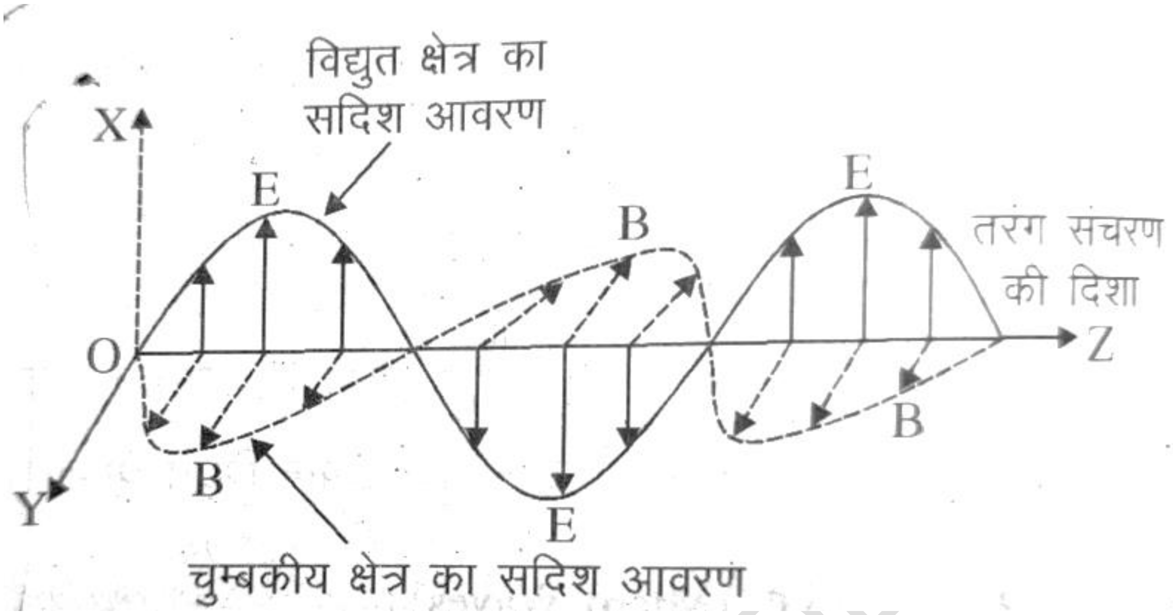
प्रश्न 14 विद्युत चुम्बकीय स्पैक्टम मे सबसे कम तथा अधिक तरंग दैर्ध्य वाली तरंगों के नाम लिखिए?

उत्तर– सबसे कम तरंग दैर्ध्य–गामा किरणें, सबसे अधिक तरंग दैर्ध्य रेडियो तरंगे !

प्रश्न 15 z–अक्ष के अनूदिश संचरित विद्युत–चुम्बकीय तरंग के लिए वैधुत तथा चुम्बकीय क्षेत्र दर्शाते हुए एक व्यवस्थित आरेख बनाइऐं ?

CBEO BHINDER

उत्तर–



प्रश्न 16 निम्नलिखित विद्युत–चुम्बकीय विकिरणों कों उनकी आवृति के बढ़ते कम में व्यवस्थित

कीजिए। इनके एक–एक उपयोग लिखिए–माइको तरंगे रेडियों तरंगे, X- किरणें गामा किरणें ।

उत्तर– रेडियों तरंगे, माइक्रो तरंगे, X-किरणें, गामा किरणें।

उपयोग–माइक्रोतरंगे – रेडार में, उपग्रहो तथा लम्बी दूरी वाले बेतार संचार में, माइक्रोवेव ओवन में।

रैडियों तरंगे –: रेडियो तथा टी.वी कें संचारण में।

X-किरणें –: चिकित्सा निदान व उपचार में

गामा किरणें –: नाभिकीय सरंचना की जानकारी, चिकित्सा उपचार आदि।

प्रश्न 17 विस्थापन धारा किसे कहते है? आवेशित संधारित्र के लिए विस्थापन धारा का सूत्र प्राप्त कीजिए

उतर –विस्थापन धारा वह धारा है जो किसी क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र अर्थात् विद्युत फ्लक्स में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होती है।

विस्थापन धारा का व्यंजक :–

CBEO BHIND

यदि संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल A हो तथा इस पर कुल आवेश q हो तो प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र $\overrightarrow{E}$ का परिमाण $E = \frac{q}{\epsilon_0 A}$

यह विद्युत क्षेत्र दोनों प्लेटों के बीच की सतह के लम्बवत होता है इसका परिमाण संधारित्र की प्लेटों के क्षेत्रफल A पर समान रहता है परन्तु इनके बाहर शुन्य हो जाता है

अतः प्लेटों के बीच की सतह से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स गाउस के नियम से

$$\phi_{E=}\ EA = \frac{q}{\epsilon_0 A}.A = \frac{q}{\epsilon_0}$$

अब यदि संधाारित्र की प्लेटों पर आवेश q समय के साथ परिवर्तित हो तो एक धारा $I_d = \frac{dq}{dt}$होगी। अतः $\frac{d}{dt}\,(\phi_E) = \frac{d}{dt}\left(\frac{q}{\epsilon_o}\right) = \frac{1}{\epsilon_o}\frac{dq}{dt}$

$$=>\quad \epsilon_0\ \left(\frac{d\phi_E}{dt}\right) = I_d$$

पैक्सवेल की विस्थापन धारा I_dका मान निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है

$$I_{d=}\ \epsilon_0\ \frac{d\phi_E}{dt}$$

जहॉ ϕ_E विद्युत फ्लक्स है।

प्रश्न 18 वैधुत चुम्बकीय तरगों के चार गुणधर्म लिखिए ?

उत्तर– वैधुत चुम्बकीय तरगों के निम्नलिखित गुणधर्म है –

(1) ये प्रकृति मे अनुप्रस्थ होती है ।

(2) ये तरगें निर्वात मे प्रकाश की चाल (=3× 10^8 m/s के बराबर चलती है।)

(3) इनके गमन के लिए किसी द्रव्य माध्यम की आवश्यकता नही होती है।

(4) ये त्वरित अथवा कम्पनशील आवेश द्वारा उत्पन होती है।

प्रश्न 19 मैक्सवेल के समीकरण लिखिए?

उत्तर– मैक्सवेल के समी.

CBEO BHINDER

(1) $\oint \vec{E} . \overrightarrow{dA} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ (विधुत सम्बन्धी गाउस नियम)

(2) $\oint \vec{B}. \overrightarrow{dA} = 0$ (चुम्बकत्व सम्बन्धी गाउस नियम)

(3) $\oint \vec{E}. \vec{dl} = \frac{-d\phi_B}{dt}$ (फैराडे नियम)

(4) $\oint \vec{B}. \vec{dl} = \mu_0 I_c + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$ (ऐम्पियर– मैक्सवेल नियम)

CBEO BHINDER

अध्याय -09

किरण प्रकाशिकी

बहुचयनात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. गोलीय दर्पणों से प्रतिबिम्ब बनने में केवल पर अक्षीय किरणों पर ही विचार कर सकते हैं, क्योंकि-

(अ) इन्हें ज्यामितीय रूप से काम में लेना आसान होता है।

(ब) इनमें आपतित प्रकाश की अधिकांश तीव्रता निहित होती है।

(स) ये बिन्दु स्रोत का लगभग बिन्दु प्रतिबिम्ब बनाती है।

(द) ये न्यूनतम विक्षेपण दर्शाती है।

उत्तर: (स) ये बिन्दु स्रोत का लगभग बिन्दु प्रतिबिम्ब बनाती है।

प्रश्न 2. एक 20 cm फोकस दूरी के अवतल दर्पण से 30 cm की दूरी पर बिम्ब रखा है तो प्रतिबिम्ब की प्रकृति एवं आवर्धन होगा-

(अ) वास्तविक और – 2

(ब) आभासी और – 2

(स) वास्तविक और + 2

(द) आभासी और + 2

उत्तर: (अ) वास्तविक और – 2

दिया है : $f = -20$ cm; $u = -30$ cm; $v = ?$

$\because$ दर्पण-समीकरण से,

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{-30} = \frac{1}{-20}$$

या $$\frac{1}{v} = -\frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{-3+2}{60} = -\frac{1}{60}$$

$\therefore$ $v = -60$ cm (वास्तविक प्रतिबिम्ब)

अतः आवर्धन,

$$m = -\frac{v}{u} = -\frac{-60}{-30} = -2$$

या $m = -2$

अतः विकल्प (अ) सही है।

प्रश्न 3. अवरक्त किरणों के लिए अपवर्तनांक का मान रहता है-

(अ) पराबैंगनी किरणों के समान

(ब) लाल वर्ण की किरणों के समान
(स) पराबैंगनी किरणों से कम
(द) पराबैंगनी किरणों से अधिक।
उत्तर: (ब) लाल वर्ण की किरणों के समान

प्रश्न 4. पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होता है यदि
(अ) प्रकाश, प्रकाशीय विरल माध्यम से प्रकाशीय सघन माध्यम में प्रवेश करता है।
(ब) प्रकाश, प्रकाशीय सघन माध्यम से प्रकाशीय विरल माध्यम में प्रवेश करता है।
(स) दोनों माध्यमों के अपवर्तनांक लगभग समीप हों
(द) दोनों माध्यमों के अपवर्तनांक बिल्कुल भिन्न हो।
उत्तर: (ब) प्रकाश, प्रकाशीय सघन माध्यम से प्रकाशीय विरल माध्यम में प्रवेश करता है।

प्रश्न 5. जब एक बिम्ब अवसारी लेन्स से 20 cm दूर रखते हैं तो छोटा बनता है। निम्न में से कौन-सा कथन अवश्य सही होगा-
(अ) प्रतिबिम्ब उल्टा है।
(ब) प्रतिबिम्ब वास्तविक हो सकता है।
(स) प्रतिबिम्ब की दूरी 20 cm से अधिक होनी चाहिए।
(द) लेन्स की फोकस दूरी 20 cm से कम हो सकती है।
उत्तर: (द) लेन्स की फोकस दूरी 20 cm से कम हो सकती है।

प्रश्न 6. + 6D शक्ति वाला एक उत्तल लेन्स – 4D शक्ति वाले अवतल लेन्स के सम्पर्क में रखते हैं तो संयुक्त लेन्स की फोकस दूरी एवं प्रकृति क्या होगी-
(अ) अवतल, 25 cm
(ब) उत्तल, 50 cm
(स) अवतल, 20 cm
(द) उत्तल, 100 cm
उत्तर: (ब) उत्तल, 50 cm

दिया है : $P_1 = +6D; P_2 = -4D; P = ?; F = ?$
∵ संयुक्त लेन्स की फोकस दूरी,

$$F = \frac{100}{P} = \frac{100}{+2} = +50 \text{ cm}$$

अतः विकल्प (ब) सही है।

प्रश्न 8. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक लेन्स बना प्रतिबिम्ब होगा-
(अ) आभासी व बड़ा
(ब) आभासी और छोटा ।

(स) वास्तविक और बिन्दु रूप
(द) वास्तविक और बड़ा।
उत्तर: (द) वास्तविक और बड़ा।

प्रश्न 9. 1.47 अपवर्तनांक के काँच के किसी उभयोत्तल लेन्स को किसी द्रव में डुबोया जाता है तो यह एक समतल शीट (परत) की भाँति व्यवहार करता है। इसका तात्पर्य यह है कि इस द्रव का अपवर्तनांक है।
(अ) काँच के अपवर्तनांक से अधिक
(ब) काँच के अपवर्तनांक से कम ।
(स) काँच के अपवर्तनांक के बराबर
(द) एक से कम।।
उत्तर: (स) काँच के अपवर्तनांक के बराबर

प्रश्न 10. किसी प्रिज्म के न्यूनतम विचलन कोण का मान उसके अपवर्तनांक कोण के बराबर होगा यदि प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक हो-
(अ) $\sqrt{2}$ और 2 के बीच
(ब) 1 से कम
(स) 2 से अधिक
(द) $\sqrt{2}$ और 1 के मध्य।
उत्तर: (अ) $\sqrt{2}$ और 2 के बीच

प्रश्न 11. परावर्तक दूरदर्शी में अभिदृश्यक के रूप में प्रयोग किया जाता है-
(अ) उत्तल लेन्स ।
(ब) उत्तल दर्पण
(स) प्रिज्म
(द) अवतल दर्पण।
उत्तर: (द) अवतल दर्पण।

प्रश्न 12. एक खगोलीय दूरदर्शी के अभिदृश्यक और अभिनेत्र लेन्स की क्षमता 5 एवं 20 डायोप्टर है। इनमें प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है। दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता होगी-

(अ) 4
(ब) 2
(स) 100
(द) 0.25.
उत्तर: (अ) 4

<u>अति लघूत्तरात्मक प्रश्न</u>

प्रश्न 1. एक समतल दर्पण की फोकस दूरी कितनी होती है ?
उत्तर: अनन्त।

प्रश्न 2. किस लेन्स का आवर्धन सदैव 1 से कम होता है ?
उत्तर: अवतल लेन्स में प्रतिबिम्बे सदैव सीधा एवं वस्तु से छोटा होत है अत: अवतल लेन्स का आवर्धन सदैव 1 से कम होता है।

प्रश्न 3. प्रकाश के अपवर्तन का कारण बताइये।
उत्तर: प्रकाश के अपवर्तन का कारण है प्रकाश की चाल का विभिन्न माध्यमों में भिन्न-भिन्न होता है।

प्रश्न 4. रेगिस्तानी क्षेत्रों में गर्मी के दिनों में मरीचिका दिखाई देने का कारण क्या होता है ?
उत्तर: गर्मी के दिनों रेगिस्तानी क्षेत्रों में वायु का घनत्व पृथ्वी सतह से ऊपर जाने पर क्रमश: बढ़ता है अतः किसी पेड़ की चोटी से चलने वाली किरणों के 'पूर्ण आन्तरिक परिवर्तन' के कारण पेड़ का प्रतिबिम्ब बन जाता है। यही मरीचिका का कारण है।

प्रश्न 5. समान आपतन कोण के लिए तीन माध्यमों A, B व C में अपवर्तन कोण क्रमशः 15°, 25° व 35° हैं। किस माध्यम में प्रकाश का वेग न्यूनतम होगा ?
उत्तर: माध्यम का अपवर्तनांक

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

यहाँ $\sin i$ = नियत

$\therefore$ $$\mu \propto \frac{1}{\sin r}$$

$\because$ $r_A = 15°, r_B = 25°; r_C = 35°$

$\therefore$ $\sin r_A < \sin r_B < \sin r_C$

अतः $\mu_A > \mu_B > \mu_C$

$\therefore$ $\mu = \frac{c}{v} \quad \Rightarrow v = \frac{c}{u} \Rightarrow v \propto \frac{c}{u}$

अतः $v_A < v_B < v_C$

अर्थात् माध्यम A में प्रकाश का वेग न्यूनतम होगा।

प्रश्न 6. उस सिद्धान्त का नाम लिखिए जिस पर प्रकाशिक तन्तु कार्य करता है।
उत्तर: पूर्ण आन्तरिक परावर्तन ।

प्रश्न 7. प्रिज्म की न्यूनतम विचलन की स्थिति में आपतन कोण तथा निर्गमन कोण में क्या सम्बन्ध होता है ?
उत्तर: न्यूनतम विचलन की दशा में, आपतन कोण (L_i) = निर्गत कोण (L_e)

प्रश्न 8. एक अभिसारी लेन्स एक अपसारी लेन्स के साथ समाक्षतः सम्पर्क में है। दोनों की फोकस दूरियाँ समान हैं। संयोजन की फोकस दूरी क्या है ?
उत्तर:

$\because$ $$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f} = 0$$

$\therefore$ $$F = \frac{1}{0} = \infty$$

या $F = \infty$ (अनन्त)।

प्रश्न 9. सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय सूर्य के लाल दिखाई देने का क्या कारण है ?
उत्तर: 'प्रकीर्णन' के कारण सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय सूर्य हमें लाल दिखाई देता है।

प्रश्न 10. इन्द्र धनुष दिखाई देने का क्या कारण है ?
उत्तर: जल की बूंदों द्वारा सूर्य के प्रकाश का 'विक्षेपण' ही इन्द्रधनुष का कारण है।

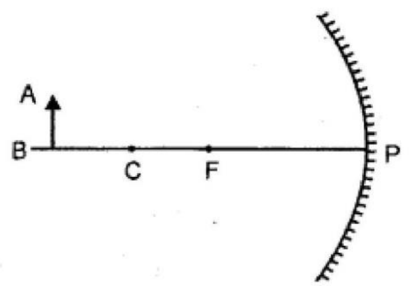
प्रश्न 11. निकट दृष्टि दोष (मायोपिया) क्या है ? इसके संशोधन के लिए कैसा लेन्स प्रयुक्त किया जाता है ?
उत्तर: जब हमारी आँख को निकट की वस्तुएँ तो दिखाई देती हैं। परन्तु दूर की नहीं, तो इस दोष को निकट दृष्टि दोष कहते हैं। इसके निवारण के लिए 'अवतल लेन्स' का उपयोग किया जाता है।

प्रश्न 13. सरल सूक्ष्मदर्शी में कैसा लेन्स प्रयुक्त करते हैं ?
उत्तर: उत्तल लेन्स ।

प्रश्न 14. केवल देखकर आप एक यौगिक सूक्ष्मदर्शी एवं दूरदर्शी में अन्तर कैसे ज्ञात करेंगे ?
उत्तर: यौगिक सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक का द्वारक अभिनेत्र लेन्स की अपेक्षा छोटा होता है जबकि दूरदर्शी के अभिदृश्यक का द्वारक नेत्रिका के द्वारक से बड़ा होता है।

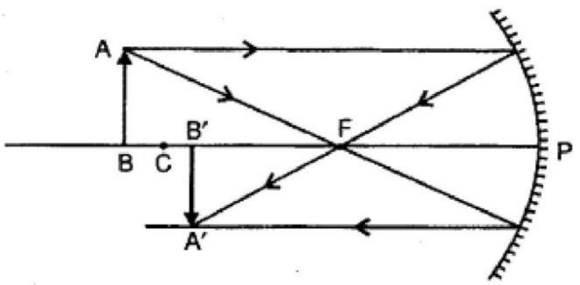
लघूत्तरात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. एक वस्तु AB एक अवतल दर्पण के सम्मुख रखी है। जैसाकि संलग्न चित्र (A) में दिखाया गया है।



चित्र (A)

(i) वस्तु के प्रतिबिम्ब निर्माण को दर्शाने वाला किरण आरेख पूर्ण कीजिए।
(ii) प्रतिबिम्ब की स्थिति तथा तीव्रता किस प्रकार प्रभावित होगी। यदि दर्पण की परावर्तक सतह निचला अर्द्ध भाग काला रंग दिया जाए ?
उत्तर: (i) प्रतिबिम्ब का निर्माण चित्र (B) में प्रदर्शित किरण आरेख के अनुसार होता है-



चित्र (B)

(ii) दर्पण का निचला आधा भाग काला कर देने पर प्रतिबिम्ब की पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा परन्तु प्रतिबिम्ब की तीव्रता पहले से आधी रह जायेगी क्योंकि अब केवल दर्पण के अर्द्ध भाग से परावर्तित होकर प्रतिबिम्ब बनायेंगी।

प्रश्न 2. गोलीय दर्पण के उपयोग लिखिए।
उत्तर: (A) उत्तल दर्पण के उपयोग (Uses of Convex Mirror)

- मोटर कारों में पश्च दृश्य दर्पण की भाँति (As Rear View Mirror in Motor Cars) – चूँकि उत्तल दर्पण में वस्तु का छोटा व सीधा प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे बनता है और इसका दृष्टि क्षेत्र बहुत अधिक होता है। अतः इसका उपयोग मोटर गाड़ियों में पीछे के दृश्य को देखने के लिए ड्राइवर के आगे पार्श्व दृश्य दर्पण के रूप में किया जाता है।
- स्ट्रीट लैम्पों में परावर्तक के रूप में (As a Reflector in Street Lamps) – उत्तल दर्पण पर आपतित प्रकाश परावर्तित होकर अवसरित हो जाता है। अत: स्ट्रीट लैम्पों में इसका उपयोग परावर्तक के रूप में किया जाता है ताकि लैम्प का प्रकाश दूर तक फैल सके।

(B) अवतल दर्पण के उपयोग (Uses of Concave Mirror)

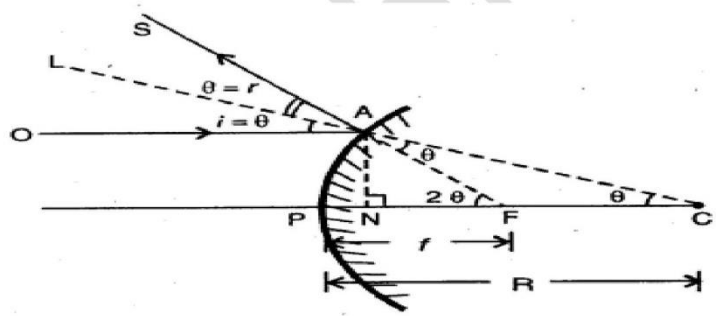
(i) हजामती दर्पण के रूप में (As a Shaving Mirror) – जब अवतल दर्पण के सामने कोई वस्तु दर्पण के ध्रुव एवं फोकस के मध्य रखी होती है तो उसका सीधा, बड़ा एवं काल्पनिक प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे बनता है। इसी गुण का लाभ उठाकर अवतल दर्पण को हजामती दर्पण के रूप में प्रयोग किया जाता है।

(ii) सौर तापन युक्तियों में (In Solar Heating Devices) – चूँकि अवतल दर्पण पर आपतित समान्तर प्रकाश किरण पुंज दर्पण के फोकस पर केन्द्रित हो जाता है; अत: सौर तापन युक्तियों में वस्तुओं को गर्म करने के लिए अवतल दर्पण का उपयोग किया जाता है जिसमें गर्म की जाने वाली वस्तु दर्पण के फोकस पर रखा जाता है।

(iii) डॉक्टरों द्वारा शरीर के सूक्ष्म भागों की जाँच करने में (As Doctor's Head Mirror) – प्रकाश स्रोत को जब अवतल दर्पण के फोकस पर रख देते हैं तो वह समान्तर किरण पुंज में बदल जाता है। अवतल दर्पण के इसी गुण का लाभ उठाकर इसका प्रयोग डॉक्टर शरीर के अत्यन्त छोटे |भागों जैसे नाक, कान, गला, दाँत आदि का परीक्षण करने के लिए प्रकाश को उस भाग पर केन्द्रित (concentric) करते हैं जिससे वे भली भाँति प्रकाशित हो जाते हैं और स्पष्ट दृष्टिगोचर (Visible) होने लगते हैं।

(iv) कार की हेड लाइड एवं टेबिल लैम्पों में परावर्तक के रूप में (As Reflector in Head Light of Cars and Table Lamps) – अवतल दर्पण के फोकस पर रखे प्रकाश स्रोत का प्रकाश दर्पण से परावर्तित होकर समान्तर किरण पुंज में बदल जाता है। इसीलिए इसका उपयोग कारों की हेड लाइट एवं टेबिल लैम्पों के परावर्तक के रूप में किया जाता है।

प्रश्न 3. दर्पण की फोकस दूरी एवं वक्रता त्रिज्या में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।
उत्तर:
दर्पण सूत्र (Mirror Formula)
दर्पणों की फोकस दूरी (Focal Length of Mirros)
(i) उत्तल दर्पण के लिए-माना एक उत्तल दर्पण की फोकस दूरी f व वक्रता त्रिज्या R है। OA मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली आपतित किरण है और AS परावर्तित किरण है जो फोकस F से आती हुई एक प्रतीत होती है। AN मुख्य अक्ष पर अभिलम्ब है। परावर्तन के नियम से,



चित्र 11.19

$i = r = \theta$ (मान लिया)

ΔAFC में,

$\angle FAC = \angle LAS = \theta$ (शीर्षाभिमुख कोण हैं)

$\angle ACF = \angle OAL = \theta$ (संगत कोण हैं)

ΔAFC में,

बहिष्कोण AFP = अन्तःकोण ($\angle FAC + \angle FCA$)

$= \theta + \theta = 2\theta$

समकोण ΔANC से,

$$\tan\theta = \frac{AN}{NC}$$

यदि θ छोटा है तो

(i) $\tan\theta \approx \theta$, (ii) बिन्दु P व N सम्पाती (coincident) होंगे।

$$\therefore \qquad \theta = \frac{AN}{AC} = \frac{AN}{R} \qquad ...(1)$$

इसी प्रकार समकोण ΔANF से,

$$\tan 2\theta = \frac{AN}{NF}$$

यदि 2θ छोटा है तो

(i) $\tan 2\theta \approx 2\theta$, (ii) N व P सम्पाती होंगे।

$$\therefore \qquad 2\theta = \frac{AN}{PF} = \frac{AN}{'f'} \qquad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से,

$$2\theta = \frac{2AN}{R} = \frac{AN}{'f'}$$

या $$\frac{2}{R} = \frac{1}{'f'}$$

या $$\boxed{R = 2f} \qquad ...(3)$$

या $$\boxed{f = \frac{R}{2}} \qquad ...(4)$$

या $$\boxed{\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}}$$

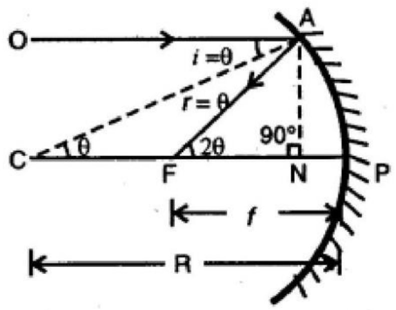
(ii) अवतल दर्पण के लिए—इसमें भी OA आपतित किरण एवं AF परावर्तित किरण है। AN मुख्य अक्ष पर अभिलम्ब है। f फोकस दूरी एवं R वक्रता त्रिज्या है। परावर्तन के नियम से,

$$\angle i = \angle r = \theta \text{ (मान लिया)}$$

$\therefore \quad \angle OAF = i + r = \theta + \theta = 2\theta$

और $\quad \angle OAF = \angle AFP = 2\theta$

(क्योंकि दोनों एकान्तर कोण हैं)



चित्र 11.20

इसी प्रकार

$$\angle OAC = \angle ACP = \theta$$

(ये भी एकान्तर कोण हैं)

समकोण ΔANC में,

$$\tan\theta = \frac{AN}{CN}$$

यदि कोण θ छोटा है, तो

(i) $\tan\theta \approx \theta$ और (ii) N व P सम्पाती होंगे।

$$\therefore \qquad \theta = \frac{AN}{CP} = \frac{AN}{R} \qquad \text{...(1)}$$

इसी प्रकार समकोण ΔANF से,

$$\tan 2\theta = \frac{AN}{FN}$$

यदि 2θ छोटा है, तो

(i) $\tan 2\theta \approx 2\theta$ और (ii) N व P सम्पाती होंगे।

अत: $$2\theta = \frac{AN}{FP} = \frac{AN}{f} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से,

$$2\theta = \frac{2AN}{R} = \frac{AN}{f}$$

या $$\frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

या $$\boxed{2f = R}$$

या $$\boxed{f = \frac{R}{2}} \quad ...(3)$$

या $$\boxed{\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}}$$

प्रश्न 5.(i) किसी पदार्थ के क्रान्तिक कोण एवं अपवर्तनांक में क्या सम्बन्ध है?

(ii) क्या क्रान्तिक कोण प्रकाश के रंग पर निर्भर करता है ? समझाइये।

उत्तर: (i) विरल माध्यम के सापेक्ष सघन माध्यम का अपवर्तनांक

$${}_r\mu_d = \frac{1}{\sin i_c}$$

जहाँ i_c = क्रान्तिक कोण

(ii) ∵ $$\sin i_c = \frac{1}{\mu}$$

∴ अपवर्तनांक μ का मान प्रकाश के रंग पर निर्भर करता है अतः क्रान्तिक कोण का मान भी प्रकाश के रंग पर निर्भर करेगा।

प्रश्न 7. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता कैसे बढ़ायी जा सकती है ?

उत्तर: संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की अधिक आवर्धन क्षमता के लिए f_0 व f_e दोनों के मान कम होने चाहिए। दृश्य क्षेत्र को बढ़ाने के लिए $f_0 < f_e$ होना चाहिए।

प्रश्न 8. (a) शुक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता से क्या तात्पर्य है?

(b) एक बिंब उत्ताल लेंस से 20 सेमी. दूरी पर रख है। यदि लेंस द्वारा 3 गुना आवर्धित वास्तविक प्ररिबिम्ब प्राप्त होता है तो लैंस की फोकल दूरी ज्ञात करो।

उत्तर—(a) सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता (Magnifying Power of a Microscope)—यदि किसी सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता m है तो–

$$m = \frac{\text{प्रतिबिम्ब द्वारा आँख पर बना कोण}}{\text{वस्तु द्वारा आँख पर बना कोण}}$$

(जब वस्तु D दूरी पर)

$$m = \frac{\beta}{\alpha} \quad \text{(कोण } \beta \text{ व } \alpha \text{ बहुत छोटे हैं)}$$

विशेष परिस्थितियाँ—

(1) जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट देखने की न्यूनतम दूरी D पर बनता है।

$$m = 1 + \frac{D}{f}$$

(2) **यदि** u को इस प्रकार समंजित किया जाये कि अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने तब

$$m = \frac{D}{f}$$

(b) दिया है–

$u = -20$ सेमी.

$|m| = 3$

यहाँ पर प्रतिबिम्ब वास्तविक बन रहा है। अतः v का मान ऋणात्मक नहीं हो सकता है।

हम जानते हैं,

$$m = \frac{v}{u} = \frac{f}{u+f} \quad .....(1)$$

u का मान ऋणात्मक है और v का मान धनात्मक है। इसलिए m का मान ऋणात्मक ही प्राप्त होगा इसलिए यहाँ पर m का मान (-3) लेना होगा। अतः समीकरण (1) में मान रखने पर

$$-3 = \frac{f}{-20+f}$$

$\Rightarrow \quad 60 - 3f = f$

$\Rightarrow \quad f + 3f = 60$

$\Rightarrow \quad 4f = 60$

$\therefore \quad f = \frac{60}{4} = 15$ सेमी.

अतः लैंस की फोकस दूरी 15 सेमी. होगी। **उत्तर**

निबन्धात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. लेन्स कितने प्रकार के होते हैं ? लेन्स के लिए बिम्ब की दूरी, प्रतिबिम्ब की दूरी एवं फोकस दूरी में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

उत्तर: लेन्स (Lens)

“दो वक्र अथवा एक वक्र और एक समतल अपवर्तक फलकों के मध्य घिरे हुए समांगी (homogeneous)

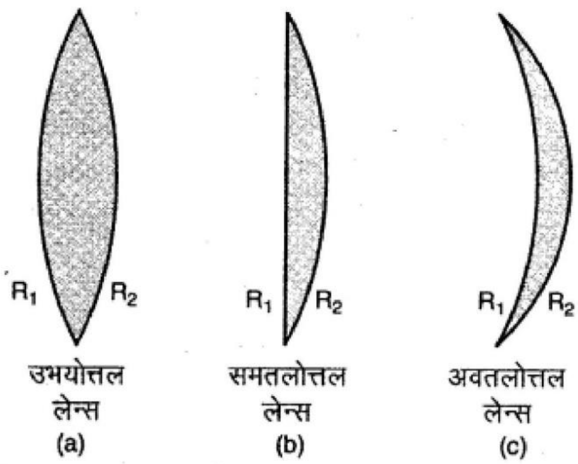
एवं पारदर्शी (transparent)
माध्यम को लेन्स कहते हैं।" वक्र पृष्ठ गोलाकार (spherical), बेलनाकार (cylindrical) या परवलयाकार (parabolic) हो सकता है। सामान्यत: वक्र पृष्ठ गोलाकार ही होता है। लेन्स मुख्य रूप से दो प्रकार के होते हैं|

(i) उत्तल लेन्स और

(ii) अवतल लेन्स।

1. उत्तल लेन्स (Convex Lens)-जो लेन्स किनारे पर पतले एवं बीच में मोटे होते हैं वे उत्तल लेन्स की श्रेणी में आते हैं। ये निम्न तीन प्रकार के होते हैं

(i) उभयोत्तल अथवा द्विउत्तललेन्स (Double Convex Lens) – जब लेन्स के दोनों पृष्ठ उत्तल होते हैं [चित्र 11.41 (a)] तो वह उभयोत्तल लेन्स कहलाता है। दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ समान भी हो सकती हैं और भिन्न-भिन्न भी हो सकती हैं। समान वक्रता त्रिज्याओं वाले उत्तल लेन्स को समोत्तल या समद्विउत्तल लेन्स (equi-convex lens) कहते हैं।



चित्र 11.41 (a)

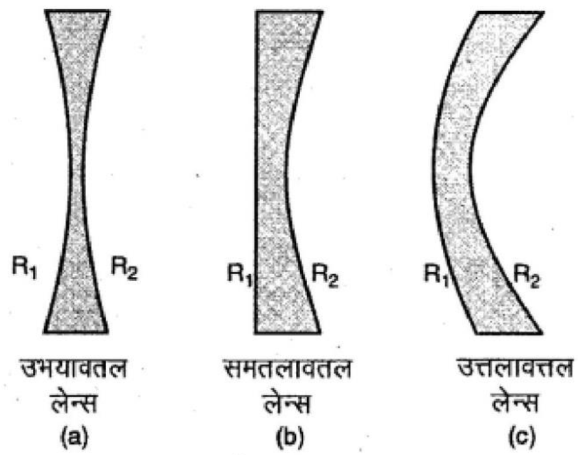
(ii) समतलोत्तल लेन्स (Plano-convex Lens) – जब लेन्स का प्रथम पृष्ठ समतल एवं द्वितीय पृष्ठ उत्तल होता है (चित्र 11.41 (b)] तो उसे समतलोत्तल लेन्स कहते हैं। समतल पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या अनन्त होती है (अर्थात् $R_1 = \infty$)।

(iii) अवतलोत्तल लेन्स (Concavo-Convex Lens) – इस लेन्स का पहला पृष्ठ अवतल एवं दूसरा पृष्ठ उत्तल होता है (चित्र 11.41 (c)]। इन पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ भिन्न होती हैं (अर्थात् $R_1 > R_2$)।

2. अवतल लेन्स (Concave Lens)-जो लेन्स किनारे पर मोटे और। बीच में पतले होते हैं, वे अवतल लेन्स कहलाते हैं। ये भी निम्न तीन प्रकार के होते हैं-

(i) उभयावतल या द्विअवतल लेन्स (Double Convave Lens) – इस लेन्स के दोनों पृष्ठ अवतल होते हैं (चित्र 11.42 (a)].

[चित्र 11.42 (a)]। इन दोनों पृष्ठे की वक्रता त्रिज्याएँ समान भी हो



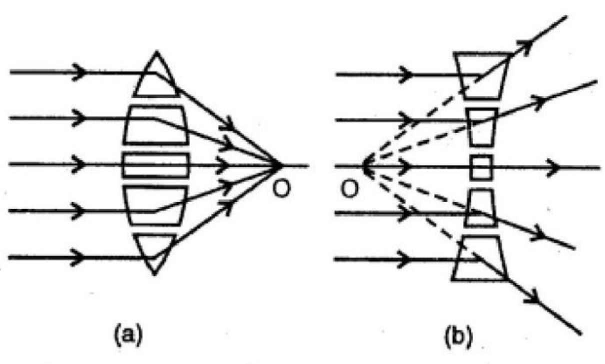
चित्र 11.42

सकती हैं और भिन्न भी हो सकती हैं। समान वक्रता त्रिज्याओं काले अवतल लेन्स को समावतल या समद्विअवतल लेन्स (equi-concave lens) कहते हैं।

(ii) समतलावतल लेन्स (Plano-Concave Lens) – जब लेन्स को प्रथम तल समतल एवं द्वितीय तल अवतल होता है तो उसे समतलावतल लेन्स कहते हैं। समतलावतल पृष्ठ की त्रिज्या अनन्त होती है (अर्थात् $R_1 = \infty$)।

(iii) उत्तलावतल लेन्स (Convexo-Concave Lens) – इस लेन्स का पहला तल उत्तल एवं दूसरा तल अवतल होता है (चित्र 11.42 (c)]। इन पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ भिन्न होती हैं (अर्थात् $R_1 > R_2 = \infty$)।

उत्तल लेन्स की अभिसारी क्रिया तथा अवतल लेन्स की अपसारी क्रिया-उत्तल लेन्स इस पर आपतित प्रकाश किरणों को मुख्य अक्ष की ओर मोड़कर उन्हें एक बिन्दु पर केन्द्रित कर देता है, अतः इसे अभिसारी लेन्स (Convergent lens) कहते हैं। इसके विपरीत अवतल लेन्स इस पर आपतित किरणों को मुख्य अक्ष से दूर हटा देता है अर्थात् फैला देता है। इसलिए इसे अपसारी लेन्स (Divergent lens) कहते हैं।



चित्र 11.43

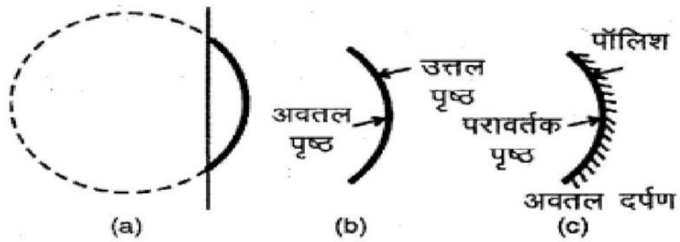
लेन्सों की इन क्रियाओं को समझने के लिए हम लेन्स को छोटे-छोटे प्रिज्म खण्डों से मिलकर बना हुआ

मान सकते हैं। इन प्रिज्मों के प्रिज्म कोण भिन्न-भिन्न होते हैं। हम जानते हैं कि प्रिज्म किसी किरण को आधार की ओर मोड़ता है और प्रिज्म कोण जितना अधिक होता है, प्रकाश किरण का विचलन भी उतना ही अधिक होता है।
उत्तल लेन्स के प्रत्येक प्रिज्म खण्ड का आधार लेन्स के केन्द्रीय भाग। की ओर होता है, अत: उत्तल लेन्स पर आपतित किरणें आधारों की ओर अर्थात् मुख्य अक्ष की ओर मुड़ जाती हैं और एक बिन्दु पर मिल जाती हैं [चित्र 11.43 (a)]।

अवतल लेन्स में प्रत्येक प्रिज्म का आधार लेन्स के केन्द्रीय भाग से बाहर की ओर होता है, अतः इन पर आपतित किरणें विभिन्न कोणों पर मुड़कर फैल जाती हैं [चित्र 11.43 (b)]।

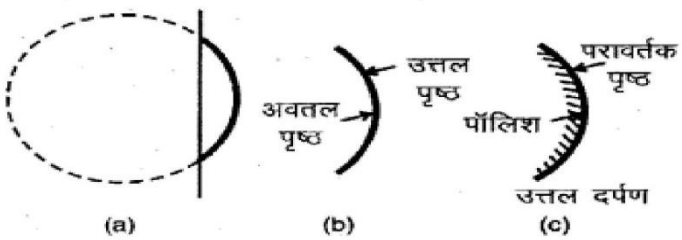
प्रश्न 2. गोलीय दर्पण को परिभाषित कीजिए। इसके लिए बिम्ब की दूरी, प्रतिबिम्ब की दूरी एवं फोकस दूरी में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।
उत्तर: गोलीय दर्पण (Spherical Mirrors)
काँच के किसी खोखले गोले से एक भाग काटकर उसके एक पृष्ठ पर पॉलिश कर दी जाये तो वह दर्पण की तरह व्यवहार करने लगता है। अर्थात् प्रकाश का परावर्तन करने लगता है। इस दर्पण को गोलीय दर्पण कहते हैं। गोलीय दर्पण निम्न दो प्रकार के होते हैं-
(i) अवतल दर्पण (Concave mirror),
(ii) उत्तल दर्पण (Convex mirror)
(iii) अवतल दर्पण (Concave Mirror) – जब गोलीय भाग के उत्तल पृष्ठ (अर्थात् उभरे हुए पृष्ठ पर) पॉलिश की जाती है तो बनने वाला गोलीय दर्पण अवतल दर्पण कहलाता है [चित्र 11.4]।

CBEC



चित्र 11.4 अवतल दर्पण

(ii) उत्तल दर्पण (Convex Mirror)—**जब गोलीय भाग के अवतल** पृष्ठ (दबे हुए पृष्ठ) **पर पॉलिश की जाती है तो बनने वाला दर्पण उत्तल** दर्पण होता है [चित्र 11.5]।



चित्र 11.5 उत्तल दर्पण

गोलीय दर्पण से सम्बन्धित कुछ परिभाषाएँ (Some Definitions Related to Spherical Mirror)

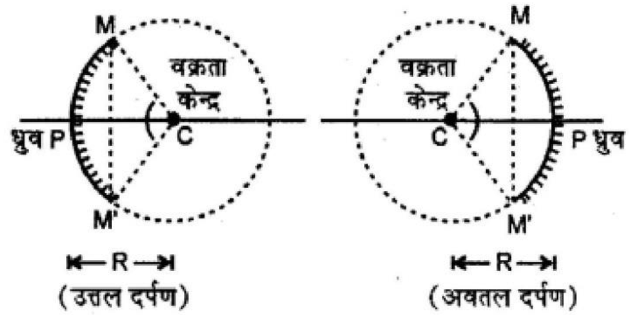
(i) ध्रुव (Pole) – गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के मध्य-बिन्दु को ध्रुव कहते हैं। इसे P से व्यक्त करते हैं।

(ii) वक्रता केन्द्र (Centre of Curvature) – उस गोले का केन्द्र, जिसका भाग गोलीय दर्पण होता है, दर्पण का वक्रता केन्द्र कहलाता है। इसे C से प्रदर्शित करते हैं।

(iii) वक्रता त्रिज्या (Radius of Curvature) – जिस खोखले गोले के एक भाग को काट कर गोलीय दर्पण बनाया जाता है, उस गोले का केन्द्र वक्रता केन्द्र एवं उसकी त्रिज्या वक्रता त्रिज्या कहलाती है। संक्षेप में कहा जा सकता है कि “वक्रता केन्द्र एवं ध्रुव के बीच की दूरी वक्रता त्रिज्या कहलाती है।” इसे R से व्यक्त करते हैं।

(iv) मुख्य अक्ष (Principal Axis) – दर्पण के ध्रुव एवं वक्रता केन्द्र से होकर जाने वाली रेखा मुख्य अक्ष कहलाती है। मुख्य अक्ष दर्पण पर अभिलम्बवत् होती है।

गोलीय दर्पण के वक्रता केन्द्र तथा उस पर किसी बिन्दु को मिलाने वाली रेखा को दर्पण की अक्ष कहते हैं। इस प्रकार गोलीय दर्पण के अनन्त अक्ष होते हैं। इनमें से जो अक्ष ध्रुव से होकर जाती है उसे मुख्य अक्ष कहते हैं।

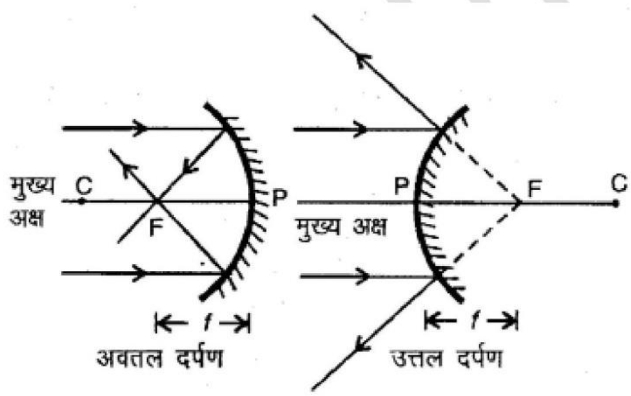


चित्र 11.6

(v) दर्पण का द्वारक (Aperture of Mirror) – दर्पण के संदर्भ में दर्पण का प्रकाशिक परावर्तित क्षेत्रफल वाला प्रभावी व्यास ही दर्पण का द्वारक होता है। चित्र 11.6 में MM' दर्पण का द्वारक है।

(vi) मुख्य फोकस अथवा फोकस (Principal Focus or Focus) – मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली किरणें दर्पण से परावर्तन के बाद जिस बिन्दु पर मिलती हैं (अवतल दर्पण के लिए) अथवा जिस बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण के लिए), दर्पण का मुख्य फोकस या फोकस कहलाता है। इसे F से व्यक्त करते हैं।

(vii) फोकस दूरी (Focal Length) – ध्रुव एवं फोकस के बीच की दूरी को फोकस दूरी कहते हैं। इसे f से व्यक्त करते हैं।



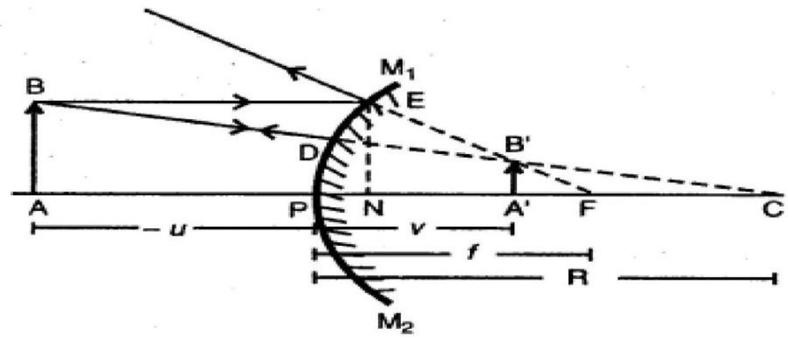
चित्र 11.7

दर्पण समीकरण (Mirror Equation)

दर्पण की फोकस दूरी (f), दर्पण से वस्तु की दूरी (u) व दर्पण से प्रतिबिम्ब की दूरी (v) के मध्य सम्बन्ध बताने वाले सूत्र को दर्पण समीकरण (Mirror equation) कहते हैं। यह सूत्र निम्नलिखित है-

$$\boxed{\frac{1}{v}+\frac{1}{u} = \frac{1}{f}}$$

(A) उत्तल दर्पण के लिए दर्पण-सूत्र (Mirror Formula for Convex Mirror) – M_1M_2 उत्तल दर्पण है। इसके सामने रखी वस्तु AB का प्रतिबिम्ब A'B' बनता है। मुख्य अक्ष के समान्तर किरण के आपतन बिन्दु E से मुख्य अक्ष पर डाला गया अभिलम्ब EN है।



चित्र 11.21

अब ΔABC व ΔA′B′C में,

$$\angle BAC = \angle B'A'C = 90°$$

∠ C दोनों में उभयनिष्ठ है।

अत: तीसरा कोण ∠ ABC व ∠ A′B′C स्वत: बराबर हो जायेगा। इस प्रकार ΔABC व ΔA′B′C समरूप त्रिभुज होंगे। इन समरूप त्रिभुजों में,

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C} \quad ...(1)$$

अब ΔENF व ΔA′B′F में,

$$\angle ENF = \angle B'A'F = 90°$$

∠ F दोनों में उभयनिष्ठ है।

$$\frac{EN}{A'B'} = \frac{NF}{A'F} \quad ...(2)$$

$\because$ $EN = AB$

$$\therefore \quad \frac{AB}{A'B'} = \frac{NF}{A'F} \quad ...(3)$$

यदि दर्पण का द्वारक छोटा है तो बिन्दु N ध्रुव P के काफी निकट होगा, अत: NF = PF ले सकते हैं, अत:

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{PF}{A'F} \quad ...(4)$$

अब समी. (1) व (4) की तुलना करने पर,

$$\frac{AC}{A'C} = \frac{PF}{A'F} \quad ...(5)$$

या

$$\frac{AP+PC}{PC-PA'} = \frac{PF}{PF-PA'} \quad ...(6)$$

चिह्न परिपाटी के अनुसार,

$$AP = -u$$
$$PA' = +v$$
$$PF = +f$$
$$PC = +R = 2f$$

समी. (6) में मान रखने पर,

$$\frac{-u+2f}{2f-(+v)} = \frac{+f}{f-(+v)}$$

या $$\frac{-u+2f}{2f-v} = \frac{+f}{f-v}$$

या $$(f-v)(-u+2f) = f(2f-v)$$

या $$-uf+2f^2+uv-2vf = 2f^2-fv$$

या $$-uf+uv-2vf = -fv$$

या $$uv = uf-fv+2vf$$

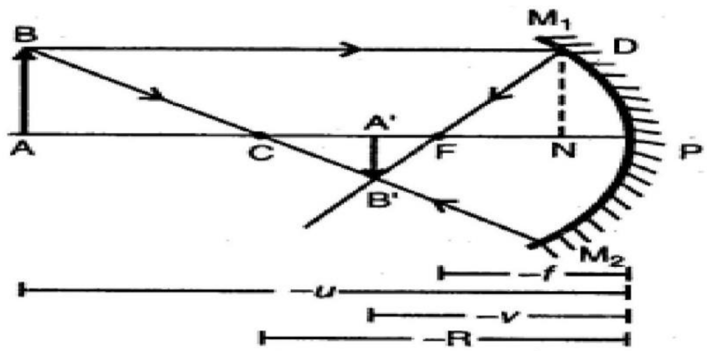
या $$uv = uf+vf \quad ...(7)$$

समीकरण (7) में uvf का भाग देने पर,

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf}+\frac{vf}{uvf}$$

या $$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{v}+\frac{1}{u}} \quad ...(8)$$

(B) अवतल दर्पण के लिए दर्पण-सूत्र (Mirror Formula for Concave Mirror)-M_1M_2, एक अवतल दर्पण है जिसके सामने रखी वस्तु AB का प्रतिबिम्ब A'B' बनता है।



चित्र 11.22

ΔABC व ΔCA′B′ में,

$$\angle BAC = \angle CA'B' = 90^\circ$$

$$\angle BCA = \angle A'CB' \text{ (शीर्षाभिमुख कोण हैं)}$$

अत: ΔABC व ΔA′B′C समरूप त्रिभुज हैं। इन समरूप त्रिभुजों से,

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{CA'} \quad ...(1)$$

अब ΔA′B′F व ΔFDN में,

$$\angle B'A'F = \angle DNF = 90^\circ$$

$$\angle A'FB' = \angle DFN \quad \text{(शीर्षाभिमुख कोण हैं)}$$

अत: ΔA′B′F व ΔFDN समरूप त्रिभुज हैं।

इन समरूप त्रिभुजों से,

$$\frac{DN}{A'B'} = \frac{FN}{FA'} \quad ...(2)$$

$\because \quad DN = AB$

$$\therefore \quad \frac{AB}{A'B'} = \frac{FN}{FA'} \quad ...(3)$$

यदि दर्पण का द्वारक बहुत छोटा है तो N व P अति निकट होंगे, अत: FN = FP ले सकते हैं।

$$\therefore \quad \frac{AB}{A'B'} = \frac{FP}{FA'} \qquad ...(4)$$

समी. (1) व (4) से,

$$\frac{AC}{CA'} = \frac{FP}{FA'}$$

या

$$\frac{PA - PC}{PC - PA'} = \frac{FP}{A'P - PF} \qquad ...(5)$$

चिह्न परिपाटी के अनुसार,

$$PA = -u$$
$$PC = -R = -2f$$
$$PA' = -v$$
$$PF = -f$$

∴ समीकरण (5) में मान रखने पर,

$$\frac{-u-(-2f)}{-2f-(-v)} = \frac{-f}{-v-(-f)}$$

या

$$\frac{-u+2f}{-2f+v} = \frac{-f}{-v+f}$$

या $(-u+2f)(-v+f) = (-f)(-2f+v)$

या $(-u+2f)(-v+f) = (-f)(-2f+v)$

या $uv - uf - 2vf + 2f^2 = 2f^2 - vf$

या $uv - uf - 2vf = -vf$

या $uv = uf - vf + 2vf$

या $uv = uf + vf \qquad ...(6)$

समी. (6) में uvf का भाग देने पर,

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf}$$

या

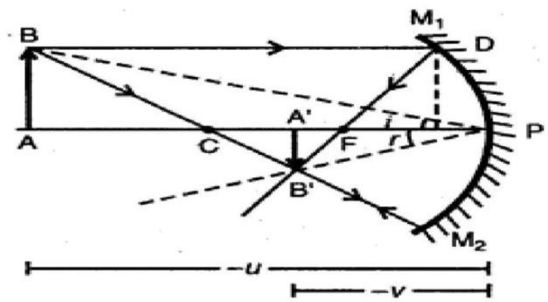
$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}} \qquad ...(7)$$

(C) दर्पण में आवर्धन (Magnification in Mirror) – दर्पण द्वारा बने प्रतिबिम्ब की लम्बाई (I) एवं वस्तु की लम्बाई (O) के अनुपात को ही आवर्धन कहते हैं। इसे m से व्यक्त करते हैं।

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिम्ब की लम्बाई}}{\text{वस्तु की लम्बाई}}$$

या
$$\boxed{m = \frac{I}{O}}$$

आवर्धन के लिए सूत्र (Formula for Magnification)—M_1M_2 एक अवतल दर्पण है जिसके सामने रखी वस्तु AB का प्रतिबिम्ब A'B' बनता है (चित्र 11.23 (a))।



चित्र 11.23 (a)

ΔABP व ΔA'B'P में,

$$\angle BAP = \angle B'A'P = 90^\circ$$
$$\angle BPA = \angle A'PB'$$

क्योंकि परावर्तन के नियम से,

$$\angle i = \angle r$$

∴ समरूप ΔABP व ΔA'B'P से,

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{A'P}{AP} \qquad ...(1)$$

∵
$$AB = +O;\ A'B' = -I$$
$$A'P = -v;\ AP = -u$$

∴ समी. (1) से,

$$\frac{-I}{+O} = \frac{-v}{-u}$$

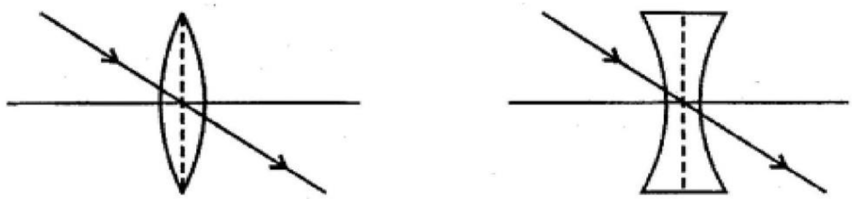
या
$$\frac{I}{O} = -\frac{v}{u} \qquad ...(2)$$

अत: आवर्धन $\boxed{m = \frac{I}{O} = -\frac{v}{u}}$

प्रश्न 3. उत्तल लेन्स एवं अवतल लेन्स द्वारा विभिन्न स्थितियों में प्रतिबिम्ब का निर्माण समझाइये। प्रतिबिम्ब की स्थिति, आकार एवं प्रकृति किरण चित्र द्वारा समझाइये।

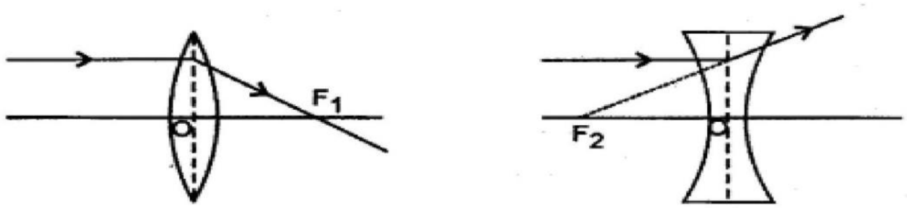
उत्तर: लेन्स से प्रतिबिम्ब निर्माण (Image Formation by Lenses)

1. पतले लेन्स द्वारा प्रतिबिम्ब बनने के नियम (Rules for Image Formation by Thin Lens)
   लेन्स द्वारा प्रतिबिम्ब बनाने के लिए किरण आरेख निम्न तीन नियमों के अनुसार खींचा जाता है-
   (i) प्रकाशिक केन्द्र से होकर जाने वाली किरणें बिना विचलित हुए अपवर्तित हो जाती हैं। [चित्र 11.62 (a)]



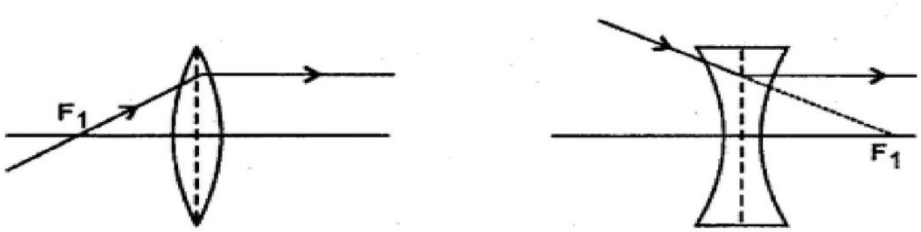
चित्र—11.62 (a)

(ii) मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली किरणें उत्तल लेन्स से अपवर्तित होकर फोकस से होकर जाती है और अवतल लेन्स से अपवर्तित होकर फोकस से आती हुई प्रतीत होती है। [चित्र 11.62 (b)]



चित्र—11.62 (b)

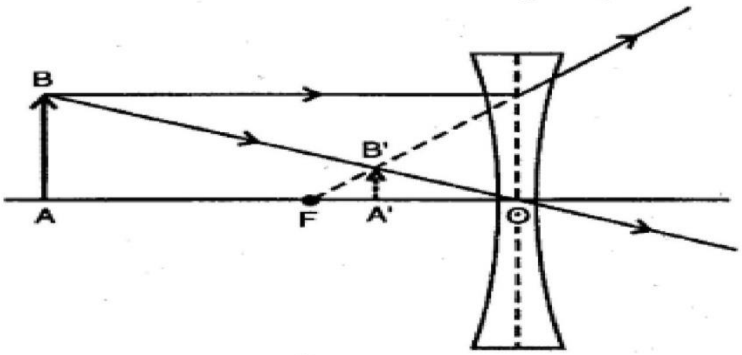
(iii) उत्तल लेन्स के फोकस से होकर जाने वाली एवं अवतल लेन्स के फोकस की ओर आने वाली किरणें अपवर्तित होकर मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं। [चित्र 11.62 c)]



चित्र—11.62 (c)

2. पतले लेन्स से प्रतिबिम्ब बनाना (Formation of Image by Thin Lens)

(a) अवतल लेन्स द्वारा (By Concave Lens)- अवतल लेन्स द्वारा किसी वस्तु का प्रतिबिम्ब बनना चित्र (1.63) में दिखाया गया है। AB का सीधा, छेटा और आभासी प्रतिबिम्ब लेन्स के द्वितीय फोकस एवं प्रकाशिक केन्द्र के मध्य बन रहा है। जैसे-जैसे वस्तु की दूरी लेन्स स

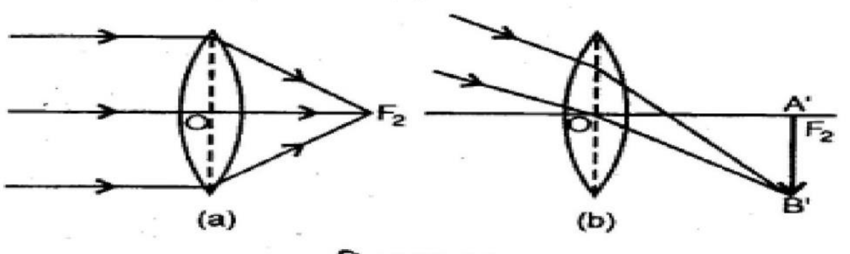


चित्र 11.63

बढ़ाते हैं, उसका प्रतिबिम्ब छोटा होता जाता है और वस्तु के लेन्स के पास जाने पर प्रतिबिम्ब बड़ा होता जाता है लेकिन प्रतिबिम्ब सदैव वस्तु से छोटा ही रहेगा और हमेशा फोकस और प्रकाशिक केन्द्र के मध्य ही बनेगा।

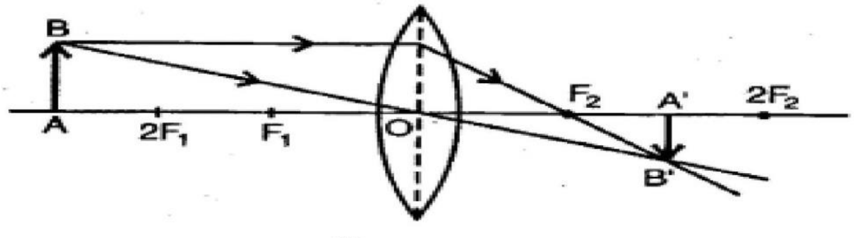
(b) उत्तल लेन्स द्वारा (By Convex Lens) – लेन्स से वस्तु की भिन्न-भिन्न दूरियों पर बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थितियाँ नीचे दर्शायी गई

(i) जब वस्तु अनन्त पर हो – अनन्त पर रखी हुई वस्तु से आने वाली किरणें समान्तर होती हैं। यदि ये किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर होती हैं तो लेन्स के द्वितीय फोकस पर वास्तविक, अत्यन्त छोटा (बिन्दुनुमा) एवं उल्टा प्रतिबिम्ब बनता है (चित्र 11.64 (a)]। यदि लेन्स पर आपतित किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर नहीं हैं तो लेन्स के द्वितीय फोकस तल में वस्तु का काफी छोटा, वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिम्ब A'B' बनता है। (चित्र 11.64 (b)]।



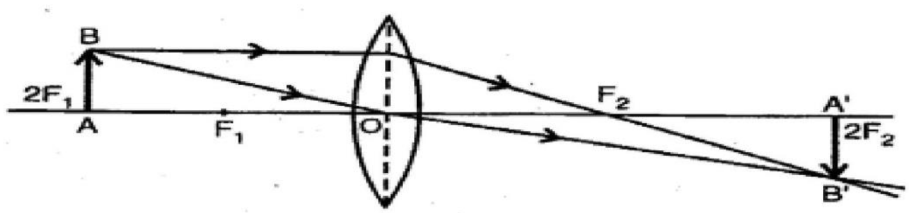
चित्र 11.64

(ii) जब वस्तु अनन्त एवं $2F_1$, के मध्य हो-इस स्थिति में वस्तु AB का उल्टा, छोटा एवं वास्तविक प्रतिबिम्ब A'B' लेन्स के दूसरी ओर F, व 2F) के मध्य बनता है (चित्र 11.65)।



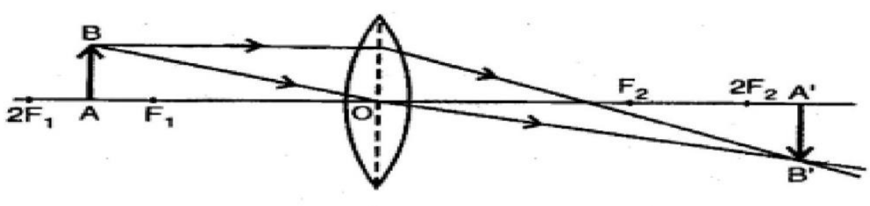
चित्र 11.65

(iii) जब वस्तु $2F_1$, पर हो – इस स्थिति में वस्तु AB का प्रतिबिम्ब A'B' वस्तु के बराबर, उल्टा एवं वास्तविक लेन्स के दूसरी ओर $2F_2$, पर बनता है (चित्र (11.66))।



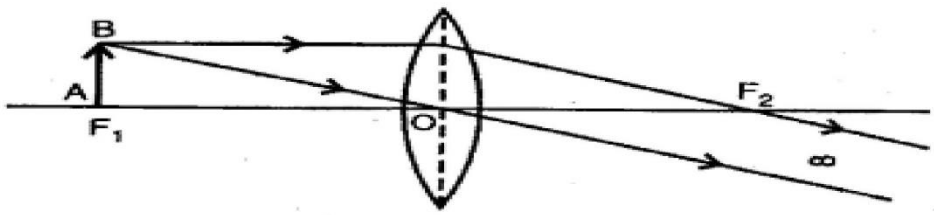
चित्र 11.66

(iv) जब वस्तु $2F_1$, व F_1 के मध्य हो – इस स्थिति में वस्तु AB का उल्टा, बड़ा, वास्तविक प्रतिबिम्ब लेन्स के दूसरी ओर $2F_2$, व अनन्त के मध्य बनता है (चित्र 11.67)।



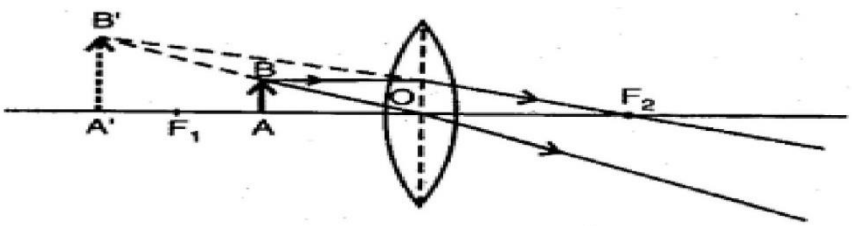
चित्र 11.67

(v) जब वस्तु फोकस F_1 पर हो – इस स्थिति में वस्तु AB का प्रतिबिम्ब A'B' वस्तु से काफी बड़ा, उल्टा एवं वास्तविक लेन्स के दूसरी ओर अनन्त पर बनेगा (चित्र 11.68)।



चित्र 11.68

(vi) जब वस्तु F_1, वे लेन्स के मध्य हो – इस स्थिति में वस्तु AB का सीधा, बड़ा एवं आभासी प्रतिबिम्ब लेन्स के उसी ओर अर्थात् वस्तु की ओर बन जाता है। यही सरल सूक्ष्मदर्शी का सिद्धान्त है (चित्र 11.69))।



चित्र 11.69

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1. एक 24 cm फोकस दूरी वाले अवतल दर्पण के सामने 36 cm दूरी पर रखे एक बिम्ब के प्रतिबिम्ब की दूरी ज्ञात कीजिए।

हल : दिया है : -24 cm; u = -36 cm; V= ?

दर्पण सूत्र से-

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{-36} = \frac{1}{-24}$$

या $$\frac{1}{v} = -\frac{1}{24} + \frac{1}{36} = \frac{-3+2}{72} = -\frac{1}{72}$$

∴ v = -72 cm.

∴ प्रतिबिम्ब की दूरी = दर्पण से 72 cm बिम्ब की ओर

प्रश्न 2. किसी माध्यम का निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांक 1.33 है। निर्वात में प्रकाश का वेग c = 3 × 10^8 ms^{-1} हो तो माध्यम में प्रकाश का वेग ज्ञात कीजिए।

हल :

दिया है : $_a\mu_m = 1.33 = \frac{4}{3}; c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}; v_m = ?$

$$\because \quad _a\mu_m = \frac{c}{v_m} \Rightarrow v_m = \frac{c}{_a\mu_m}$$

या
$$v_m = \frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} \times 10^8 = 2.25 \times 10^8\ ms^{-1}$$

या
$$v_m = \mathbf{2.25 \times 10^8\ ms^{-1}.}$$

प्रश्न 3. किसी 20 cm फोकसे दूरी वाले काँच के उत्तल लेन्स के पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याएँ क्रमशः 18 cm एवं 24 cm है। लेन्स के काँच का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।

हल :

दिया है : $f = +20$ cm; $R_1 = +18$ cm ; $R_2 = -24$ cm; $\mu = ?$

∵ पतले लेन्स के लिए—

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

$$\therefore \quad \frac{1}{20} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{18} - \frac{1}{-24}\right) = (\mu - 1)\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{24}\right)$$

या
$$\frac{1}{20} = (\mu - 1)\left(\frac{4 \times 3}{72}\right) = (\mu - 1) \times \frac{7}{72}$$

$$\therefore \quad (\mu - 1) = \frac{72}{20 \times 7} = \frac{18}{35} = 0.514$$

या
$$\mu = 1 + 0.514$$

या
$$\mu = \mathbf{1.514.}$$

प्रश्न 6. क्राउन काँच से बने 6° अपवर्तक कोण के प्रिज्म के पदार्थ का लाल तथा बैंगनी प्रकाश की किरणों के लिए अपवर्तनांक क्रमशः 1.514 एवं 1.523 हैं। प्रिज्म द्वारा कोणीय विक्षेपण ज्ञात कीजिए।

हल :

दिया है : $A = 6^\circ; \mu_R = 1.514; \mu_V = 1.523; \theta = ?$

$\because$ बैंगनी व लाल रंगों के मध्य विक्षेपण,

$$\theta = A(\mu_V - \mu_R)$$

$\therefore$ $$\theta = 6^\circ(1.523 - 1.514)$$

$$= 6^\circ \times 0.009$$

या $$\theta = 0.054^\circ.$$

CBEO BH...

अध्याय 10 – तरंग–प्रकाशिकी

1. यंग के द्वि – स्लिट प्रयोग में संपोषी व्यतिकरण उत्पन्न करने वाली तरंगों के बीच पथान्तर का मान नहीं होता है :
(a) $n\lambda$
(b) $(n + 1)\lambda$
(c) $(2n + 1)\lambda$
(d) $(2n + 1)\lambda / 2$ (d)

2. प्रकाश किरण के तीखे कोर पर से मुड़ने की घटना को कहते हैं
(a) अपवर्तन
(b) विवर्तन
(c) व्यतिकरण
(d) ध्रुवन (b)

3. बूस्टर का नियम है ?
(a) $\mu = \sin i_p$
(b) $\mu = \cos i_p$
(c) $\mu = \tan i_p$
(d) $\mu = \tan^2 i_p$ C

4. साबुन का बुलबुला सूर्य के प्रकाश में रंगीन दिखाई देता है इसका कारण है
(a) प्रकाश का वर्ण विक्षेपण
(b) प्रकाश का प्रकीर्णन
(c) प्रकाश का ध्रुवण
(d) प्रकाश का व्यतिकरण (d)

5. यंग के द्विक रेखा – छिद्र प्रयोग में स्लिटों के बीच अंतराल आधा एवं स्लिट व पर्दे के बीच की दूरी दुनी करने पर फ्रिंजों की चौड़ाई
(a) वही रहेगी
(b) आधी हो जाएगी
(c) चार गुनी हो जाएगी
(d) दुगनी हो जाएगी (c)

6. दो कला संबद्ध एकवर्णी प्रकाश पुंज जिनकी तीव्रताओं का अनुपात 4 :1 है, एक दूसरे पर अध्यारोपित है। महत्तम आर न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात है।
(a) 5 : 1
(b) 5 : 3
(c) 3: 1

(d) 9 : 1 (d)

7. निम्नलिखित में किस का अपवर्तनांक सबसे अधिक होता है

(a) काँच

(b) पानी

(c) लोहा

(d) हीरा (d)

8. हाइगेन्स के अनुसार प्रकाश की तरंगे होती है

(a) यांत्रिक , अनुदैर्ध्य

(b) यांत्रिक , अनुप्रस्थ

(c) विद्युत चुंबकीय

(d) यांत्रिक गोलीय (a)

9. सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता बढ़ाने के लिए

(a) माध्यम का अपवर्तनांक कम होना चाहिए

(b) माध्यम का अपवर्तनांक अधिक होना चाहिए

(c) अपवर्तनांक पर निर्भर नहीं करता है

(d) इनमें से कोई नहीं (b)

10. यदि प्रकाश का तरंगदैर्घ्य λ,दो कलाबद्ध स्रोतों के बीच की दूरी *d* तथा पर्दा एवं स्रोत के बीच की दुरी *D* हो, तो व्यतिकरण फ्रिजों की चौडाई निम्नलिखित सबध से दी जाती है

(A) λ/Dd

(B) $d/\lambda D$

(C) $\lambda D/d$

(D) $\lambda d/D$ (c)

प्रश्न-1. फ्रेनल दूरी तथा द्वारक की साईज में संबंध बताने वाला सूत्र लिखिए। (Raj. Board Supp. 2013, 2017) उत्तर– यदि फ्रेनल दूरी को Z_F तथा द्वारक की साइज को d द्वारा व्यक्त किया

$Z_F = d^2/\lambda$

प्रश्न-2. तरंगाग्र की परिभाषा लिखिए।

उत्तर– माध्यम के ऐसे सभी कणों का बिन्दुपथ, जो किसी क्षण समान कला में कम्पन कर रहे हैं, तरंगाग्र कहलाता है।

प्रश्न-3. तरंगाग्र कितने प्रकार के होते हैं? लिखिए।

उत्तर– तरंगाग्र तीन प्रकार के होते हैं– (a) गोलीयतरंगाग्र (b) बेलनाकार तरंगाग्र (c) समतल तरंगाय

प्रश्न-4. साधारण काँच की बजाय पोलेराइड द्वारा निर्मित चश्मों की क्या विशेषता होती है ? धूप के

उत्तर– साधारण रंगीन काँच प्रकाश का अवशोषण कर लेता है। इससे वस्तुएँ धुंधली दिखाई पड़ती हैं। इसके विपरीत पोलेराइड केवल आँखों में चकाचौंध उत्पन्न करने वाले ध्रुवित प्रकाश को ही अवशोषित करता है।

प्रश्न –5. मैलस का नियम बताओ। –

उत्तर– मैलस का नियम– "जब अध्रुवित प्रकाश ध्रुवक एवं विश्लेषक दोनों से पारगमित होता है, तब निर्गत प्रकाश की तीव्रता ध्रुवक तथा विश्लेषक दोनों से पारगमित होती है, तब निर्गत प्रकाश की तीव्रता ध्रुवक तथा विश्लेषक के अक्षों के बीच के कोण के कोज्या के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है।" अर्थात् $I \propto \cos^2\theta$

$I = I_0 \cos^2 \boldsymbol{\theta}$

यहाँ पर I = आपतित ध्रुवित प्रकाश की तीव्रता है।

प्रश्न-6. ब्रूस्टर कोण किसे कहते हैं?

उत्तर– जब परावर्तित तरंग अपवर्तित तरंग पर लंबवत् है तो परावर्तित तरंग एक पूर्ण ध्रुवित तरंग है। इस अवस्था में आपतन कोण को बूस्टर कोण कहते हैं तथा इसे i_Bसे निरूपित करते हैं।

प्रश्न 7. फ्रॉनहॉफर एवं फ्रेनेलविवर्तन में मुख्य अन्तर बताइये ।

उत्तर– इन दोनों में निम्नलिखित अन्तर हैं–

फ्रॉनहॉफर विवर्तन	फ्रेनेल विवर्तन
(1) विवर्तन प्रतिरूप का केन्द्र हमेशा दीप्त ही होता है।	विवर्तन प्रतिरूप का केन्द्र कभी दीप्त, कभी अदीप्त होता है।
(2) स्रोत एवं पर्दा दोनों विवर्तक से प्रभावी रूप से या वास्तव में अनन्त दूरी पर स्थित होते हैं।	स्रोत एवं पर्दा दोनों विवर्तक से सीमित दूरी पर होते हैं।
(3) तरंगाग्र समतल होते हैं।	तरंगाग्रगोलीय या बेलनाकार होते हैं।
(4) इसमें उत्तल लेंस का उपयोग करते हैं।	इसमें उत्तल लेंस का उपयोग नहीं करते हैं।
(5) इसमें एक से अधिक विवर्तकों के विवर्तन का सम्मिलित प्रभाव हो सकताहै।	इसमें केवल एक विवर्तक का विवर्तन प्रभाव होता है।
(6) इसकी सैद्धान्तिक विवेचना काफी एवं परिशुद्ध गणित की सहायता से होती है।	इसकी सैद्धान्तिक विवेचना जटिल एवं केवल सन्निकट मान देती है ।
(7) इस प्रकार के विवर्तन में तरंगाग्रों का विवर्तक पर झुकाव महत्वपूर्ण होता है।	इस विवर्तन में स्रोत एवं पर्दे की विवर्तक से दूरियाँ महत्वपूर्ण होतीहैं।

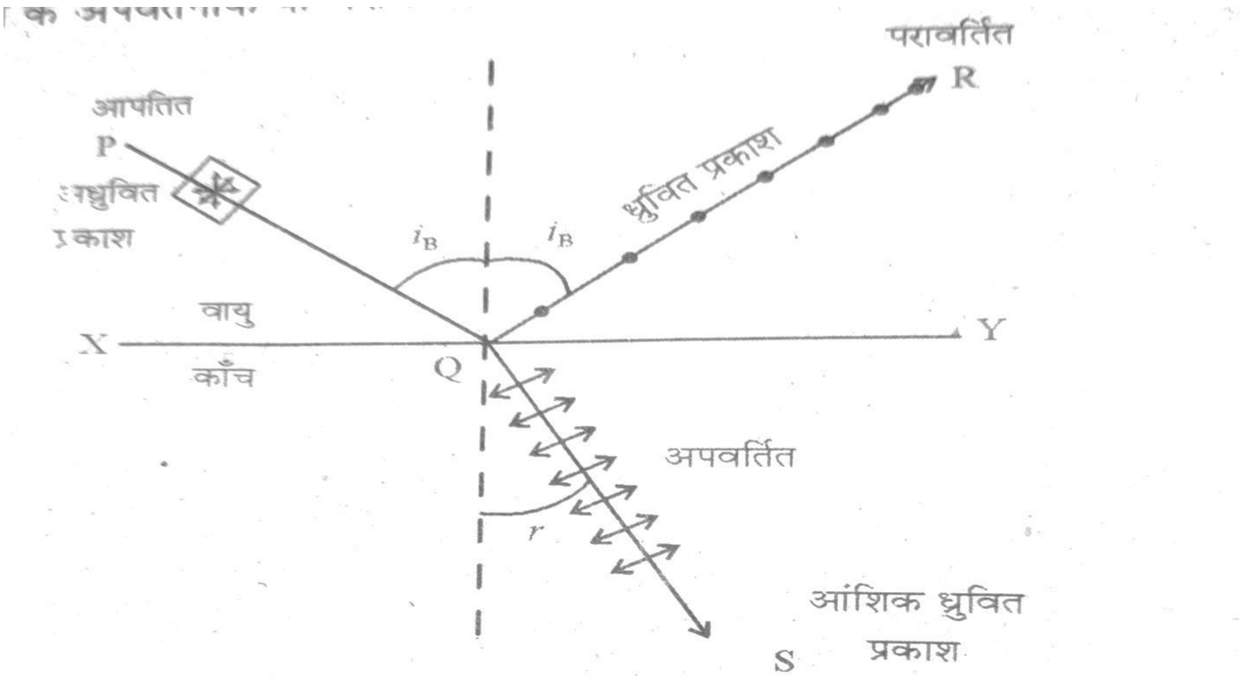
CBEO BHINDER

प्र.8: बूस्टर का नियम लिखिए। सिद्ध करें कि जब एक प्रकाश किरण पारदर्शी माध्यम की सतह पर ध्रुवण कोण पर आपतित होती है, तो परावर्तित व अपवर्तित किरणें परस्पर लम्बवत होती हैं।

उत्तर– सन् 1811 में ब्रूस्टर (Brewster) ने यह बताया कि परावर्तित प्रकाश की मात्रा, आपतन कोण पर निर्भर करती है। एक विशेष आपतन कोण के लिए परावर्तित प्रकाश पूर्णतया समतल–ध्रुवित होता है तथा इसके कम्प्पनआपतन तल के लम्बवत् होते हैं। इस आपतन कोण को बूस्टर कोण या 'ध्रुवण कोण (polarising angle) कहते हैं। यह आपतन कोण केवल उस

माध्यम पर निर्भर करता है जिसके पृष्ठ से परावर्तन तथा अपवर्तन क्रिया होती है। पारदर्शी माध्यम के अपवर्तनांक (u) तथा ध्रुवण कोण (i_B) में निम्न सम्बन्ध होता है :

u = tan i_B अर्थात् ध्रुवण कोण की स्पर्शज्या का मान प्रयुक्त प्रकाश के लिए उस माध्यम के अपवर्तनांक के बराबर होता है। इसे ब्रूस्टर का नियम कहते हैं।



काँच के लिए i_B का मान 57° होता है। ध्रुवण कोण पर परावर्तित तथा नोंअपवर्तित किरणें QR व QS परस्पर लम्बवत् होती हैं। इसे सिद्ध करने के कर लिए माना कि अपवर्तन कोण है। स्नेल के नियम से,

$$\mu = \frac{\sin i_B}{\sin r} \quad .....(1)$$

परन्तु $$\mu = \tan i_B = \frac{\sin i_B}{\cos i_B} \quad .....(2)$$

समी. (1) व (2) से

$$\mu = \frac{\sin i_B}{\cos i_B} = \frac{\sin i_B}{\sin r}$$

अथवा $\cos i_B = \sin r = \cos(90° - r)$

अथवा $i_B = 90° - r$

अथवा $i_B + r = 90°$

i_B = ध्रुवण कोण या ब्रूस्टर कोण

अर्थात् परावर्तित तथा अपवर्तित किरणें एक–दूसरे के लम्बवत होती हैं।

प्र. 9. हाइगेन्स के तरंग सिद्धान्त की दो मान्यताओं का कथन कीजिए। 'हाइगेन्स के तरंग सिद्धान्त का उपयोग कर प्रकाश के अपवर्तन हेतु स्नेल के नियम का निगमन कीजिए तथा किरण चित्र भी बनाइए। (Raj. Board 2020, Supp. 2012, 2015, 2017)

उत्तर– प्रकाश के तरंग सिद्धान्त का प्रतिपादन हॉलैण्ड के वैज्ञानिक क्रिस्टोफरहाइगेन्स ने सन् 1678 ई. में किया था हाइगेन्स के अनुसार प्रकाश तरंगों के रूप में चलता है। ये तरंगें प्रकाश स्रोत से निकलकर सभी सर्वसम्भव दिशाओं में प्रकाश की चाल (3×10^8 मी./से.) से चलती है क्योंकि तरंगों को चलने के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। इसलिए हाइगेन्स ने एक सर्वव्यापी माध्यम ईथर की कल्पना की। इस काल्पनिक माध्यम के लिए यह माना गया कि यह भारहीन है सभी दिशाओं में प्रवेश कर सकता है। इसमें प्रकाश तरंग के संचरण के लिए आवश्यक सभी गुण विद्यमान है। उदाहरण के लिए–प्रकाश अतितीव्र वेग (3×10^8 मी./से.) से चलता है अतः यह माना गया कि माध्यम ईथर का घनत्व बहुत कम तथा प्रत्यास्थता बहुत अधिक होती है इस माध्यम में–

$$\text{तरंग चाल} = \sqrt{\frac{\text{माध्यम की प्रत्यास्थता}}{\text{माध्यम का घनत्व}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}}$$

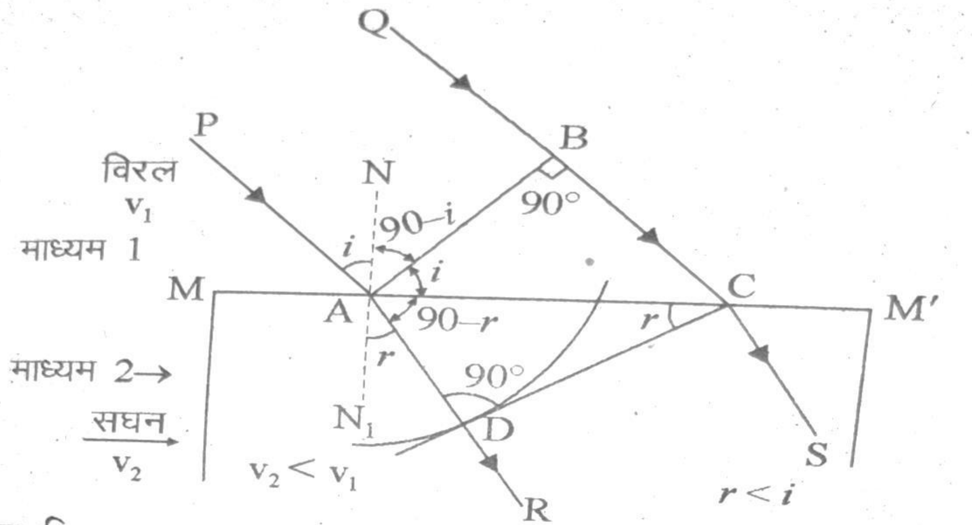
सूत्र से ज्ञात की जा सकती है इस प्रकार के काल्पनिक माध्यम में प्रकाशीय तरंगे संचरित होती हुई जब आंख की रेटिना पर गिरती हैं तो हमें वस्तुऐं दिखाई देने लगती हैं विभिन्न रंगों के प्रकाश की तरंगों की लम्बाईयाँ अलग–अलग होती है।

चित्र में दिखाये अनुसार माना MM' माध्यम 1 (विरल) तथा माध्यम 2 (सघन) को पृथक करने वाले पृष्ठ को निरूपित करता है माना V_1 तथा V_2. क्रमशः माध्यम 1 तथा माध्यम 2 में प्रकाश के वेग को व्यक्त करते हैं। एक समतल तरंगाग्रAB अपवर्तक तल MM' पर आपतिततरंगाग्र है जिसका A भाग अपवर्तक तल को स्पर्श करता है एवं B भाग विरल माध्यम में ही है। माना B को अपवर्तक तल के बिन्दु C तक पहुँचने में समय लगता है अत: $BC = V_1 t$ इतने ही समय में तरंगाग्र का A भाग सघन माध्यम में $v_2 t$ दूरी तक पहुँचेगा तथा $v_2 < V_1$ होगा।

बिन्दु A को केन्द्र मानकर v_2 त्रिज्या का एक चाप दूसरे V_1 माध्यम में खींचकर, C से एक स्पर्श रेखाखण्ड खींचा जाता है जो D पर स्पर्शकरता है तब AD= V_2t तथा CD को हम अपवर्तित तरंगाग्र कहते हैं।

चित्रानुसार $\angle PAN = \angle i$ (आपतन कोण)

$\angle DAN_1 = \angle r$ (अपवर्तन कोण)



अब त्रिभुज ABC तथा ADC से

$$\text{Sin } i = \frac{BC}{AC} = \frac{v_1 t}{AC} \quad \ldots(1)$$

और $$\text{Sin } r = \frac{AD}{AC} = \frac{v_2 t}{AC} \quad \ldots(2)$$

समी. (1) व (2) से

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \quad ..(3)$$

यदि c निर्वात में प्रकाश का वेग हो तब, निरपेक्ष अपवर्तनांक

$$\mu_1 = \frac{c}{v_1} \text{ तथा } \mu_2 = \frac{c}{v_2}$$

जहाँ μ_1 तथा μ_2 क्रमशः माध्यम 1 तथा माध्यम 2 के अपवर्तनांक है।

अतः $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \mu_{21}$

जिसे माध्यम 2 का माध्यम 1 के सापेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं। यही स्नैल का अपवर्तन संबंधी नियम है।

चित्र से स्पष्ट है कि आपतिततरंगाग्र, अभिलम्ब एवं अपवर्तिततरंगाग्र हो नए सभी एक ही समतल में स्थित है। यही अपवर्तन का द्वितीय नियम है। इस प्रकार हाइगेन के तरंग सिद्धान्त से अपवर्तन के नियमों की व्याख्या होती है।

प्र. 10. प्रकाश के व्यतिकरण के लिए आवश्यक कोई दो शर्तें लिखिए। यंग के द्वि–स्लिट प्रयोग में व्यतिकरण फ्रिन्जों की चौड़ाई ज्ञात करने का व्यंजक प्राप्त कीजिए। यंग के द्विस्लिट प्रयोग में तीव्रता वितरण का आरेख खींचिए। (Raj. Board 2018, 2015, 2013, Supp. 2016, 2013)

अथवा

प्रदीप्त फ्रिंजों के लिए फ्रिंज चौड़ाई का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। (Raj. Board 2019)

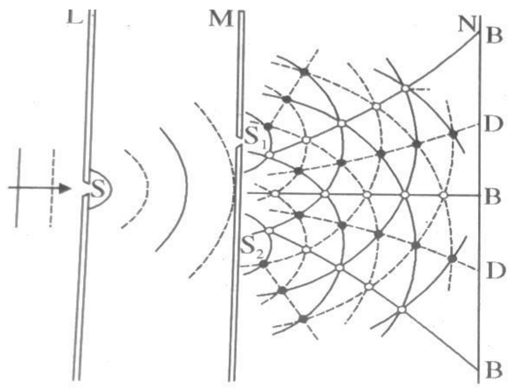
उत्तर– 1. प्रकाश तरंगें कलासम्बद्ध (Coherent) होनी चाहिये अर्थात् इनसे उत्सर्जितप्रकाशीय तरंगों के बीच कलान्तर समय के साथ नियत रहना चाहिये।

2. दोनों तरंगों की आवृत्ति अथवा तरंगदैर्ध्य बराबर होनी चाहिये अर्थात् प्रकाश स्रोत एक वर्णीय होना चाहिये।

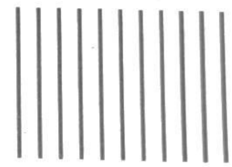
माना एक गत्ते में बने बारीक छिद्र S व S, द्वितीयक प्रकाश स्रोत की तरह कार्य करते हैं जिनके बीच कि दूरी है व इन छिद्रों पर आपतित प्रकाश एकवर्णी है जिसका तरंगदैर्ध्य है। इन छिद्रों से लम्बवत् दूरी D पर एक पर्दा रखा है। जिस पर व्यतिकरण प्रतिरूप प्रेक्षित किया जा सकता है।

पर्दे के केन्द्र बिन्दु O' पर SI, S2 से पहुँचने वाली तरंगों के मध्य पथान्तरशून्य होता है, जिसके कारण वहाँ तीव्रता अधिकतम प्राप्त होती है। जिसे केन्द्रीय दीप्त फ्रिंज कहते हैं।

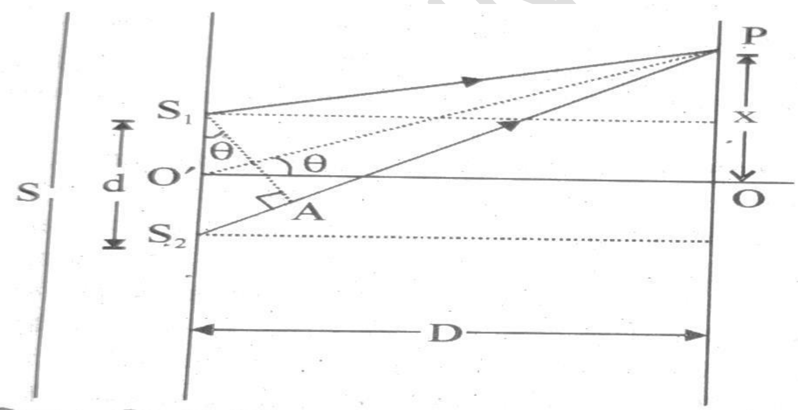
CBEO BHINDER



चित्र : यंग का प्रयोग

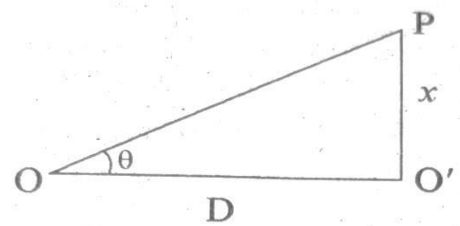

चित्र : व्यतिकरण फ्रिन्जें

माना स्रोत S_1 व S_2 से उत्सर्जित द्वितीयक तरंगिकाएँ पथ S_1 P व S_2 P से होकर पर्दे के बिन्दु P पर मिलती है जिससे व्यतिकरण प्रतिरूप



चित्र : किसी बिन्दु पर पथान्तर ज्ञात करना

उत्पन्न होता है। यदि इसमें बनी फ्रिन्ज कि दूरी पर्दे के केन्द्र बिन्दु O' से x हो तो समकोण त्रिभुज OO' P से

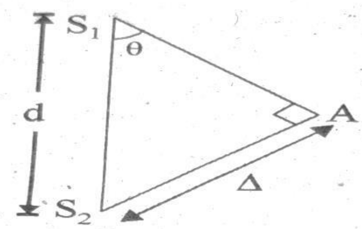


$$\tan\theta = \frac{O'P}{OO'} = \frac{x}{D} \qquad .....(1)$$

अब यदि तरंगों के पथ की लम्बाई पर विचार करे तो S2 P > S, P है फलतः दोनों तरंगों के मध्य पथान्तर होगा। जिसे $S_2 P - S_1 P = S_2 A = \boldsymbol{\Delta}$ से यदि – व्यक्त किया जा सकता है यदि S से S_2 P पर लम्ब S_1 **A** डाले तो–

समकोण त्रिभुज S_2AS_1 से

$$\sin\theta = \frac{\Delta}{d} \qquad .....(2)$$



यदि θ का मान बहुत कम है तब $\sin\theta \cong \tan\theta$ होगा

अतः $\frac{\Delta}{d} = \frac{x}{D}$ या $\Delta = \frac{xd}{D}$

अतः $x = \frac{\Delta D}{d}$ .....(3)

य

इस दूरी x का मान d व D नियत रहने पर पथान्तर Δ पर निर्भर करता है।

(i) चमकीली फ्रिन्जों के लिए यदि n वें क्रम कि चमकीली फ्रिन्ज बिन्दु P पर पर्दे पर दिखाई देती है तो फ्रिन्ज के निर्माण में प्रयुक्त द्वितीयक तरंगिकाओं के मध्य पथान्तर $\Delta = n\lambda$ होगा।

अतः n वें क्रम कि चमकीली फ्रिन्ज की पर्दे के केन्द्र बिन्दु से दूरी-

$$x_n = \frac{n\lambda D}{d} \quad \text{होगी।} \quad n = 0, \pm1, \pm2, \ldots \qquad \ldots(4)$$

n = 0 रखने पर केन्द्रीय दीप्त फ्रिंज जिसे शून्य क्रम फ्रिंज कहते हैं की स्थिति, n = 1 रखने पर प्रथम दीप्त फ्रिंज की स्थिति प्राप्त होती है।

इसी प्रकार, यदि $(n + 1)$ वें क्रम की चमकीली फ्रिन्ज की पर्दे के केन्द्र बिन्दु से दूरी

$$x_{n+1} = \frac{(n+1)\lambda D}{d} \qquad \ldots(5)$$

क्योंकि क्रमागत फ्रिन्जों के बीच कि दूरी फ्रिन्ज चौड़ाई के बराबर होता है। चमकीली फ्रिन्जों के लिए फ्रिन्ज चौड़ाई-

$$\beta = x_{n+1} - x_n$$

$$\beta = \frac{(n+1)\lambda D}{d} - \frac{n\lambda D}{d}$$

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \qquad \ldots(6)$$

इस पद से स्पष्ट होता है कि फ्रिन्ज चौड़ाई फ्रिन्ज संख्या पर निर्भर नहीं करती है अर्थात् चमकीली फ्रिन्जों के लिए फ्रिन्ज चौड़ाई समान रहती है।

(ii) यदि पर्दे पर बिन्दु P पर काली फ्रिन्ज बनती है तो n वें क्रम की **काली फ्रिन्ज के लिए** पथान्तर-

$$\Delta = (2n + 1)\frac{\lambda}{2}; \; n = 0, \pm1, \pm2, \ldots$$

n वें क्रम की काली फ्रिन्ज की पर्दे के केन्द्र बिन्दु से दूरी

$$x'_n = \frac{(2n+1)\lambda D}{2d} \qquad \ldots(7)$$

इसी प्रकार $(n + 1)$ वें क्रम की काली फ्रिन्ज की पर्दे के केन्द्र बिन्दु से दूरी

$$x'_{n+1} = [2(n+1)+1]\frac{\lambda D}{2d} \qquad \ldots(8)$$

क्रमागत काली फ्रिन्जों के बीच की दूरी अर्थात् फ्रिन्ज चौड़ाई

$$\beta' = x'_{n+1} - x'_n$$

$$\beta' = [2(n+1)+1]\frac{\lambda D}{2d} - \frac{(2n+1)\lambda D}{2d}$$

$$\beta' = \frac{\lambda D}{d} \quad \text{होगी।} \qquad \ldots(9)$$

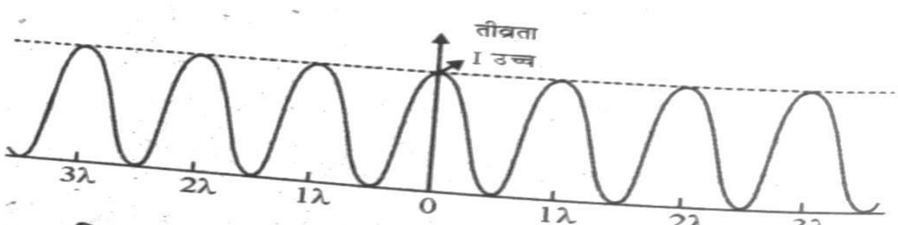
अतः काली फ्रिन्जों के लिए भी फ्रिन्ज चौड़ाई समान होती है।

समी. (6) व समी. (9) कि तुलना करने पर

$$\beta = \beta' \qquad \ldots(10)$$

इस प्रकार कहा जा सकता है कि **चमकीली एवं काली फ्रिन्जों के फ्रिन्ज चौड़ाई समान होती है।**

अतः फ्रिन्ज चौड़ाई $\beta = \frac{\lambda D}{d}$



चित्र – यंग के द्विस्लिट प्रयोग में तीव्रता वितरण

प्रश्न 11. प्रकाश के व्यतिकरण का गणितीय विश्लेषण कीजिये। व्यतिकरण की विभिन्न अवस्थाओं को समझाइये। व्यतिकरण में ऊर्जा वितरण ग्राफ खींचिये।

10.7.3 प्रकाश के व्यतिकरण का गणितीय विश्लेषण (Analytic Treatment of Interference)

माना कि किसी माध्यम में दो तरंगें कला सम्बद्ध स्रोतों (S_1 तथा S_2) से उत्सर्जित होती हैं जिनकी आवृत्ति समान तथा आयाम क्रमशः a_1 तथा a_2 है। माना ये तरंगें एक ही दिशा में (X-अक्ष की दिशा में) गतिमान हैं। इन तरंगों के किसी बिन्दु पर पहुँचने के समय माना उनमें कलान्तर ϕ है।

यदि उस बिन्दु पर इन तरंगों के कारण विस्थापन y_1 व y_2 हों तो

$$y_1 = a_1 \sin \omega t \qquad ....(1)$$

तथा

$$y_2 = a_2 \sin (\omega t + \phi) \qquad ....(2)$$

जहाँ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$, कोणीय आवृत्ति है, T आवर्तकाल है, n तरंगों की आवृत्ति है तथा ϕ इन तरंगों के मध्य नियत कलान्तर है। अध्यारोपण के सिद्धान्त से परिणामी तरंग का विस्थापन

$$y = y_1 + y_2 \qquad ....(3)$$

समी. (1) व (2) से y_1 व y_2 का मान समी. (3) में रखने पर

$$\begin{aligned} y &= a_1 \sin \omega t + a_2 \sin (\omega t + \phi) \\ &= a_1 \sin \omega t + a_2 [\sin \omega t \cos \phi + \cos \omega t \sin \phi] \\ &= a_1 \sin \omega t + a_2 \sin \omega t \cos \phi + a_2 \cos \omega t \sin \phi \\ &= (a_1 + a_2 \cos \phi) \sin \omega t + a_2 \sin \phi \cos \omega t \end{aligned}$$

माना $(a_1 + a_2 \cos \phi) = R \cos \theta$ ...(4)

एवं $(a_2 \sin \phi) = R \sin \theta$ ...(5)

$\therefore \quad y = R \sin \omega t \cos \theta + R \cos \omega t \sin \theta$

या $\quad y = R \sin (\omega t + \theta)$ ....(6)

समीकरण (6) दोनों तरंगों के अध्यारोपण के कारण उत्पन्न परिणामी तरंग के विस्थापन समीकरण को प्रदर्शित करता है जिसका आयाम R तथा कला कोण θ है।

समीकरण (4) तथा (5) का वर्ग करके जोड़ने पर

$$R^2 \cos^2 \theta + R^2 \sin^2 \theta = (a_1 + a_2 \cos \phi)^2 + (a_2 \sin \phi)^2$$

$$R^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta)$$

$$= a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2\cos^2\phi + a_2^2\sin^2\phi$$

$$\therefore \quad R^2 = a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2$$

अतः परिणामी तरंग का आयाम

$$R = \left(a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos\phi\right)^{1/2} \qquad ....(7)$$

समी. (5) को समी. (4) से भाग देने पर

$$\frac{R \sin\theta}{R \cos\theta} = \frac{a_2 \sin\phi}{a_1 + a_2 \cos\phi}$$

या

$$\tan \theta = \frac{a_2 \sin\phi}{a_1 + a_2 \cos\phi}$$

या

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{a_2 \sin\phi}{a_1 + a_2 \cos\phi}\right] \qquad ....(8)$$

समीकरण (7) तथा (8) से यह ज्ञात होता है कि परिणामी तरंग का आयाम तथा कला कोण दोनों तरंगों के आयाम तथा उनके मध्य कलान्तर पर निर्भर करते हैं।

हम जानते हैं कि प्रकाश की तीव्रता तरंग के आयाम के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है, अतः

$$I = KR^2 \qquad ....(9)$$

जहाँ K एक समानुपाती नियतांक है। अतः प्रथम तरंग की तीव्रता $I_1 = Ka_1^2$ तथा द्वितीय तरंग की तीव्रता $I_2 = Ka_2^2$ होगी।

इसलिये परिणामी तरंग की तीव्रता

$$\begin{aligned} &= KR^2 = K[a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos\phi] \\ &= Ka_1^2 + Ka_2^2 + 2\left(\sqrt{Ka_1^2}\right)\left(\sqrt{Ka_2^2}\right)\cos\phi \\ &= I_1 + I_2 + 2\left(\sqrt{I_1}\right)\left(\sqrt{I_2}\right)\cos\phi \end{aligned}$$

या $\quad I = I_1 + I_2 + 2\left(\sqrt{I_1 I_2}\right)\cos\phi$ ....(10)

व्यतिकरण की विभिन्न अवस्थायें–

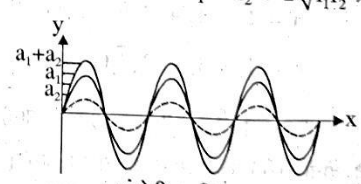
(1) संपोषी व्यतिकरण (Constructive interference)–संपोषी व्यतिकरण के लिये परिणामी तरंग का आयाम एवं तीव्रता अधिकतम होनी चाहिये। जब कलान्तर $\phi = 0, 2\pi, 2\pi ..... = 2n\pi$ होगा (जहाँ n = 0, 1.... पूर्णांक संख्या है) तो

$$\cos \phi = 1$$

अतः परिणामी आयाम का मान होगा–

$$R = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \times 1} = a_1 + a_2 \text{ (अधिकतम)}$$

तथा परिणामी तीव्रता $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \times 1$



संपोषी व्यतिकरण

$$= \left(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}\right)^2 \text{ (अधिकतम)} \qquad ....(11)$$

यदि दोनों तरंगों के आयाम समान हों

अर्थात् $a_1 = a_2 = a$

तो $I_1 = I_2 = I_0$ होगा।

अतः परिणामी आयाम

$$R = (a_1 + a_2) = a + a = 2a \quad ....(12)$$

तथा परिणामी तीव्रता का मान होगा

$$I = \left(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}\right)^2 = \left(\sqrt{I_0} + \sqrt{I_0}\right)^2 = 4I_0 \quad ....(13)$$

हम जानते हैं कि,

$$\text{कलान्तर} = \frac{2\pi}{\lambda} \times (\text{पथान्तर}) \text{ या } \phi = \frac{2\pi}{\lambda}(x)$$

$$\text{या पथान्तर} = \frac{\lambda}{2\pi} \times (\text{कलान्तर}) \text{ या } x = \frac{\lambda}{2\pi}\phi \quad ....(14)$$

यदि तरंगों के बीच पथान्तर x है तो

पथान्तर $x = 0, \lambda, 2\lambda..... = n\lambda$ के लिये परिणामी आयाम तथा परिणामी तीव्रता का मान अधिकतम प्राप्त होगा अर्थात् व्यतिकरण संपोषी होगा।

(2) विनाशी व्यतिकरण (Destructive interference)–जब कलान्तर $\phi = \pi, 3\pi, 5\pi..... = (2n + 1)\pi$ होगा तो $\cos\phi = -1$

अतः परिणामी आयाम का मान होगा

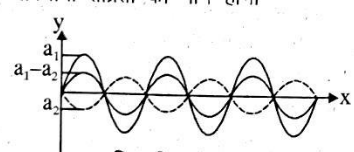
$$R = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \times (-1)}$$

$$= \sqrt{a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2}$$

$$= \sqrt{(a_1 - a_2)^2}$$

$$= (a_1 - a_2) \text{ (न्यूनतम मान)} \quad ....(15)$$

तथा परिणामी तीव्रता का मान होगा



विनाशी व्यतिकरण

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2}\,(-1)$$

$$= I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1I_2}$$

$$= \left(\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}\right)^2 \text{ (न्यूनतम मान)} \quad ....(16)$$

यदि दोनों तरंगों के आयाम समान हों अर्थात्

$a_1 = a_2 = a$ तो $I_1 = I_2 = I_0$ होगा।

अतः परिणामी आयाम $R = (a - a) = 0$ (न्यूनतम) ....(17)

$$\text{तथा परिणामी तीव्रता } I = \left(\sqrt{I_0} - \sqrt{I_0}\right)^2 = 0 \text{ (न्यूनतम)} \quad ....(18)$$

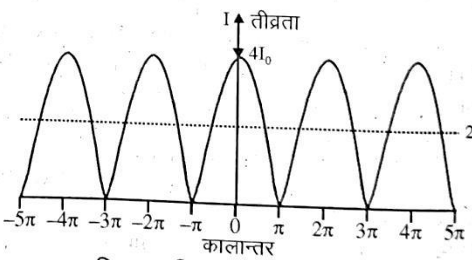
इस स्थिति में परिणामी आयाम तथा तीव्रता का मान न्यूनतम (शून्य) प्राप्त होगा अर्थात् उत्पन्न व्यतिकरण विनाशी व्यतिकरण होगा।

यदि तरंगों के बीच पथान्तर x है तो

पथान्तर $x = \lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2 .... = (2n + 1)\lambda/2$ के लिये परिणामी आयाम तथा तीव्रता का मान भी न्यूनतम प्राप्त होगा अर्थात् व्यतिकरण विनाशी होगा।

उपर्युक्त विश्लेषण से यह निष्कर्ष प्राप्त होता है कि जब कला सम्बद्ध स्रोतों से समान आवृत्ति की दो तरंगें अध्यारोपित होती हैं तो माध्यम के किसी बिन्दु पर परिणामी आयाम तथा तीव्रता का मान अधिकतम तब होता है जब उनके मध्य कलान्तर π का सम गुणज $(2n\pi)$ या पथान्तर λ का पूर्ण गुणज $(n\lambda)$ होता है। इस अवस्था में उत्पन्न व्यतिकरण संपोषी व्यतिकरण होता है। इसके विपरीत जब कलान्तर π का विषम गुणज अर्थात् $(2n\pm1)\pi$ या पथान्तर $\lambda/2$ का विषम गुणज $(2n\pm1)\lambda/2$ होता है तो परिणामी आयाम तथा तीव्रता का मान न्यूनतम होता है। इस अवस्था में उत्पन्न व्यतिकरण विनाशी व्यतिकरण होता है।

व्यतिकरण की घटना में ऊर्जा वितरण–समीकरण (13) तथा (18) से ज्ञात होता है कि व्यतिकरण में विभिन्न बिन्दुओं पर तीव्रता अधिकतम मान $(4I_0)$ तथा न्यूनतम मान (शून्य) के मध्य बदलती है। यदि दो भिन्न कला असम्बद्ध स्रोत होते तो तीव्रता सभी स्थानों पर समान होती। व्यतिकरण में ऊर्जा का ह्रास नहीं होता है, बल्कि ऊर्जा न्यूनतम तीव्रता के बिन्दुओं से अधिकतम तीव्रता के बिन्दुओं पर स्थानान्तरित हो जाती है अर्थात् ऊर्जा संरक्षित रहती है अतः प्रकाश व्यतिकरण में फ्रिंजों का निर्माण ऊर्जा संरक्षण के नियमानुसार होता है। सामने चित्र में ऊर्जा वितरण ग्राफ को प्रदर्शित किया गया है। इस वितरण में भी माध्य तीव्रता $2I_0$ होगी।



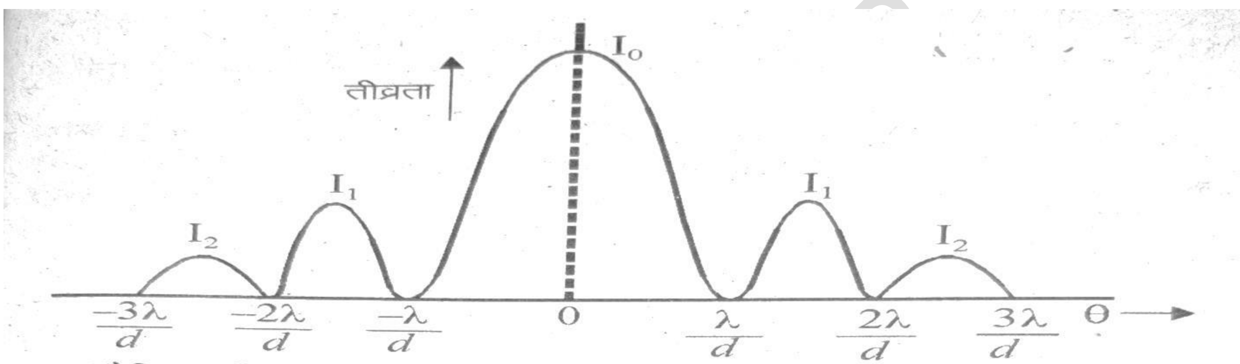
चित्र : व्यतिकरण में ऊर्जा वितरण

प्र.12. एकल झिरी द्वारा विवर्तन प्रतिरूप में उत्पन्न फ्रिजों की तीव्रता वितरण का तुलनात्मक ग्राफ खींचिए। केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई का 1 व्यंजक प्राप्त कीजिए। यदि झिर्री की चौड़ाई दुगुनी कर दे तो केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

अथवा

प्रकाश के विवर्तन से आप क्या समझते हैं? सामान्य परिस्थितियों मेंयह प्रेक्षित क्यों नहीं होता? एक संकीर्ण स्लिट से एकवर्णी प्रकाश के फ्रॉनहॉफरविवर्तन में n वें निम्निष्ठ के दिशा कोण का सूत्र ज्ञात कीजिए एवं आवश्यक चित्र बनाइए।

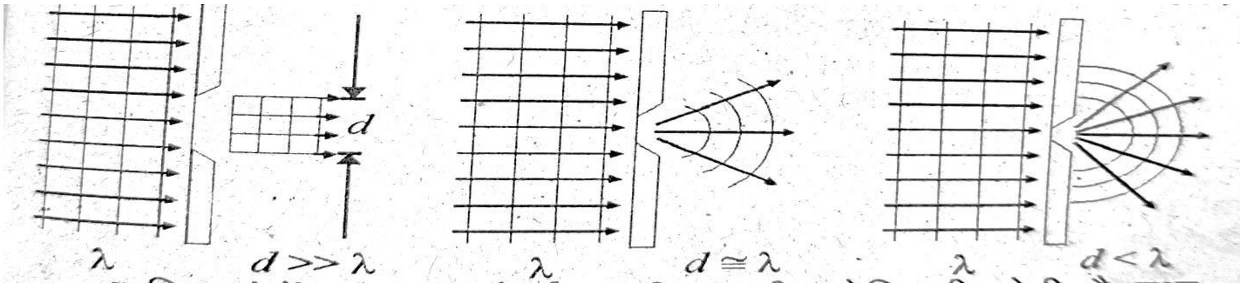
उत्तर–



दैनिक जीवन में हम देखते हैं कि किसी एक कमरे में उत्पन्न आवाज पास के दूसरे कमरे में सुनाई देती है। स्पष्ट है कि ध्वनि तरंगें किसी अवरोधक के किनारों से मुड़कर स्रोता तक पहुँचती है। ध्वनि तरंगों का किसी अवरोधक के किनारों से मुड़ने के प्रभाव को ध्वनि का विवर्तन कहते हैं। विवर्तन व्यापक रूप से तरंग गुण है यह प्रभाव ध्वनि तरंगों तथा रेडियो तरंगों में स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है परन्तु प्रकाश तरंगों में विवर्तन दैनिक जीवन में नगण्य होता है क्योंकि प्रकाश तरंगें, अवरोधक का आकार प्रकाश की तरंग दैर्ध्य की तुलना में बड़ा होने के कारण मुड़ नहीं पाती है। यदि प्रकाश तरंगों के आगे एक सूक्ष्म आकार का अवरोधक रख दें तो प्रकाश तरंगें भी मुड़ जाती हैं अर्थात् प्रकाश का विवर्तनप्रेक्षित होता है परन्तु प्रकाश का ऋजुरेखीय प्रचलन ही दृष्टिगोचर होता है। किसी अपारदर्शी अवरोधक या द्वारक के तेज किनारों से प्रकाश के मुड़ने तथा उसकी ज्यामितीय छाया में प्रकाश के फैल जाने की घटना को प्रकाश का विवर्तन कहते हैं। अर्थात् ऋजुरेखीय संचरण से विचलन की घटना विवर्तन कहलाती है।

विवर्तन की खोज सन् 1665 में वैज्ञानिक ग्रीमाल्डी ने की थी एवं इसकी व्याख्या तरंग सिद्धान्त के आधार पर फ्रेनल ने 1818 की थी। किसी तरंग का विवर्तन होने के लिये यह

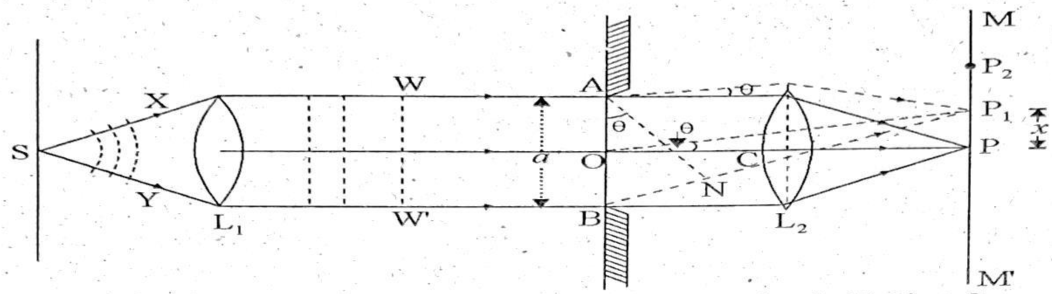
आवश्यक है कि विवर्तक (द्वारक या अवरोधक) का आकार तरंग के तरंगदैर्ध्य की कोटि का होना चाहिये



ध्वनि तरंगों की तरंगदैर्ध्य 1 मीटर की कोटि की होती है तथा दैनिक जीवन में अवरोधकों या द्वारकों का आकार भी इसी कोटि का होता है। इसलिये ध्वनि तरंगों का विवर्तन आसानी से देखने को मिलता है। प्रकाश तरंगों की तरंगदैर्ध्य 107 मीटर की कोटि की होती है। साधारण अवरोधक अथवा द्वारक (या छिद्र) इसकी तुलना में बड़े होते हैं। अतः साधारण परिस्थितियों में प्रकाश तरंगों का विवर्तन नहीं दिखाई देता

CBEO BHINDER

है। चित्र से स्पष्ट है कि स्लिट की चौड़ाई का मान तरंगदैर्ध्य की तुलना में अधिक होने पर ($d >> \lambda$) विवर्तन नहीं दिखाई देता है जबकि $d \cong \lambda$ एवं $d < \lambda$ अर्थात् अवरोधक या द्वारक का आकार तरंगदैर्ध्य की कोटि में होने पर विवर्तन दिखाई देता है।



केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई, केद्रीय उच्चिष्ठ के दोनों ओर स्थित प्रथम निम्निष्ठों के मध्य की दूरी के बराबर होती है। यदि P_1 बिन्दु पर प्रथम निम्निष्ठ स्थित है तथा $PP_1 = x$ हो तो

$$d \sin\theta = 1\lambda$$

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{d} \qquad .....(1)$$

यदि लैंस L_2 की फोकस दूरी f है जो स्लिट के अति समीप स्थित है तो $f = D$ पर्दे की स्लिट से दूरी

यदि θ होता है तो $\sin\theta \approx \theta \approx \tan\theta = \frac{PP_1}{OP}$

अर्धरेखीय चौड़ाई $\theta = \frac{x}{f} = \frac{x}{D} \qquad .....(2)$

समीकरण (1) व (2) से

$$\frac{x}{D} = \frac{\lambda}{d}$$

अर्धरेखीय चौड़ाई $\quad x = \frac{D\lambda}{d}$

केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई $= 2x$

$$\beta = 2x = \frac{2D\lambda}{d} = \frac{2f\lambda}{d} \qquad ..(3)$$

केन्द्रीय उच्चिष्ठ की कोणीय चौड़ाई $= 2\theta$

$$2\theta = \frac{2\lambda}{d} \qquad ...(4)$$

जहाँ अर्ध चौड़ाई : $\quad x = \frac{\beta}{2} \approx \frac{f\lambda}{d}$

विवर्तन प्रतिरुप के प्रथम शून्य से केन्द्रीय उच्चिष्ठ का अन्तराल अर्थात्

विवर्तन कोण $\qquad \theta = \frac{\beta/2}{D} = \frac{\lambda}{d}$

समीकरण (3) व (4) के अनुसार यदि स्लिट की चौड़ाई d घटायी जाए तो केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई व कोणीय चौड़ाई बढ़ जाती है।

यदि स्लिट (झिर्री) की चौड़ाई दुगुनी कर दी जाए तब केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई आधी हो जाती है।

अध्याय – 11

विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

(प्रश्न 01 से 07 प्रत्येक प्रश्न = 1 अंक)

प्रश्न 1. समान गतिज ऊर्जा वाले विभिन्न कणों की डी ब्राॅग्ली तंरगदैर्घ्य (λ), कण के द्रव्यमान (m) पर **निर्भर** करती हैं

i. $\lambda \, \alpha \, m$
ii. $\lambda \, \alpha \, m^{1/2}$
iii. $\lambda \, \alpha \, m^{-1}$
iv. $\lambda \, \alpha \, m^{-1/2}$

उतर–iv. $\lambda \, \alpha \, m^{-1/2}$

प्रश्न 2. किसी धात्विक पृष्ठ **पर** नीला प्रकाशआपतित करने से उससे इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं , परन्तु हरे रंग से नहीं, तो निम्न में से किस रंग के प्रकाशसे उत्सर्जन संभव होगा –

(i) लाल
(ii) बैंगनी
(iii) पीला
(iv) उपर्युक्त में से कोई नहीं

उतर–(ii) बैंगनी

प्रश्न 3. किसी गतिमान कण से सम्बद्ध डीब्रॉग्ली तंरग की तंरगदैर्घ्य निर्भर नही करती है–

(i) द्रव्यमान पर
(ii) आवेशपर
(iii) वेग पर
(iv) संवेग पर

उतर–(ii) आवेश पर

CBEO, BHINDER

प्रश्न 4. यदि किसी कण का संवेग दुगुना कर दिया जाए, तो इसकी डीब्रॉग्ली तंरगदैर्घ्य होगी–

(i) अपरिवर्तित
(ii) चार गुनी
(iii) दुगुनी
(iv) आधी

उतर–(iv) आधी

प्रश्न 5. फोटॉन का विराम द्रव्यमान होता है

(i) E/c^2
(ii) $h/c\lambda$
(iii) h/λ
(iv) शून्य

उतर–(iv) शून्य

प्रश्न 6. इलेक्ट्रॉनों का तरंगों से सम्बद्ध कौन सा गुण डेविसन एवं जरमर के प्रयोग द्वारा प्रदर्" ित किया गया –

(i) अपवर्तन
(ii) घ्रुवण
(iii) व्यतिकरण
(iv) विवर्तन

उतर– (iv) विवर्तन

प्रश्न 7. आइन्सटीन की प्रकाशवैद्युत समीकरण लिखिए।

उतर– $\frac{1}{2} mv^2 = hv - h\upsilon_0$

CBEO, BHINDER

(प्रश्न 08 से 17 प्रत्येक प्रश्न 2 अंक)

प्रश्न 8. प्रकाश– वैद्युत कार्य – फलन से क्या तात्पर्य हैं?

या

कार्य फलन की परिभाषा लिखिए।

या

कार्य फलन से आप क्या समझते हैं?

उतर– वह न्यूनतम प्रकाशऊर्जा जो किसी धातु पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करने के लिए आव" यक होती है, उस धातु का प्रकाशवैद्युत कार्य –फलन (work function) कहलाता है। सामान्यतः इसको W से व्यक्त करते हैं।

$W = h\nu_0$ अथवा $W = hc/\lambda_0$

प्रश्न 9. यदि आपतित प्रका" ा के तरंगदैर्ध्य को कम कर दिया जाए तो उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों के वेग पर क्या प्रभाव पडेगा ?

उतर– इलेक्ट्रॉनों का वेग बढ़ जाएगा क्योकि तरंगदैर्ध्य कम करने पर आवृति बढ़ जाएगी।

प्रश्न 10. . प्रका" ा– वैद्युत प्रभाव में देहली आवृति से क्या तात्पर्य हैं? इसकी क्या महता है?

या

देहली आवृतिसे आप क्या समझते हैं?

या

प्रका" ा– वैद्युत उत्सर्जन में देहली आवृति से आप क्या समझते हैं?

उतर– देहली आवृति आपतित प्रकाशकी वह न्यूनतम आवृति है जो किसी धातु से प्रका" ा– इलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन कर सके इसे ν_0 से प्रदर्" ात करते है। इससे कम आवृति के प्रकाशसे धातु से कोई प्रकाश– इलेक्ट्रॉन नही निकलता है। यही इसकी महता है।

प्रश्न 11. प्रकाश– वैद्युत प्रभाव देहली तंरगदैर्ध्य से आप क्या समझते है?

CBEO, BHINDER

उतर– देहली तंरगदैर्ध्य – किसी धातु पर आपतित प्रकाशकी तंरगदैर्ध्य का वह अधिकतम मान जिससे तंरगदैर्ध्य का प्रकाशधातु पृष्ठ से प्रकाशइलेक्ट्रॉन उत्सर्जित कर सके ,देहली तंरगदैर्ध्य कहलाता है। इसको λ_0से प्रदर्शित करते है। यह यह देहली आवृति के संगत तंरगदैर्ध्य होती है, अर्थात् $\lambda_0 = c/v_0$, जहॉ c प्रकाशकी चालु (निर्वात् में)

प्रश्न 12. एक धातु की देहली तरंगदैर्ध्य 2500 Å है। धातु के कार्य फलन की गणना eV में करों ?

हल देहली आवृति $v_0 = c/\lambda_0$

$$= \frac{3 X 10^8}{2.5 X 10^{-7}}$$

$$= 1.2 X 10^{15} \text{ Hz}$$

अब कार्य फलन W = hv_0 से

$$= \left[6.62 X 10^{-34} X 1.2 X 10^{15}\right]$$

.

$$= 7.94 X 10^{-19} \text{ जूल}$$

$$= \frac{7.94 X 10^{-19}}{1.6 X 10^{-19}}$$

$$= 4.96 \text{ eV}$$

प्रश्न 13. एक धातु का कार्य फलन 2.5eV है, 2eV ऊर्जा के दो फोटॉन धातु पृष्ठ पर आपतित होते हैं। कारण सहित स्पष्ट किजिए कि फोटो इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होगें या नही।

हल:– धातु का कार्य फलन W=2.5eV है, तथा इस पर आपतित दोनो फोटॉनों मे प्रत्येक की ऊर्जा hv = 2eV; चुँकि hv<W , अतः फोटो इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नही होगा क्योकिफोटो इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन फोट्रोन की ऊर्जा पर निर्भर करता है, धातु पर आपतित सभी फोटॉनों की कुल ऊर्जा पर नही।

प्रश्न 14. किसी पृष्ठ का कार्य फलन 2.5 इलेक्ट्रॉन वोल्ट है। उसके लिए देहली आवृति ज्ञात कीजिए। (2013)

हल देहली आवृति $v_0 = \frac{W}{h}$

जुल

$$= \frac{2.5 \, X \, 1.6 \, X \, 10^{-19}}{6.6 \, X 10^{-34}}$$ जुल– सेकण्ड

$= 0.606 \, X \, 10^{5}$ सेकण्ड $^{-1}$

प्रश्न 15. किसी धातु जिसका कार्य–फलन 3.2eV हैं, पर 4.0 eV ऊर्जा वाला एक फोटॉन आपतित होता हैं। उत्सर्जित फोटो – इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा कितनी होगी? (2013,14)

हल उत्सर्जित फोटो – इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

$$E_K = hv - 4eV - 3.2eV$$

$= 0.8eV = 0.8 \, X \, 1.6 \, X \, 10^{-19}$ जूल

$= 1.28 \, X \, 10^{-19}$ जूल

प्रश्न 16 यदि एक इलेक्ट्रॉन को त्वरित करने के लिए 10^2 वोल्ट दिया जाता है। इलेक्ट्रॉन की डी ब्रोग्ली तंरगदैर्ध्य की गणना करो।

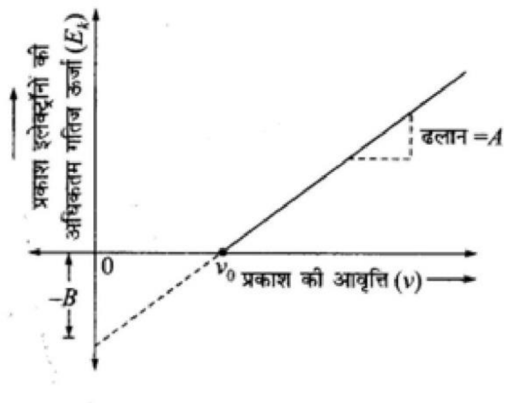
हल $\lambda_0 = \frac{12.27}{\sqrt{V}}$ Å

$$= \frac{12.27}{\sqrt{10^2}}$$

$= 1.22$ Å

प्रश्न 17 प्रकाशवैद्युत प्रभाव में आपतित प्रकाशकी आवृति और उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा के बीच ग्राफ खींचिए।

हल



प्रश्न (18 से 23 प्रत्येक प्रश्न 3 अंक)

प्रश्न 18. प्रोटॉन तथा α कण की डी ब्राग्ली तंरगदैर्ध्य समान हो तो उनकी चालों में अनूपात क्या होगा ? $(m_\alpha = 4m_p)$

हल यहॉ $m_\alpha = 4m_p$

$\lambda = \frac{h}{mv}$ से , $v_p = \frac{h}{m_p \ \lambda_p}$ .... (1)

$v_\alpha = \frac{h}{m_\alpha \ \lambda_\alpha}$ ....(2)

∴ तरंगदैर्ध्य समान है।

समी. (1) के समी. (2) से भाग करने पर

$$\frac{v_p}{v_\alpha} = \frac{m_\alpha}{m_p} = \frac{4m_p}{m_p} = \frac{4}{1}$$

$v_p : v_\alpha = 4:1$

प्रश्न 19. प्रकाशवैद्युत प्रभाव के नियम लिखिए। या प्रकाशवैद्युत उत्सर्जन के नियम लिखिए।

CBEO, BHINDER

उतर– प्रकाशवैद्युत प्रभाव के नियम – वैज्ञानिक लेनार्ड तथा मिलिकन ने प्रकाशवैद्युत प्रभाव के सम्बन्ध मे किये गये प्रयोगो से प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर कुछ नियम दिये जो प्रकाशवैद्युत प्रभाव (ऊष्मा उत्सर्जन) के नियम कहलाते हैं।

प्रकाशवैद्युत प्रभाव के नियम निम्न हैं

1. किसी धातु की सतह से प्रकाशइलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की दर धातु की सतह पर गिरने वाले प्रकाशकी तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होती है।
2. उत्सर्जित प्रकाशइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाशकी तीव्रता पर निर्भर नहीं करती ।
3. प्रकाशइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाशकी आवृति के बढ़ने पर बढ़ती है।
4. यदि आपतित प्रकाशकी आवृति एक न्युनतम मान से कम हेतो धातु में को भी प्रकाशइलेक्ट्रॉन नहीं निकलता। यह न्यूनतम आवृति देहली आवृति भिन्न भिन्न धातु के लिए भिन्न भिन्न होती है।
5. प्रकाश के धातु की सतह पर गिरते ही इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने लगते है, अर्थात् प्रकाशके सतह पर गिरने तथा इलेक्ट्रॉन के सतह से बहार निकलने के बीच कोई समय पश्चता नही चाहे प्रकाशकि तीव्रता कितनी भी क्यो न हो।

प्रश्न 20 प्रकाशवैद्युत प्रवाह पर एक प्रयोग में निम्न प्रेक्षण प्राप्त होते है

(i) आपतित प्रकाशकी तंरगदैर्ध्य = 1.98×10^{-7} मीटर

(ii) संस्तब्ध या निरोधी विभव = 2.5 वोल्ट

फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा तथा धातु का कार्य फलन ज्ञात कीजिए। (2012)

हल फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा

$E_K = eV_0$(जहॉ V_0= संस्तब्ध विभव)

$E_K = 1.6\, X\, 10^{-19}\, X\, 2.5 = 4\, X 10^{-19}$जुल

धातु का कार्य फलन W = hv -$E_K = \frac{hc}{\lambda} - E_K$

= $\frac{6.6\, X\, 10^{-34} X\, 3\, X\, 10^{8}}{1.98\, X\, 10^{-7}} \quad - 4\, X\, 10^{-19}$

= 10 $X\, 10^{-19} - 4\, X\, 10^{-19}$

= 6 $X\, 10^{-19}$जूल

CBEO, BHINDER

प्रश्न 21 एक इलेक्ट्रॉन जिसकी गतिज उर्जा 120 eV है। उसका (i) संवेग (ii) चाल (iii) डी ब्रॉग्ली तंरगदैर्ध्य ज्ञात कीजिए।

हल दिया है, गतिज ऊर्जा $E_K = 120\ eV$

$= 120\ X\ 1.6\ X\ 10^{-19}$

$= 1.92\ X\ 10^{-17}$ जुल

(i) संवेग $p = \sqrt{2mE_K}$

$= \sqrt{2\ X\ 9.1\ X\ 10^{-31}\ X\ 1.92\ X\ 10^{-17}}$

$= \sqrt{34.94\ X\ 10^{-48}}$

$= 5.91\ X\ 10^{-24}$ किग्रा, मी, / से,

(ii) चाल $v = \sqrt{\left[\frac{2E_K}{m}\right]} = \frac{p}{m}$

$= \frac{5.91\ X\ 10^{-19}}{9.1\ X\ 10^{-19}}$

$= 6.5\ X\ 10^{6}$ मी, / से,

(iii) डी ब्रॉग्ली तंरगदैर्ध्य $= \lambda = \frac{h}{p}$

$= \frac{6.62\ X\ 10^{-34}}{5.91\ X\ 10^{-24}}$

$= 1.12 \times 10^{-10}$ मी, $= 1.12$ Å

CBEO, BHINDER

प्रश्न 22. 300 वाट तथा 6000 Å तंरगदैर्ध्य के एकवर्णीय प्रकाशस्त्रोत से प्रति सेकण्ड कितने फोटॉन का उत्सर्जन होता है?

[प्लांक नियतांकं(h) = 6.6x 10^{-34} Js तथा प्रकाशकी चाल (c) = 3 x 10^{8} ms^{-1}]

हल प्रकाशस्त्रोत से उत्सर्जित प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\ X\ 10^{-34} X\ 3\ X\ 10^{8}}{6\ X\ 10^{-7}}$$

$= 3.3\ X\ 10^{-19}$ जूल

300 वाट के प्रकाशस्त्रोत से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा 300 जूल / सेकण्ड है।

$n =$ प्रकाशस्त्रोत से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा / प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा

$= \frac{300}{3.3\ X\ 10^{-19}} = 9.1\ X\ 10^{18}$ प्रति सेकण्ड

प्रश्न 23. किसी धातु की देहली आवृति 3.3 x 10^{14} Hz है। यदि 8.2 x 10^{14} Hz आवृति का प्रकाशधातु पर आपतित हो, तो प्रकाशविद्युत उत्सर्जन के लिए अंतक वोल्टता ज्ञात किजिए।

हलः– दिया है – देहली आवृति $v_0 = 3.3 \times 10^{14}$ Hz

तथा $v = 8.2 \times 10^{14}$ Hz

चूंकि $eV_0 = hv - hv_0$

अतः अंतक वोल्टता (निरोधी वोल्टता) = $V_0 = (hv - hv_0)/e$

$= h(v - v_0)/e$

$= \frac{6.62 X\ 10^{-34}}{1.6\ X\ 10^{-19}}\ (8.2\ X\ 10^{14} - 3.3\ X\ 10^{-19})$

$= \frac{6.62 X\ 4.9\ x\ 10^{-20}}{1.6\ X\ 10^{-19}}$

= 2.027 वोल्ट

CBEO, BHINDER

प्रश्न 24   4 अंक)

प्रश्न 24. प्रकाश– वैद्युत उत्सर्जन सम्बन्धी आइन्स्टीन की समीकरण $mv^{2}_{max} = h (v - v_0)$ की स्थापना कीजिए।

या

क्वाण्टम मॉडल के आधार पर प्रकाश – वैद्युत प्रभाव की व्याख्या कीजिए तथा आइन्स्टीन के प्रकाश– वैद्युत समीकरण को व्युत्पादित कीजिए।

या

प्रकाश– वैद्युत प्रभाव से आप क्या समझते हैआइन्स्टीन के प्रकाश– वैद्युत समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए।

या

आइन्सटीन द्वारा प्रकाश– वैद्युत उत्सर्जन की घटना की व्याख्या कीजिए तथा प्रकाशवैद्युत समीकरण व्युत्पादित कीजिए।

या

प्रकाश– वैद्युत उत्सर्जन सम्बन्धी आइन्स्टीन की समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए।

या

प्रकाश– वैद्युत उत्सर्जन में उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम ऊर्जा का समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।

उतर– प्रकाश– वैद्युत प्रभाव जब किसी धातु पर उच्च आवृति का प्रकाश(जैसे – पराबैंगनी विकिरण) डाला जाता है तो उसकी सतह से इलेक्ट्रॉन निकलने लगते है।

'' धातुओं पर प्रकाशके आपतित होने से उनकी सतह से इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन (emission) की घटना को प्रकाश– वैद्युत प्रभाव (photoelectric effect) कहते हैं।''

CBEO, BHINDER

प्रकाश– वैद्युत प्रभाव की घटना में उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों को प्रकाश–इलेक्ट्रॉन अथवा फोटो –इलेक्ट्रॉन (photoelectron) तथा इन इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के कारण उत्पन्न वैद्युत धारा को प्रकाशवैद्युत धारा (photoelectric current) कहते हैं।

आइन्सटीन की प्रकाशवैद्युत समीकरण (Einstien's photoelectric Equation)

वैज्ञानिक आइन्सटीन ने प्रकाशवैद्युत प्रभाव की व्याख्या प्रकाशके क्वाण्टम मॉडल के आधार पर इस प्रकार दी । जब कोई फोटॉन धातु की प्लेट पर गिरता है तो वह अपनी संमस्त ऊर्जा धातु के भीतर उपस्थित इलेक्ट्रॉन को स्थानान्तरित (transfer) कर देता है तथा ऊर्जा का कुछ भाग इलेक्ट्रॉन को धातु के अन्दर से बाहर निकालने में व्यय हो जाता है जो धातु का कार्य फलन कहलाता है। तथा शेष ऊर्जा उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन को गतिज ऊर्जा कें रुप में प्राप्त हो जाती है जिससे इलेक्ट्रॉन धातु पृष्ठ से उत्सर्जित हो जाता है। यह घटना ही प्रकाशवैद्युत प्रभाव है। चुंकि सभी इलेक्ट्रॉन धातु की सतह से ही उत्सर्जित नहीं होते, अतः धातु से विभिन्न ऊर्जाओं के इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते है, क्योकि जो इलेक्ट्रॉन धातु के भीतर से निकलकर सतह पर पहुँचते हैं वे सतह पर आने में धन आयनों व परमाणुओ से टकराते है जिससे वे कुछ ऊर्जा खो देते है। अतः जो इलेक्ट्रॉन धातु की सतह से उत्सर्जित होते हैं, उनकी गतिज ऊर्जा अपेक्षाकृत अधिक होती हैं क्योकि उनकी ऊर्जा टकराने से नष्ट नही होती है। इस प्रकार धातु की उपरी सतह से उत्सर्जित प्रकाशइलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है। माना कि धातु की सतह से उत्सर्जित किसी प्रकाशइलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा E_K , तथा इसको धातु के अन्दर से बाहर सतह पर निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा W हैं। यहॉ W धातु का कार्य फलन होगा । अतः आइन्सटीन द्वारा दी गई प्रकाशवैद्युत उत्सर्जन उपयुक्त व्याख्या के अनुसार इन दोनों प्रकाशकी ऊर्जाओं का योग ही धातु के अन्दर सतह के निकट इलेक्ट्रॉन द्वारा अव" ाोषित फोटॉन की ऊर्जा $h\upsilon$ के बराबर होगा।

$$\therefore \; E_K + W = h\upsilon$$

अथवा $E_K = h\upsilon - W$............. (1)

समीकरण (1) से स्पष्ट है कि यदि प्रकाशफोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ कार्य –फलन W के बराबर है तो धातु की सतह से कोई भी इलेक्ट्रॉन नही निकलेगा। यदि दी हुई धातु के लिए देहली आवृति υ_0 है तो इस आवृति का फोटॉन, इलेक्ट्रॉन को धातु की सतह तक लाने में ही समर्थ होगा , क्योकिं ऐसे फोटॉन की ऊर्जा $h\nu_0$ धातु के कार्य– फलन के बराबर होगी । अतः $W = h\upsilon_0$

W का मान समी. (1) मे रखने पर

$$E_K = h\nu - h\upsilon_0$$

अथवा $E_K = h\,(\upsilon - \upsilon_0)$...................... (2)

यदि धातु की सतह पर निकलने वाले इलेक्ट्रॉन का अधिकतम वेग v_{max}हैं, तो इनकी अधिकतम गतिज ऊर्जा $E_k = \ mv_{max}^2 = h(v - v_0)$ होगी । E_k का मान उपयुक्त समी. (2) में रखने पर

$$mv_{max}^2 = \ h(v - v_0)$$

इस समीकरण को आइन्सटीन की प्रकाश– वैद्युत समीकरण (Einstein’s photoelectric equation) कहते हैं।

CBEO, BHINDER

अध्याय 12 –परमाणु

प्रश्न 1. उत्सर्जित आवृति का मान अधिकतम होता है जबकि इलेक्ट्रॉन का संक्रमण होता है।

(अ) $n = 5$ से $n = 3$ (ब) $n = 6$ से $n = 2$

(स) $n = 2$ से $n = 0$ (द) $n = 0$ से $n = 2$

उतर (स) $n = 2$ से $n = 0$

प्रश्न 2. किसी हाइड्रोजन परमाणु की n वी कक्षा में ऊर्जा E_n है। एकल आयनित हीलियम परमाणु की ऊर्जा होगी ।

(अ) $4\,E_n$ (ब) ${E_n}/{4}$

(स)$2\,E_n$ (द) ${E_n}/{2}$

उतर (अ) $4\,E_n$

प्रश्न 3. प्रकीर्णन प्रयोग में $\propto$ – कण कौनसे बल के कारण प्रकीर्णित होते है।

(अ) नाभिकीय बल (ब) कूलॉम बल

(स) (अ) और (ब) दोनो (द) गुरुत्वाकषण बल

उतर (ब) कूलॉम बल

प्रश्न 4 परमाणु संरचना से सम्बन्धित रदरफोर्ड प्रयोग की कोई दो मुख्य कमियाँ लिखिए ।

उतर – 1. परमाणु के स्थायित्व की व्याख्या करने में असफल ।

2. परमाणवीय रेखिल स्पेक्ट्रम की व्याख्या करने में असफल ।

प्रश्न 5 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में जब इलेक्ट्रॉन किसी बाह्यी कक्ष से दुसरी कक्षा में संक्रमण करता है तब स्पेक्ट्रम की कौनसी श्रेणी होगी ?

उतर –बामर श्रेणी

प्रश्न 6 बोर सिद्धान्त के द्वितीय अभिगृहीत की व्याख्या किस परिकल्पना के आधार पर सम्भव है ?

उतर – दे – ब्रॉग्ली तंरग परिकल्पना के आधार पर

प्रश्न 7 इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा ऋणात्मक होती है यह तथ्य क्या दर्शाता है?

CBEO BHINDER

उतर – ऋणात्मक ऊर्जा यह दर्शाती हैं कि इलेक्ट्रॉन नाभिक से परिबद्ध है।

प्रश्न 8 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की कौन – सी श्रेणी स्पेक्ट्रम के पराबैंगनी क्षेत्र में होती है?

उतर – लाइमन श्रेणी

प्रश्न 9 आयनन ऊर्जा की परिभाषा लिखिए।

उतर – परमाणु को आयनित करने के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा आयनन ऊर्जा कहलाती है।

प्रश्न 10 हाइड्रोजन परमाणु की विभिन्न कक्षाओं की त्रिज्याओ का अनुपात क्या होता हैं ?

उतर – हाइड्रोजन परमाणु की n वीं कक्षा की त्रिज्या $r_n = n^2 r_0$

अतः
$$r_1 : r_2 : r_3 : \ldots\ldots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \ldots\ldots$$
$$r_1 : r_2 : r_3 : \ldots\ldots = 1 : 4 : 9 : \ldots\ldots$$

प्रश्न 11 बोर सिद्धान्त मे कोणीय संवेग के क्वाण्टीकरण से सम्बन्धित गणितीय सूत्र लिखिए ।

उतर – कोणीय संवेग

$$L_n = mv_n r_n = \frac{nh}{2\pi}$$

यहाँ n-मुख्य क्वान्टम संख्या, v_n-nवीं कक्षा में e^- का वेग
r_n –r वी कक्षा की त्रिज्या, h प्लांक नियतांक

प्रश्न 12. रदरफोर्ड के ∝ – प्रकीर्णन प्रयोग से प्राप्त दो मुख्य निष्कर्ष लिखिए।

उतर– (1) परमाणु का अधिकांश द्रव्यमान तथा सम्पूर्ण आवेश परमाणु के अति सूक्ष्म स्थान में निहित है जिसे नाभिक कहते है।

(2) नाभिक की त्रिज्या परमाणु की त्रिज्या का लगभग $(1/10000)$ वाँ भाग है।

प्रश्न 13. ∝ – कणो के बडे कोण से प्रकीर्णन के लिए परमाणु का नाभिक ही उतरदायी है, इलेक्ट्रॉन क्यो नही?

उतर– इलेक्ट्रॉन ∝ – कण की तुलना में बहुत हल्का होता है। इसलिए संवेग संरक्षण के सिद्धांतानुसार वह ∝ – कण को बडे कोण पर प्रर्कीणन नही कर सकता हैं।

प्रश्न 14 हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था में ऊर्जा -13.6ev है। इस स्थिति में इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

CBEO BHINDER

उतर – दिया है निम्नतम अवस्था में ऊर्जा E= -13.6ev

गतिज ऊर्जा E_k = -E

= -(-13.6) = +13.6ev

स्थितिज ऊर्जा U =2E

= 2x-13.6

=-27.2ev

प्रश्न 15 हाइड्रोजन परमाणु को निम्नतम अवस्था से दूसरी उतेजित अवस्था तक उतेजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा किजनी होगी ?

उतर :– हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा =-13.6ev हाइड्रोजन परमाणु को द्वितिय उतेजन अवस्था में इलेक्ट्रोन की उर्जा

$$= \frac{-13.6}{(3)^2} = -1.51\text{ev}$$

अत: हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था से दूसरी उतेजित अवस्था मे इलेक्ट्रॉन लाने के लिए आवश्यक ऊर्जा

$$= -1.51 - (-13.6) = 12.09\text{ev}$$

प्रश्न 16 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में लाइमन श्रेणी की प्रथम एंव तृतीय रेखाऔ के संगत तरंग दैर्ध्य का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उतर – हाइड्रोजन की तरंग दैर्ध्य के लिए सुत्र $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_1 2} - \frac{1}{n_2 2})$

लाइमन श्रेणी की प्रथम रेखा के लिए $n_1 = 1$ व $n_2 = 2$ रखने पर

$\frac{1}{\lambda L_1} = R(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}) = \frac{3}{4}R$

$\frac{1}{\lambda L_1} = \frac{3}{4}R$ (1)

लाइमन श्रेणी की तृतीय रेखा के लिए $n_1 = 1$ व $n_2 = 4$ रखने पर

$\frac{1}{\lambda L_3} = R(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}) = \frac{15}{16}R$

CBEO BHINDER

$\frac{1}{\lambda L_3} = =\frac{15}{16R}$ (2)

लाइमन श्रेणी की प्रथम तृतीय रेखाओं के संगत तरंगदैध्य अनुपात

$$\frac{\lambda_{L1}}{\lambda L_3} = \frac{4}{3R} x \frac{15}{16} R = \frac{5}{4}$$

= 5:4

प्रश्न 17. हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था से इलेक्ट्रॉन को मुक्त कराने के लिए आवश्यक न्युनतम ऊर्जा कितनी है।

उतर – हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था से इलेक्ट्रॉन को मुक्त कराने के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा का मान 13.6ev होता है।

प्रश्न 18. परमाणु की त्रिज्या तथा नाभिक की त्रिज्या की कोटि को लिखिए ।

उतर – $10^{-10}m$, $10^{-15}m$

प्रश्न 19 बोर मॉडल की कोई चार सीमाएँ लिखिए।

उत्तर :–बोर मॉडल की चार सीमाएँ निम्नलिखित हैं–

1–बोर मॉडल केवल हाइड्रोजन या हाइड्रोजन सम आयनों के लिए ही वैध हैं। एक से अधिक इलेक्ट्रॉन युक्त परमाणुओं के लिए बोर मॉडल लागू नहीं किया जा सकता हैं।

2–बोर मॉडल में इलेक्ट्रोन के वृताकार पथ पर गति के लिए कल्पना की गई हैं,परन्तु इस अभिग्रहीत के लिए कोई सैद्धान्तिक स्पष्टीकरण नहीं दिया।

3–बोर मॉडल स्पैक्ट्रमी रेखाओं की तीव्रता को नहीं समझा पाया।

4–यदि हाइड्रोजन की स्पेक्ट्रमी रेखाओं को अधिक विभेदन क्षमता के सुक्ष्मदर्शी द्वारा देखा जाए तो एक स्पैक्ट्रमी रेखा कई अतिनिकट सुक्ष्म रेखाओ मे बॅटी हुई दिखाई देती है , बोर मॉडल रेखाओं की इस सुक्ष्म संरचना की व्याख्या नही कर सका।

प्रश्न 20. हाइड्रोजन परमाणु के अन्तरतम इलेक्ट्रॉन कक्षा की त्रिज्या $5.3X10^{-11}$m है। कक्षा n=2 तथा n=3 की त्रिज्या ज्ञात किजिए।

उत्तर– हाईड्रोजन परमाणु के लिए $r_n=n^2r_1$

दिया गया है $r_1 = 5.3 \times 10^{-11}m$

n = 2 कक्षा कि त्रिज्या $r_2 = 2^2 \times 5.3 \times 10^{-11}$

CBEO BHINDER

$=21.2 x 10^{-11} m$

n = 3 कक्षा की त्रिज्या $r_3 = 3^2 \times 5.3 \times 10^{-11}$

$= 47.7 \times 10^{-11} m$

प्रश्न 21. हाइड्रोजन परमाणु में यदि इलेक्ट्रॉन के कोणीय संवेग का मान $\frac{h}{\pi}$ है तो यह कौन सी कक्षा में स्थित होगा ?

उत्तर – बोर मॉडल के अनुसार हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन का कोणिय संवेग $= \frac{nh}{2\pi}$

प्रश्नानुसार $\frac{nh}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$

= n=2

अतः इलेक्ट्रॉन द्वितीय कक्षा में स्थित होगा ।

प्रश्न 22. (1) हाइड्रोजन की प्रथम कक्षा में इलेक्ट्रोन की चाल ज्ञात कीजिए ।

(2) सूक्ष्म संरचना नियतांक को परिभाषित कीजिए ।

उतर– (i) हाइड्रोजन परमाणु के लिए इलेक्ट्रोन की कक्षीय चाल

$$v_n = \frac{e^2}{2\epsilon 0 nh} \qquad (1)$$

प्रथम कक्षा के लिए n = 1

$e = 1.6 x 10^{-19} c$

$h = 6.63 x 10^{-34} JS$

यह मान समी़करण (1) मै रखने पर

$$U' = \frac{(1.6X10^{-19})2}{2X8.85X10^{-12}X6.6X10^{-34}} = 2.189 x 10^6 m/sec$$

(ii) हाइड्रोजन परमाणू की प्रथम बोर कक्षा (n=1) मे इलेक्ट्रोन की चाल तथा निर्वात मे प्रकाश की चाल c के अनूपात को सूक्ष्म सरंचना नियतांक कहते हैं।

CBEO BHINDER

सूक्ष्म सरंचना नियतांक –

$$\propto = \frac{v_1}{c} = \frac{e^2}{2 \in_0 hc} = \frac{1}{137}$$

प्रश्न 23 बोर सिद्धान्त द्वारा हाइड्रोजन स्पैक्ट्रम में प्राप्त स्पैक्ट्रमी रेखाओं का तरंगदैर्ध्य ज्ञात करने का सूत्र व्यूत्पित कीजिए ।

उत्तर – बोर मॉडल के तृतीय अभीग्रहीत के अनूसार इलेक्ट्रोन के उच्च ऊर्जा स्तर (E_{n2}) से निम्न ऊर्जा स्तर (E_{n1}) में संक्रमण करने पर उत्सर्जित ऊर्जा

$$E_{n2} - E_{n1} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_{n2} - E_{n1}}{hc} \quad (1)$$

बोर सिद्धान्त से

n वे कक्ष में इलेक्ट्रौन कि कुल ऊर्जा

$$E_n = \frac{-mz^2e^4}{8 \in_0{}^2 h^2} (\frac{1}{n^2})$$

उच्च कक्ष की ऊर्जा $E_{n1} = \frac{-mz^2e^4}{8\in_0{}^2h^2} \left(\frac{1}{n_2 2}\right) \quad -(2)$

निम्न कक्ष की ऊर्जा $E_{n1} = \frac{-mz^2e^4}{8\in_0{}^2h^2} \left(\frac{1}{n_1 2}\right) \quad -(3)$

समी. ② व ③ से मान समी. ① में रखने पर

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{mz^2e^4}{8\in_0{}^2h^3C} \left(\frac{1}{n_1 2} - \frac{1}{n_2 2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = Rz^2 \left(\frac{1}{n_1 2} - \frac{1}{n_2 2}\right) \quad -(4)$$

यहाँ R – रिडबर्ग नियतांक $R = \frac{me^4}{8\in_o h^3 c} = 1.097 \, X \, 10^7 m^{-1}$

हाइड्रोजन परमाणु के लिए Z=1 रखने पर समी. ④ सें

CBEO BHINDER

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1 2} - \frac{1}{n_1 2}\right)$$

उपरोक्त सूत्र द्वारा हाइड्रोजन परमाणु की स्पैक्ट्रमी रेखाओ का तंरगदैर्ध्य ज्ञात करा जाता है ।

प्रश्न 24 –बोर सिद्धान्त द्वारा हाइड्रोजन परमाणु की n वी कक्षा की त्रिज्या के लिए सूत्र व्युत्पित किजिए।

उत्तर– माना एक इलेक्ट्रोन नाभिक पर केन्द्रित r_n त्रिज्या के वृताकार पथ पर नियत चाल v_n से गति कर रहा हैं।

बोर सिद्धान्त के अनुसार इस प्रकार की गति के लिए आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल,नाभिक तथा इलेक्ट्रोन के मध्य कॅलाम आकषर्ण बल द्वारा प्रदान करा जाता हैं,

अतः $\frac{mv_n 2}{r_n} = \frac{kze^2}{r_n}$ –1

बोर के द्वितीय अभिग्रहित से $mv_n\, r_n = \frac{nh}{2\pi}$ (2)

समी. 2 से v_n का मान 1 में रखने पर

$= \frac{m}{rn}\left(\frac{nh}{2\pi m r_n}\right) = \frac{k2e^2}{r_n^2}$

$= \frac{mn^2h^2}{4\pi^2 m^2\, r_n^2} = \frac{kze^2}{r_n}$

$= r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mkze^2}$ (3)

हाइड्रोजन परमाणु के लिए समी. 3 में z=1 रखने पर

$$r_r = \frac{n^2h^2}{4h^2mke^2}$$

$$r_n\, \alpha\, n^2$$

प्रश्न 25 परमाणु के बोर सिद्धान्त के अभिग्रहितो को समझाइए।

उत्तर:- बोर सिद्धान्त के अभिग्रहित निम्नलिखित है:-

(1) बोर का प्रथम अभिग्रहित:-परमाणु में इलेक्ट्रोन कुछ निश्चित त्रिज्याओ की कक्षा मे ही परिक्रमण करते हैं! इन विशिष्ट कक्षाओ मे परिक्रमण करता हुआ इलेक्ट्रोन विकिरण उत्सर्जित नही करता,ये कक्षाये स्थायी कक्षाये कहलाती है।

CBEO BHINDER

स्थयी कक्षा मे परिक्रमण के लिए आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल इलेक्ट्रोन तथा नाभिक के मध्य कुलॉम आर्कषण बल द्वारा प्राप्त होता है !

कुलॉम आर्कषण बल = अभिकेन्द्रीय बल

$$\frac{kze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

यहॉ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

m= इलेक्ट्रोन का द्रव्यमान r=इलेक्ट्रोन की त्रिज्या

v=इलेक्ट्रोन का वेग

(2) बोर का द्वितिय अभिग्रहित :- इसके अनुसार इलेक्ट्रोन नाभिक के चारो और उन्ही कक्षाओ में ही परीक्रमण कर सकता हैं,जिनमे इलेक्ट्रॉन का कोणिय संवेग (L) $\frac{h}{2\pi}$ का पुर्ण गुणज होता है।

$$L_n = mvr_n = \frac{nh}{2\pi}$$

यहॉ n=1,2.3….

R_n –n वी कक्षा की त्रीज्या

(3)बोर का तृतीय अभिग्रहित :-किसी दी गई स्थायी कक्षा के लिए परमाणु की ऊर्जा निश्चित होती है। इलेक्ट्रोन किसी एक स्थायी कक्षा से दूसरी स्थायी कक्षा मे सक्रंमण कर सकता है।

यदि इलेक्ट्रोन उच्च ऊर्जा (En_2) की कक्षा से निम्न ऊर्जा (En_1) वाली कक्षा में संक्रमण करता है ंतो फोटोन उत्सर्जित होता हैं,इस संक्रमण में उत्सर्जित फोटोन की ऊर्जा, आइंस्टीन प्लांक समी. से

$$En_2 - En_1 = h\mu = \frac{hc}{\lambda}$$

प्रश्न 26 बोर के अभिग्रहितों के आधार पर हाइड्रोजन परमाणु के लिए कक्षीय इलेक्ट्रॉन के वेग का सूत्र ज्ञात कीजिए?

उत्तर – बोर मॉडल के प्रथम अभिग्रहीत के अनुसार इलेक्ट्रोन की कक्षीय गति के लिए आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल नाभिक तथा इलेक्ट्रोन कें मध्य कूलाम आकर्षण बल द्वारा प्रदान करा जाता हैं।

CBEO BHINDER

अतः

$$\frac{mv_n2}{r_n} = \frac{kze^2}{r_n2}$$

$$mv_n2 = \frac{kze^2}{r_n} \qquad (1)$$

बोर के द्वितीय अभिग्रहित से $mv_nr \; _{n=\frac{nh}{2\pi}}$

$$mV_r = \frac{nh}{2\pi r_n} \qquad (2)$$

समी. ① मै② का भाग देने पर

$$v \; _{n=\frac{2\pi kze^2}{nh}}$$

हाइड्रोजन परमाणु के लिए z=1 रखने पर

कक्षीय वेग $v \; _{n} = \frac{\mathbf{2\pi ke^2}}{\mathbf{nh}}$

प्रश्न 27 हाइड्रोजन परमाणु की n वीं कक्षा मै इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा के लिए व्यजंक प्राप्त कीजिए।

उतर nवी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा E_n इसकी गतिज ऊर्जा k_n तथा स्थितिज ऊर्जा u_nके योग के बराबर होती है

कुल उर्जा $E_n = k_n + u_n$ ....(1)

इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा $k_n = \frac{1}{2} \; mv_n^2$ ....(2)

बोर के प्रथम अभिग्हीत से

$$\frac{mv_n2}{r_n} = \frac{kze^2}{r_n^2}$$

$$mv_n^2 = \frac{kze^2}{r_n}$$

यह मान समी. ② में रखने पर

CBFO BHINDER

गतिज ऊर्जा $k_n = \frac{1}{2}\frac{kze^2}{r_n}$ ....(3)

इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा $U_n = \frac{k(ze)(-e)}{r_n}$ ....(4)

समी. ③ व ④ का मान ① में रखने पर

$$E_n = \frac{1}{2} \frac{kze^2}{r_n} - \frac{kze^2}{r_n}$$

$$E_n = \frac{-1}{2} \frac{kze^2}{r_n}$$

$r_n = \frac{n2_{h2}}{4\pi^2 mke2}$ रखने पर

$$E_n = \frac{-1}{2} \frac{kze^2}{n^2h^2} \text{ X } 4\,\pi^2\, \text{mk}e^2$$

$$E_n = \frac{-1}{2} \frac{4z^2mk^2e^4z}{r^2h^2}$$

हाइड्रोजन के लिए z=1 रखने पर $E_n = \frac{-2\pi^2\, mk^2e^4}{n^2h^2}$

CBEO BHINDER

पाठ 13

नाभिक

बहुविकल्पीय प्रश्नः—

प्रश्न 1 1 amu के तुल्य ऊर्जा है।

(i) 190 MeV (ii) 139 MeV

(iii) 913 MeV (iv) 931 MeV

उत्तरः— (iv) 931 MeV

प्रश्न 2 किसी नाभिक में प्रति न्यूक्लिऑन बन्धन उर्जा द" र्शाती है

(i) उसके स्थायित्व को (ii) उसके आकार को

(iii) उसके द्रव्यमान को (iv) इनमें से कोई नहीं

उत्तरः— (i) उसके स्थायित्व को

प्रश्न 3 दी गई नाभिकीय अभिक्रिया में उत्सर्जित कण या विकिरण होंगें —

$_{z}X^{A} \rightarrow {}_{z+1}X^{A} \rightarrow {}_{z-1}R^{A-4} \rightarrow {}_{z-1}R^{A-4}$

(i) α;β; √ (ii) β;√;α

(iii) √;α;β (iv) β;α;√

उत्तरः— (iv) β;α;√

प्रश्न 4.द्रव्यमान संख्या में वृद्धि होने पर नाभिक से संबंधित कौन—सी राशि परिवर्तित नहीं होती है।

(i) द्रव्यमान (ii) आयतन

(iii) बंधन ऊजा ि(iv) घनत्व

उत्तरः— (iv) घनत्व

CBEO BHINDER

प्रश्न 5 एक समान दर से चलने वाली श्रृंखला अभिक्रिया के लिए न्यूट्रॉन गुणन गुणांक का मान कितना होगा।

उत्तर K = l

प्रश्न 6 द्रव्यमान क्षति को परिभाषित कीजिए।

उत्तर किसी नाभिक का वास्तविक द्रव्यमान, उसके न्यूक्लिऑनों के संयुक्तद्रव्यमान से सदैव कम होता है। द्रव्यमान के इस अंतर को द्रव्यमान क्षति कहते हैं।

प्रश्न 7 βक्षय में परमाणु क्रमांक में क्या परिवर्तन होता है।

उत्तरः– βक्षय में परमाणु क्रमांक एक बढ़ जाता है अथवा एक कम हो जाता है।

प्रश्न 8 आइंस्टीन का द्रव्यमान ऊर्जा संबंध लिखिए।एक ग्राम पदार्थ के समतुल्य उर्जा को ज्ञात कीजिए।

उत्तरः– $E = mc^2$ यहां m= 1 ग्राम $= 10^{-3} kg C = 3 \times 10^8 mls$

$$E = 10^{-3} \times 3 \times 10^8 \times 3 \times 10^8$$

$$= 9 \times 10^{13} \text{जूल}$$

प्रश्न 9 एक परमाणु द्रव्यमान मात्रक की परिभाषा दीजिए।

उत्तरः– कार्बन–12 के एक परमाणु के द्रव्यमान के बाहरवें भाग को परमाणु द्रव्यमान मात्रक कहते है।

इसे uअथवा amu द्वारा व्यक्त करते है ।

$$\therefore 1amu = 1.66 \times 10^{-27}\ kg.$$

प्रश्न 10 सक्रियता की S I इकाई क्या है।

उत्तरः– 1 Bq = 1 विघटन/सेकण्ड

CBEO BHINDER

प्रश्न 11 दो नाभिको की द्रव्यमान संख्याओं का अनुपात 1:8 है। इसकी नाभिकीय त्रिज्याओं का अनुपात क्या होगा ?

उत्तरः– $\because\ R = R_o(A)^{1/3}$

$$\frac{R_1}{R^2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{1/3} = \left(\frac{1}{8}\right)^{1/3} = \left(\frac{1}{2^3}\right)^{1/3} = \frac{1}{2}$$

प्रश्न 12 ' फर्मी ' का क्या तात्पर्य है ?

उत्तरः– यह एक दूरी का मात्रक है। 1 फर्मी $= 10^{-15}m$

प्रश्न 13 मंदक क्या है , उदाहरण दीजिए।

उत्तरः– वे पदार्थ जो न्यूटॉनो की गति को धीमा कर देते हैं मंदक कहलाते हैं। जैसे ग्रेफाइट, भारी जल, बेरिलियम ऑक्साइड

प्रश्न 14 नाभिकीय भट्टी में प्रयुक्त भीतलक का कार्य लिखिए । (2020)

उत्तरः– भीतलक, नाभिकीय भट्टी के अन्दर की गर्मी को बाहर निकालने के लिये काम में लिया जाता हैं । इसके लिये सामान्यतः भारी जल, सामान्य पानी, हवा आदि का उपयोग किया जाता है ।

प्रश्न 15 कोई तत्व A निम्न दो चरण प्रक्रियाओं द्वारा तत्व C में विघटित होता है

A→ $2^{He^4} + B$

B→ $2(-1^{e^0}) + c$ तत्व A,B,C मे से समस्थानिक युग्म छॉटिए।

उत्तरः–

$$z^{A^A} \rightarrow 2^{He^4} + z - 2^{B^{A-4}}$$

$$z - 2^{B^{A-4}} \rightarrow 2(-1^{e^o}) + z^{C^{A-4}}$$

A व C का परमाणु क्रमांक समान हैं अतः A व C समस्थानिक है।

CBEO BHINDER

प्रश्न 16 किसी नाभिक की त्रिज्या R एवमं द्रव्यमान संख्या A में संबंध लिखिए।

उत्तरः– नाभिक की त्रिज्या R , द्रव्यमान संख्या A के 1/3 घात के समानुपाती होती हैं।

अर्थात् $R \propto A^{1/3}$

$$R = R_O A^{1/3} \quad \text{जहाँ} \quad R_O = 1.2 \text{ fm} = 1.2 \times 10^{-15} m$$

प्रश्न 17 यदि प्रकाश की चाल वर्तमान चाल की दोगुनी हो जाए, तो नाभिक की बन्धन ऊर्जा कितनी हो जाएगी?

उत्तरः– नाभिक की बन्धन ऊर्जा = द्रव्यमान क्षति x c^2

अतः बन्धन ऊर्जा चार गुनी हो जायेगी।

प्रश्न 18 नाभिकीय श्रृंखला अभिक्रिया में क्रान्तिक द्रव्यमान से क्या अभिप्राय है?

उत्तरः– नाभिकीय विखण्डन की श्रृंखला–अभिक्रिया चालू रखने के लिए विखण्डनीय पदार्थ का द्रव्यमान सदैव एक निश्चित द्रव्यमान से अधिक होना चाहिए। इस निश्चित द्रव्यमान को ही क्रान्तिक द्रव्यमान कहते है।

प्रश्न 19 किसी नाभिक की द्रव्यमान क्षति क्या है? इससे बन्धन ऊर्जा कैसे प्राप्त होती है।

उत्तरः– द्रव्यमान क्षति नाभिक का वास्तविक द्रव्यमान उसमें उपस्थित प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों के द्रव्यमानों के योग से सदैव कुछ कम होता है। द्रव्यमानों का यह अन्तर द्रव्यमान क्षति कहलाता है।

द्रव्यमान क्षति = (प्रोटॉनों का द्रव्यमान + न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान)–नाभिक का द्रव्यमान

माना किसी परमाणु B की द्रव्यमान संख्या A तथा परमाणु क्रमांक Z है, तो इसके नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या Z तथा न्यूट्रॉनों की संख्या (A –Z) होगी। यदि प्रोटॉन का द्रव्यमान m_p न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान m_n एवं नाभिक का द्रव्यमान M हो, तो द्रव्यमान क्षति $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - M$

नाभिक की बन्धन ऊर्जा जब प्रोट्रॉन तथा न्यूट्रॉन मिलकर नाभिक का निर्माण करते हैं तो Δmद्रव्यमान लुप्त हो जाता है तथा इसके तुल्य ऊर्जा $(\Delta m)C^2$ मुक्त हो जाती है। इस ऊर्जा के कारण ही प्रोट्रॉन व न्यूट्रॉन नाभिक में बंधे रहते हैं। इसे नाभिक की बन्धन ऊर्जा कहते हैं।

प्रश्न 20 एक रेडियो एक्टिव नाभिक 'D' निम्न प्रकार क्षयित हो रहा है.... (2020)

$$_{92}D^{235} \xrightarrow{\alpha\ \text{क्षय}} D_1 \xrightarrow{\beta^-\ \text{क्षय}} D_2 \xrightarrow{\alpha\ \text{क्षय}} D_3^* \xrightarrow{\gamma\ \text{क्षय}} D_4$$

D_4 का परमाणु कमांक एवं द्रव्यमान संख्या ज्ञात कीजिए।

उत्तरः— $_{92}D^{235} \xrightarrow{\alpha\ \text{क्षय}} {}_{90}D_1^{231} + {}_2He^4$

$_{90}D_1^{231} \xrightarrow{\beta^-\ \text{क्षय}} {}_{91}D_2^{231} + {}_{-1}e^0$

$_{91}D_2^{231} \xrightarrow{\alpha\ \text{क्षय}} {}_{89}D_3^{*227} + {}_2He^4$

$_{89}D_3^{*227} \xrightarrow{\gamma\ \text{क्षय}} {}_{89}D_4^{227}$

इस प्रकार D_4 का परमाणु कमांक = 89

एवं D_4 का द्रव्यमान संख्या = 227

प्रश्न 21 नाभिकीय विखण्डन क्या है? इसे प्रदर्शित करने का एक समीकरण दीजिए। नाभिकीय विखण्डन में ऊर्जा कहाँ से उत्सर्जित होती है?

उत्तरः— नाभिकीय विखण्डन—इस प्रक्रिया में किसी भारी नाभिक पर न्यूट्रॉनों की बमबारी किये जाने पर यह नाभिक दो लगभग बराबर नाभिकों में टूट जाता है।

$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{56}B_a{}^{144} + {}_{36}Kr^{89} + 3\,{}_0n^1 +$ऊर्जा

नाभिकीय विखण्डन की प्रक्रिया में अपार ऊर्जा उत्पन्न होने का कारण है कि इस प्रक्रिया में प्राप्त नाभिकों तथा न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान मूल नाभिक तथा न्यूट्रॉन के द्रव्यमान से कुछ कम होता है, अर्थात् इस प्रक्रिया में कुछ द्रव्यमान की क्षति होती है। यह द्रव्यमान क्षति ही आइन्स्टीन के द्रव्यमान—ऊर्जा सम्बन्ध के अनुसार ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होकर प्राप्त होती है।

CBEO BHINDER

प्रश्न 22 क्रान्तिक द्रव्यमान तथा नियन्त्रित श्रृंखला अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं?

उत्तरः— क्रान्तिक द्रव्यमान (Critical Mass):

किसी विखण्डनीय पदार्थ का उसके क्रान्तिक आकार के संगत वह द्रव्यमान जो श्रृंखला अभिक्रिया को जारी रखने के लिए आवश्यक होता है, क्रान्तिक द्रव्यमान कहलाता है।

नियन्त्रित श्रृंखला अभिक्रिया (Controlled Chain Reaction):

यह अभिक्रिया कृत्रिम उपायों द्वारा इस प्रकार नियन्त्रित की जाती है कि प्रत्येक विखण्डन से उत्पन्न न्यूट्रॉनों में से केवल एक ही न्यूट्रॉन विखण्डन कर पाये । इस प्रकार अभिक्रिया में नाभिकों के विखण्डन की दर नियन्त्रित रहती है। अतः यह क्रिया धीरे–धीरे होती है तथा इसमें उत्पन्न ऊर्जा लाभदायक कार्यों के लिए प्रयुक्त की जा सकती है।

प्रश्न 23 सूर्य से ऊर्जा नाभिकीय संलयन प्रक्रिया से किस प्रकार प्राप्त हो रही है? आवश्यक समीकरण सहित समझाइए। यह अभिक्रिया सामान्य ताप पर क्यों नहीं होती है?

या

सूर्य में ऊर्जा किस प्रकार पैदा होती है? आवश्यक समीकरण सहित समझाइए। ये अभिक्रियाएँ अति उच्च ताप पर ही क्यों होती हैं?

उत्तरः— सन् 1939 में अमेरिकी वैज्ञानिक एच० ए० बेथे ने बताया कि सूर्य पर लगातार नाभिकीय संलयन होता रहता है, जिससे वह अविरत रूप से ऊर्जा का उत्सर्जन कर रहा है। इस विषय में उन्होंने निम्नलिखित स्पष्टीकरण प्रस्तुत कियासूर्य की अपार ऊर्जा का स्रोत हल्के नाभिकों का संलयन (fusion) है। सूर्य के द्रव्य में 90% अंश तो हाइड्रोजन व हीलियम का है तथा शेष 10% अंश में अन्य तत्त्व हैं जिनमें अधिकांश हल्के तत्त्व हैं। सूर्य के बाहरी पृष्ठ का ताप लगभग 8000 K है तथा इसके भीतरी भाग का ताप लगभग 2×10^7K है। इतने ऊँचे ताप पर सूर्य में उपस्थित समस्त तत्त्वों के परमाणुओं की कक्षाओं से इलेक्ट्रॉन निकल जाते हैं। अतः वे तत्त्व नाभिकीय अवस्था में रह जाते हैं। ये नाभिक इतने तीव्रगामी होते हैं कि इनकी परस्पर टक्कर से इनका स्वतः ही संलयन होता रहता है और अपार ऊर्जा विमुक्त होती रहती है। वैज्ञानिक बेथे के अनुसार सूर्य पर नाभिकीय संलयन की प्रक्रिया निम्नलिखित पूर्ण होती है।

प्रोटॉन–प्रोटॉन साइकिल :

नये नाभिकीय ऑकड़ोके आधार पर अब यह विश्वास किया जाता है कि सूर्य में कार्बन–साइकिल की अपेक्षा एक अन्य साइकिल की अधिक सम्भावना है जिसे 'प्रोटॉन–प्रोटॉन साइकिल' कहते हैं। इस साइकिल में भी कई अभिक्रियाओं के द्वारा हाइड्रोजन के नाभिक संलयित होकर हीलियम के नाभिक का निर्माण करते हैं

$_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_1H^2 + {}_{+1}\beta^0 + \nu$ ....(1)

$_1H^1 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 +$ ऊर्जा ....(2)

$_2He^3 + {}_2He^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1 + {}_1H^1$ ....(3)

समी. (1) व (2) मे से प्रत्येंक को 2 से गुणा करके, तीनो समीकरणो को जोडनें पर

$_1H^1 + {}_1H^1 + {}_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + 2{}_{+1}\beta^0 +$ऊर्जा $+2\nu$

इस साइकिल की तीसरी अभिक्रिया होने के लिए यह आवश्यक है कि पहली दो अभिक्रियाएँ दो–दो बार हों।

सामान्य ताप व दाब पर संलयन असम्भवः

इसका कारण यह है कि जब संलयन होने वाले धनावेशित नाभिक के निकट आते हैं तो उनके बीच वैद्युत प्रतिकर्षण बल अति तीव्र हो जाता है। इस बल के विरुद्ध संलयित, होने के लिए उन्हें बहुत अधिक ऊर्जा ($\approx$ 0.1 MeV) चाहिए। इन्हें इतनी अधिक ऊर्जा देने के लिए अति उच्च ताप $\approx 10^8$K तथा अति उच्च दाब चाहिए। ताप व दाब की ये दशाएँ पृथ्वी पर साधारणतया प्राकृतिक रूप में उपलब्ध नहीं होती हैं।

प्रश्न 24 किसी रेडियोऐक्टिव प्रतिद” ि की सक्रियता 7.5 h में अपने प्रारंभिक मान की 1/32 रह जाती है। प्रतिद” ि के परमाणुओं की अर्द्ध आयु ज्ञात कीजिए।

उत्तर :– दिया है $\frac{R}{R0} = \frac{1}{32}$, $t = 7.5\ h$

अतः सूत्र $\frac{R}{R0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$ में मान रखने पर

$$\frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{7.5/T}$$

CBEO BHINDER

$$=> \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \left(\frac{1}{2}\right)^{7.5/T}$$

$$=> 5 = \frac{7.5}{T}$$

$$\therefore \quad T = \frac{7.5}{5} = 1.5\ h$$

प्रश्न 25 नाभिकीय विखण्डन तथा नाभिकीय संलयन में अन्तर स्पष्ट कीजिए। दी गई संलयन प्रक्रिया में उत्पन्न ऊर्जा की गणना कीजिए।

$$_1^2H + _1^3H \rightarrow _2^4He + _0^1n$$

दिया हैं $m\left(_1^2H\right) = 2.014102u, m\left(_1^3H\right) = 3.016049u,$

$$m\left(_2^4He\right) = 4.002603u, m\left(_0^1n\right) = 1.008665u$$

उत्तरः— नाभिकीय विखण्डन तथा नाभिकीय संलयन में अन्तर नाभिकीय विखण्डन में एक 'भारी' नाभिक न्यूट्रॉनों की बमबारी से दो अपेक्षाकृत हल्के रेडियोऐक्टिव नाभिकों में टूटता है जिनका सम्मिलित द्रव्यमान मूल नाभिक के द्रव्यमान से कम होता है। द्रव्यमान की यह क्षति ऊर्जा के रूप में मुक्त होती है।

इसके विपरीत, संलयन में दो अथवा अधिक 'हल्के' नाभिक एक अकेले नाभिक में संलयित (fuse) हो जाते हैं जिसका द्रव्यमान संलयित होने वाले नाभिकों के द्रव्यमानों के योग से कम होता है। पुनः द्रव्यमान की यह क्षति ऊर्जा के रूप में मुक्त होती है। यह प्रक्रिया अत्यन्त उच्च ताप व दाब पर होती है तथा मुक्त ऊर्जा अनियन्त्रित होती है।

अभिक्रिया द्रव्यमान क्षति,

$$_1^2H + _1^3H \rightarrow _2^4He + _0^1n$$

$$\Delta m = \left\{m\left(_1^2H\right) + m\left(_1^3H\right)\right\} - \left\{m\left(_2^4He\right) + m_n\right\}$$

$$= (2.014102 + 3.016049) - (4.002603 + 1.008665)$$

$$= 0.0188634$$

उत्पन्न ऊर्जा. $Q = 0.018863 \times 931.5\, MeV = 17.57 MeV$

प्र” न 26 न्यूट्रॉन गुणन गुणांक किसे कहते है? इसके आधार पर क्रांतिक द्रव्यमान को समझाइए।

उत्तरः– न्यूट्रॉन गुणन गुणांकः– श्रृंखला अभिक्रिया को बनाए रखने के लिए आवश्यक शर्त है कि विखंडन से प्राप्त प्रत्येक नाभिक के न्यूट्रॉनों में से औसत कम से कम एक न्यूट्रॉन ऐसा हो जो नई नाभिक को तोड़ने में भाग लें। इस शर्त को तंत्र के न्यूट्रॉन गुणन गुणांक या पुनरुत्पादन गुणांक K से परिभाषित करते हैं।

$$K = \frac{\text{विखंडन की पीढ़ी के प्रारंभ में न्यूट्रॉनों की संख्या}}{\text{इस पीढ़ी से एक कम पीढ़ी के प्रारंभ में उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या}}$$

श्रृंखला अभिक्रिया को बनाए रखने के लिए विखण्डनीय पदार्थ के आवश्यक न्यूनतम द्रव्यमान को क्रांतिक द्रव्यमान कहते हैं

जब $K = 1$ होता है तब विखण्डनीय पदार्थ की मात्रा को क्रांतिक मात्रा कहते हैं ।

जब $K > 1$ होता है तब पदार्थ की मात्रा को अतिक्रांतिक मात्रा कहते हैं।

जब $K < 1$ होता है तब पदार्थ की मात्रा को अक्रांतिक मात्रा कहते हैं।

प्र” न 27 परमाणु भट्टी किस श्रृंखला अभिक्रिया पर आधारित हैं? इसके सभी अवयवों का वर्णन

CBEO BHINDER

कीजिए।

उतरः— **परमाणु भट्टीः**— वह समायोजन जिसमें रेडियो एक्टिव पदार्थ के नियंत्रित विखंडन से अपार ऊर्जा उत्पन्न की जाए, नाभिकीय रिएक्टर कहलाता है। नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया चलाने के लिए निम्न बातों का होना आवश्यक है—

1 इसमें इस प्रकार के यूरेनियम का उपयोग करना चाहिए, जिसमें U^{235} की मात्रा प्रकृति में पाये जाने वाली मात्रा से अधिक हो, इस प्रकार के यूरेनियम को समृद्ध यूरेनियम कहते हैं।

2 श्रृंखला अभिक्रिया चालू रहे इसके लिए यूरेनियम की मात्रा कम से कम क्रांतिक द्रव्यमान के बराबर होनी चाहिए।

3 न्यूट्रॉन की गति को कम करने के लिए मंदक का प्रयोग करना चाहिए, अन्यथा तीव्रगामी न्यूट्रॉनों का U^{238} द्वारा अवशोषण होने से अभिक्रिया ही बंद हो जायेगी।

आकार व रचना की दृष्टि से परमाणु भटिट्यॉ कई प्रकार की होती हैं। प्रत्येक भट्टी में सिद्धांत रूप से निम्न भाग होते हैं।

(1) <u>विखंण्डनीय पदार्थ अर्थात ईंधनः</u>—

इसके लिए निम्न में से किसी एक पदार्थ का उपयोग करते हैं

(i) प्राकृतिक यूरेनियम (ii) समृद्ध U^{235}(iii) Pu^{239} (iV) U^{233}

(2) <u>मंदकः</u>— विखंडन से प्राप्त न्यूट्रॉनों की गति बहुत तेज होती हैं ,जिन्हें U^{238}अवशोषित करता है। इन तेज न्यूट्रॉनों की गति उनके अवशोषण से पूर्व ही कम कर देते हैं ।

इस कार्य के लिए प्रयुक्त होने वाले पदार्थ को मंदक कहते हैं। मंदक पदार्थ निम्न में से कोई भी हो सकता है।

(i) भारी पानी D_2O (ii) ग्रेफाइट (iii) बेरिलियम ऑक्साइड

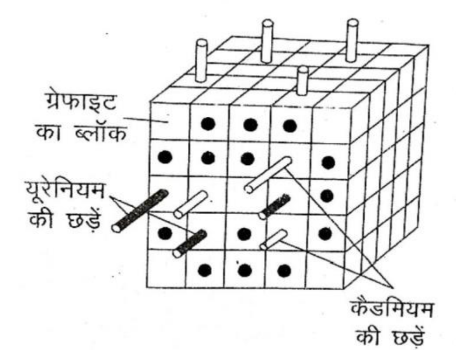
(3) <u>नियंत्रक छडें</u> :— विखंडन की दर पर नियंत्रण रखने के लिए कैडमियम की छड़ प्रयुक्त की जाती हैं। कैडमियम न्यूट्रॉन की उत्तम अव" ाोशक है। जब ये छड़े रिएक्टर के अंदर होती

हैं तो काफी संख्या में न्यूट्रॉन का अवशोषण कर लेती हैं जिससे विखंडन क्रिया बंद हो जाती हैं। जब इन्हें धीरे–धीरे बाहर निकालते हैं तो क्रिया पुनः शुरू होने लगती हैं। इनकी स्थिति में परिवर्तन से श्रृंखला अभिक्रिया की दर को नियंत्रित कर सकते हैं ।

(4) **<u>शीतलक</u>** :– जो ऊर्जा भट्टी के अंदर उत्पन्न होती हैं उसकी बाहर निकालने के लिए शीतलक का उपयोग किया जाता है। इस कार्य हेतु सामान्यतः भारी पानी, सामान्य पानी, हवा, द्रव अवस्था में रहने वाली धातुओं का उपयोग किया जाता है।

(5) **<u>परिरक्षकः–</u>** परमाणु भट्टी में उत्पन्न होने वाली अत्यंत घातक r –किरणों के शोषण के लिए परमाणु भट्टी के चारों ओर कंक्रीट और इस्पात की कम से कम 1.5 मीटर मोटी दीवारें बनाई जाती हैं।

<u>बनावट :–</u> सबसे पहला परमाणु भट्टी सन 1942 में फर्मी के निर्देशन में शिकागो यूनिवर्सिटी में बनाया था जिसमें U^{235}इंजन के रूप में प्रयुक्त किया गया था। इसमें ग्रेफाइट की ईटो से बनाया गया एक ब्लॉक होता हैं जिसमें निश्चित स्थानों पर साधारण यूरेनियम की छडे धँसी हुई है। यूरेनियम को ऑक्सीकरण से बचाने के लिए यूरेनियम की छडो पर एल्युमीनियम की खोल चढ़ा देते हैं। ब्लॉक में बने खॉचों में केडमियम की छड़े रखी होती हैं जो कि नियंत्रक छड़े हैं इन्हें आवश्यकता अनुसार अन्दर अथवा बाहर खिसकाया जा सकता है। इस प्रकार ग्रेफाइट 'मन्दक' का कार्य करता है तथा कैडमियम छड़े नियंत्रक का कार्य करती है। परमाणु भट्टी को सात फुट मोटे कंक्रीट के कवच से घेरा जाता है, जिससे कि हानिकारक विकिरण कार्यकर्ता के पास तक नहीं पहुंच सके।



CBEO BHINDER

अध्याय – 14
अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी – पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ

प्र. 1 रिक्त स्थान भरिये
क. जेनर डायोड .... भंजन क्रियाविधि पर आधारित होता है। (उत्क्रम)
ख. फोटो डायोड .... अभिनत होने पर कार्य करता है। (पश्चदिशिक)
ग. फोटो डायोड में p-n संधि .... अर्धचालक पदार्थ से बनायी जाती है। (प्रकाश उत्सर्जी)
घ. अपवाह धारा की दिशा विसरण धारा के .... होती है। (विपरीत)
ङ. देहली वोल्टता सिलिकन डायोड में .... तथा जर्मेनियम डायोड में .... होती है। (0.7V , 0.3 v)
च. एल ई डी (LED) के प्रतीक चिन्ह में तीर प्रकाश के .... को दर्शाता है। (उत्सर्जन)
छ. p-n संधि को उत्क्रम अभिनत करने पर अवक्षय क्षेत्र की चौड़ाई .... जाती है। (बढ़)
ज. AND लॉजिक गेट मे .... निवेशी तथा .... निर्गत होते है। (2, 1)
झ. सौर सेल .... प्रभाव पर आधारित होते हैं। (फोटोवोल्टीय)

प्र. 2 अर्धचालक क्या होता है? किसी एक अर्धचालक का नाम लिखिए।
उत्तर वे ठोस पदार्थ जिनकी वैद्युत चालकता, चालकों से कम, परन्तु अचालकों से अधिक होती हैं, अर्धचालक कहलाते हैं। उदाहरण – जर्मेनियम।

प्र. 3 p प्रकार तथा n प्रकार के अर्धचालक में बहुसंख्यक आवेश वाहकों के नाम बताइए।
उत्तर p प्रकार के अर्धचालक में बहुसंख्यक आवेश वाहक कोटर (होल) तथा n प्रकार के अर्धचालक में बहुसंख्यक आवेश वाहक इलेक्ट्रोन होते हैं।

प्र. 4 किसी नैज अर्धचालक में Al अशुद्वि तत्व मिलाने पर किस प्रकार के अर्धचालक का निर्माण होता हैं?
उत्तर किसी नैज अर्धचालक में Al अशुद्वि तत्व मिलाने पर p प्रकार के अर्धचालक का निर्माण होता हैं।

प्र. 5 सन्धि डायोड में अवक्षय परत से आप क्या समझते है?
उत्तर सन्धि डायोड में p-n सन्धि के निकट दोनों और का वह क्षेत्र जिसमें कोई स्वतंत्र आवेश वाहक उपलब्ध नहीं होते हैं, अवक्षय परत कहलाती हैं।

प्र. 6 वोल्टता नियंत्रक के रूप में किस डायोड का उपयोग किया जाता हैं?
उत्तर वोल्टता नियंत्रक के रूप में जेनर डायोड का उपयोग किया जाता हैं।

प्र. 7 कम शक्ति पारंपरिक तापदीप्त लैंपों की तुलना में LED के लाभ लिखिए।
उत्तर LED के कम शक्ति पारंपरिक तापदीप्त लैंपों की तुलना में निम्नलिखित लाभ हैं–

CBEOBHINDER

(i) निम्न प्रचालन वोल्टता तथा अपेक्षाकृत कम शक्ति।
(ii) शीघ्र क्रिया, गरम होने के लिए कोई समय नहीं चाहिए।
(iii) उत्सर्जित प्रकाश की बैंड चौड़ाई 100 Å से 500 Å, अथवा दूसरे शब्दों में यह लगभग एक–वर्णी प्रकाश उत्सर्जित करता है।
(iv) अधिक आयु तथा सुदृढ़।
(v) तीव्र 'ऑन–ऑफ' होने की क्षमता।

प्र. 8 द्विआधारी अंकन प्रणाली में कितने अंक होते हैं? उनके नाम लिखिए।
उत्तर द्विआधरी अंकन प्रणाली में केवल दो ही अंक '0' (जैसे 0 V) तथा '1' (जैसे 5 V) होते हैं।

प्र. 9 प्रकाश चालकीय डायोड (फोटोडायोड) का मुख्य उपयोग लिखिए।
उत्तर प्रकाश चालकीय डायोड (फोटोडायोड) का मुख्य उपयोग प्रकाशित संकेतों (सिग्नलों) के संसूचन में (प्रकाश संसूचक) होता है।

प्र. 10 किन्ही तीन यौगिक अर्धचालक के नाम लिखिए।
उत्तर एंथ्रासीन, पॉलीपाइरोल, पॉलीऐनिलीन तथा पॉलीथायोफीन आदि।

प्र. 11 ऊर्जा बैंड अंतराल किसे कहते हैं?
उत्तर संयोजकता बैंड के शीर्ष तथा चालन बैंड की तली के बीच के अंतराल को ऊर्जा बैंड अंतराल (अथवा ऊर्जा अंतराल, E_g) कहते हैं।

प्र. 12 लॉजिक गेट किसे कहते हैं?
उत्तर लॉजिक गेट एक ऐसा अंकीय परिपथ (Digital circuit) होता है जो निवेशी तथा निर्गत वोल्टताओं के बीच किसी निश्चित तार्किक संबंध का पालन करता है। इसीलिए व्यापक रूप में इन्हें लॉजिक गेट कहते हैं।

प्र. 13 किस लॉजिक गेट को सार्वत्रिक गेट या सार्व प्रयोजक गेट भी कहते हैं?
उत्तर NAND गेट को सार्वत्रिक गेट या सार्व प्रयोजक गेट भी कहते हैं।

प्र. 14 डायोड को अग्र बायस एवं उत्क्रम बायस स्थिति में जोड़ने पर अवक्षय परत पर क्या प्रभाव पड़ता है?
उत्तर (i) अग्र बायस में अवक्षय परत की मोटाई घटती है।
(ii) उत्क्रम बायस स्थिति में अवक्षय परत की मोटाई बढ़ती है।

प्र. 15 सौर सेल बनाने के लिए सामान्यतया GaAs का उपयोग किया जाता है क्यो? कारण बताइए।
उत्तर सौर सेल बनाने के लिए सामान्यतया GaAs का उपयोग किया जाता है क्योंकि इसका अवशोषण गुणांक अपेक्षाकृत अधिक होने से यह आपतित सौर विकिरण से अपेक्षकृत अधिक मात्रा की ऊर्जा अवशोषित करता है।

प्र. 16 प्रकाश उत्सर्जक डायोड क्या होता है?
उत्तर यह P-N जंक्शन (Junction) डायोड होता है। जिसमें अग्र अभिनति विद्युत धारा प्रवाहित होने पर विद्युत ऊर्जा प्रकाश ऊर्जा में परिवर्तित होकर उत्सर्जित होती है।

CBEO BHINDER

प्र. 17 भंजन वोल्टता को समझाइए।

उत्तर भंजन वोल्टता – एक P-N संधि डायोड जब पश्च बायसित अवस्था में हो तो निश्चित मान की वोल्टता पर धारा के मान में एक उच्च मान तक अचानक वृद्धि दर्शाई जाती है, इस विभव को भंजन वोल्टता अथवा जेनर वोल्टता कहा जाता है। यह उच्च मान की धारा साधारण P-N संधि को नष्ट कर सकती है।

प्र..18 किसी नैज अर्धचालक की डोपिंग का क्या अभिप्राय है। यह किसी अर्धचालक की विशिष्ट चालकता को किस प्रकार प्रभावित करती है ?

उत्तर किसी नैज अर्धचालक में अशुद्धि मिलाने की प्रक्रिया को डोपिंग कहते है। इससे अर्धचालक की विशिष्ट चालकता बढ जाती है।

प्र. 19 नैज अर्धचालक का विधुतरोधी व्यवहार कब होता हैं?

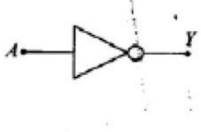
उत्तर $T = 0$ K पर कोई नैज अर्धचालक किसी विद्युतरोधी की भाँति व्यवहार करता है।

प्र. 20 नैज अर्धचालक पदार्थ की संयोजकता बताइए।

उत्तर नैज अर्धचालक पदार्थ की संयोजकता चार (चतुः संयोजक) होती हैं।

प्र.21 NOT गेट का लॉजिक प्रतीक एवं सत्यमान सारणी बनाइए।

उत्तर



(a)

सत्यता सारणी

A	$Y = \overline{A}$
0	1
1	0

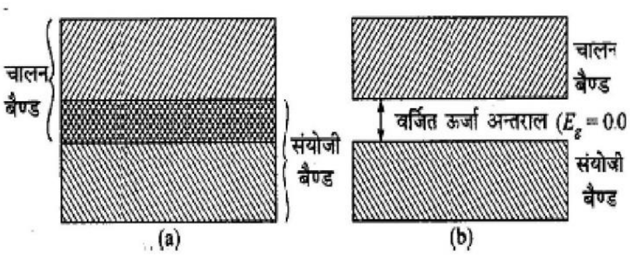
(b)

प्र. 22 पूर्ण तरंग दिष्टकारी किसे कहते हैं?

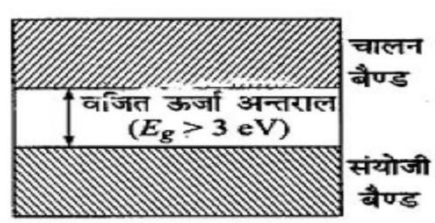
उत्तर ac चक्र के धनात्मक एवं ऋणात्मक दोनों ही अर्धचक्रों में तदनुरूपी दिष्टकृत निर्गत वोल्टता प्राप्त होती है। इसीलिए एसे परिपथ को पूर्ण तरंग दिष्टकारी कहते हैं।

प्र. 23 ऊर्जा बैण्ड के आधार पर चालक , अचालक एवं अर्धचालको में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

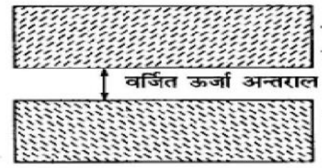
उत्तर **चालक**– वे पदार्थ जिनमें संयोजी बैण्ड एवं चालन बैण्ड परस्पर अतिव्यापित होते हैं अथवा उनमें ऊर्जा अन्तराल ($E_g \leq 0.07$eV) बहुत कम होता हैं, चालक कहलातें हैं।



(a) (b)



अचालक– वे पदार्थ जिनमें संयोजी बैण्ड एवं चालन बैण्ड में ऊर्जा अन्तराल (E_g) बहुत अधिक ($E_g > 3$ eV) होता हैं, अचालक कहलातें हैं।



अर्धचालक– वे पदार्थ जिनमें संयोजी बैण्ड एवं चालन बैण्ड में ऊर्जा अन्तराल (E_g) कम ($E_g < 3$ eV) होता हैं, अचालक कहलातें हैं।

प्र. 24 p-n संधि डायोड किसे कहते हैं? संधि निर्माण में होने वाली प्रक्रिया को समझाइए।

उतर जब P व N प्रकार के अर्द्धचालकों को परमाणवीय स्तर पर इस प्रकार जोड़ दिया जाए की इनकी संपर्क सतह पर क्रिस्टल संरचना सतत बनी रहे तो यह संपर्क सतह P-N संधि वह इस प्रकार बनी युक्ति P-N संधि डायोड कहलाती है।

P-N संधि में N-भाग में इलेक्ट्रॉन सांद्रता अधिक होती है। व P- भाग में हॉलो की संद्रता अधिक होती है। जिसके कारण N- भाग में इलेक्ट्रॉन P भाग की ओर विसरित होते हैं। व हॉल P-भाग से N-भाग की ओर विसरित होते है। इस विसरण से P-N संधि से धारा प्रवाहित होती है। जिसे **विसरण धारा** देते हैं। संधि के नजदीक इलेक्ट्रॉन व हॉल परस्पर युग्मित होते हैं। युगमित होने के कारण एक सीमित क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन व हॉल की संख्या में कमी आती है। जिसके कारण संधि के निकट P क्षेत्र में ऋण आयन की संख्या तथा N क्षेत्र में धनायन की परत बन जाती है। इसे अब **अवक्षय परत** कहते हैं। अवक्षय परत में उपस्थित इन आयनों के कारण एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है। जिस की दिशा N भाग से P-भाग की ओर होती है। यह विद्युत क्षेत्र हॉल व इलेक्ट्रॉन की गति को रोक देता है। अर्थात विसरण धारा का विरोध करता है। इस विद्युत क्षेत्र को **अवरोधी विद्युत क्षेत्र** कहते हैं। इस अवरोधी विद्युत क्षेत्र के कारण उत्पन्न विभवान्तर को **अवरोधी विभवान्तर या विभव रोधी** कहते हैं। इस अवरोधी विभवांतर के कारण P-भाग में अल्पसंख्यक इलेक्ट्रॉन तथा N भाग में अल्पसंख्यक हॉल अपवहन वेग से गति करते हैं। जिससे अपवहन धारा प्रवाहित होती है।

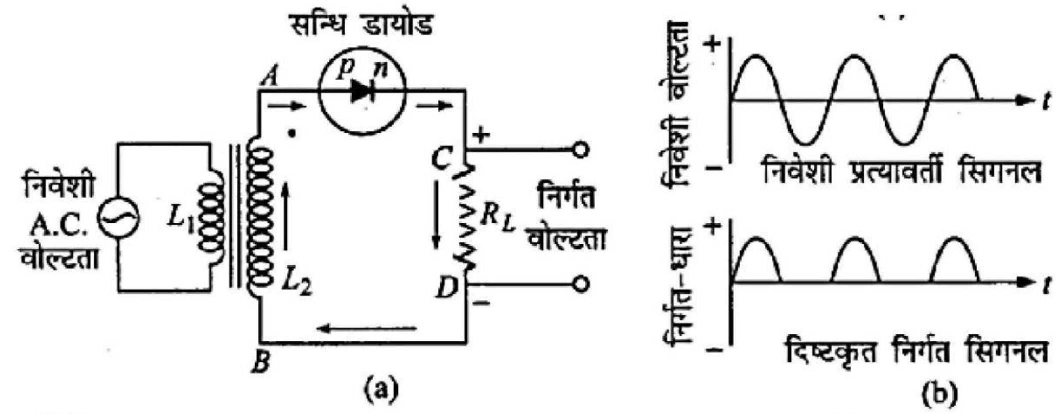
प्रारंभ में विसरण धारा का मान अधिक तथा अपवहन धारा का मान कम होता है। साम्य स्थिति में विसरण धारा व अपवहन धारा का मान बराबर तथा विपरीत होता है। रोधिका विभव VB का मान अर्धचालक की प्रकृति तथा संधि के ताप पर निर्भर करता है। Si के लिए यह लगभग 0.7V व Ge के लिए 0.3V होता है।

प्र. 25 दिष्टकारी को पारिभाषित करते हुए संधि डायोड अर्धतरंग दिष्टकारी का परिपथ चित्र खींचीए तथा इसकी कार्यविधि समझाइए।

उतर प्रत्यावर्ती वोल्टता को दिष्ट वोल्टता में बदलने की प्रक्रिया को दिष्टकरण एवं इसमें प्रयुक्त युक्ति को दिष्टकारी कहते हैं।

p-nसंधि डायोड एक अर्धतरंग दिष्टकारी (Half wave rectifier) के रूप में

p-n संधि डायोड का अर्धतरंग दिष्टकारी परिपथ चित्र तथा निवेशी (input) एवं निर्गत (output) तरंग रूपो को निम्न चित्र में प्रदर्शित किया गया है इसमें जिस प्रत्यावर्ती वोल्टता का दिष्टकरण करना होता है उसे एक ट्रांसफार्मर की प्राथमिक कुंडली के सिरों के बीच जोड देते हैं ट्रांसफार्म की द्वितीयक कुंडली का एक सिरा संधि डायोड के p-प्रकार के निवासी निर्गत क्रिस्टल अर्थातp- क्षेत्र से तथा दूसरा सिरा लोड वोल्टता वोल्टता प्रतिरोध R_Lके द्वारा संधि डायोड के n- प्रकार के क्रिस्टल अर्थात n-क्षेत्र से जोड़ दिया जाता है दिष्ट निर्गत वोल्टेज लोड R_L के सिरों के बीच प्राप्त किया जाता है



कार्यविधि (Working)

ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुंडली टर्मिनल A तथा B पर वांछित ac वोल्टता की आपूर्ति करती है। जब A पर वोल्टता धनात्मक होती है तो डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है तथा यह विद्युत धारा का चालन करता है। जब A पर वोल्टता श्रणात्मक होती है तो डायोड पश्चदिशिक बायसित होता है और वह विद्युत चालन नहीं करता हैं। पश्चदिशिक बायस में डायोड की संतृप्त प्रतीप धारा नगण्य होती है तथा इसे व्यावहारिक कार्यों के लिए शून्य माना जा सकता है।

ALL THE BEST

CBEOBHINDER