कार्यालय, मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी
समग्र शिक्षा, ब्लॉक–भीण्डर (उदयपुर)

संकल्प-2022

(एक अभिनव पहल)

प्रश्न बैंक

भौतिक-विज्ञान

कक्षा – 12

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

मुख्य संरक्षक

कानाराम , IAS
निदेशक, माध्यमिक शिक्षा
राजस्थान, बीकानेर

एन्जिलिका पलात
संयुक्त निदेशक
स्कूल शिक्षा, उदयपुर

ओम प्रकाश आमेटा
मुख्य जिला शिक्षा अधिकारी
उदयपुर

संरक्षक

रमेश सीरवी पुनाड़िया, RAS
उपखण्ड अधिकारी
भीण्डर,उदयपुर

श्रवण सिंह राठौड़, RAS
उपखण्ड अधिकारी
वल्लभनगर, उदयपुर

मार्गदर्शन

महेन्द्र कुमार जैन
मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी, ब्लॉक भीण्डर, उदयपुर

भेरुलाल सालवी
अति.मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी

रमेश खटीक
अति.मुख्य ब्लॉक शिक्षा अधिकारी

गिरिश चौबीसा
संदर्भ व्यक्ति

महेन्द्र कोठारी
संदर्भ व्यक्ति

संयोजक

भरत कुमार आमेटा, प्रधानाचार्य रा.उ.मा.वि. टूस डांगियान

सह संयोजक

संजय कुमार श्रीमाल, व्याख्याता, रा.उ.मा.वि खेरोदा

कार्यकारी दल

चन्द्रशेखर नंदा, व्याख्याता, महात्मा गांधी रा,उ,मा,वि, भीण्डर
जितेन्द्र कुमार छामोलिया, व्याख्याता, रा.उ.मा.वि किकावास
विष्णु कुमार शर्मा, व्याख्याता, रा.उ.मा.वि मंदेसर
चन्दा सिंह पंवार व्याख्याता, रा.उ.मा.वि. वल्लभनगर
अष्विनी आमेटा, व्याख्याता, रा.उ.मा.वि. महाराज की खेडी
पंकज आमेटा, व.अ. महात्मा गांधी रा,उ,मा,वि, भीण्डर

सहयोगकर्ता

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

CBEO BHINDER

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान अजमेर

परीक्षा 2022 के लिए संक्षिप्तिकृत पाठ्यक्रम

भौतिक विज्ञान PHYSICS

विषय कोड SUB.CODE- 40

कक्षा – 12

इस विषय में दो प्रश्नपत्र–सैद्धान्तिक एवं प्रायोगिक की परीक्षा होगी। परीक्षार्थी को दोनों पत्रों में पृथक–पृथक उत्तीर्ण होना अनिवार्य है। परीक्षा योजना निम्नानुसार है –

प्रश्नपत्र	समय(घंटे)	प्रश्नपत्र के लिए अंक	सत्रांक	पूर्णांक
सैद्धान्तिक	3:15	56	14	70
प्रायोगिक	4:00	30	0	30

इकाई (Unit)	शीर्षक	अंक भार MARKS
1	अध्याय –1 वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र (Electric Charges and Fields)	5
	अध्याय 2–स्थिरवैद्युत विभव तथा धारिता (Electrostatic Potential and Capacitance)	5
2	अध्याय 3 –विद्युत धारा (current electricity)	6
3	अध्याय 4– गतिमान आवेश और चुंबकत्व (moving charges and magnetism)	5
4	अध्याय 6–वैद्युतचुंबकीय प्रेरण (electromagnetic induction)	6
6	अध्याय 9–किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र (Ray optics and optical instruments)	9
7	अध्याय 11–विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति (DUAL NATURE OF RADIATION AND MATTER)	6
8	अध्याय 13–नाभिक (NUCLEI	6
	अध्याय 14– अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी–पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ (Semiconductor Electronics:Materials, Devices and Simple Circuits)	8
	Total	56

परीक्षा 2022 के लिए विलोपित किये गये अध्याय/इकाई का विवरण

इकाई	शीर्षक
3	अध्याय 5 –चुंबकत्व एवं द्रव्य (magnetism and matter)
4	अध्याय 7– प्रत्यावर्ती धारा ;Alternating current)
5	अध्याय 8 –वैद्युतचुंबकीय तरंगें ELECTROMAGNETIC WAVES
6	अध्याय 10–तरंग–प्रकाशिकी (WAVE OPTICS)
8	अध्याय 12– परमाणु (ATOMS)

:- विषय–सूची :-

क्रं. सं.	अध्याय संख्या	अध्याय नाम	पृष्ठ संख्या
1	1	विद्युत आवेश तथा क्षेत्र	5–34
2	2	स्थिरवैद्युत विभव तथा धारिता	35–66
3	3	विद्युत धारा	67–85
4	4	गतिमान आवेश और चुम्बकत्व	86–96
5	6	वैद्युतचुबंकीय प्रेरण	97–114
6	9	किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र	115–142
7	11	विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति	143–154
8	13	नाभिक	155–165
9	14	अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी– पदार्थ, युक्तियां तथा सरल परिपथ	166–170

CBEOBINDER

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) $5 \cdot 10^{49}$

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

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

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

उत्तर– (i) $5 \cdot 10^{49}$

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

CBEO BHINDER

(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) $4\times10^3 / \varepsilon_0$

(2) $4\times10^3\ \varepsilon_0$

(3) $-4\times10^3\ \varepsilon_0$

(4) $-4\times10^3 / \ \varepsilon_0$

उत्तर–(2) $4\times10^3\ \varepsilon_0$

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

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

CBEO BHINDER

$$q = n\,e$$

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

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

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

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

यह सदिश राशि हैं दिशा ऋणावेश से धनावेश की ओर

प्रश्न 8 ${}_7N^{14}$ 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 BINDER

प्रश्न 10 डिबाई 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

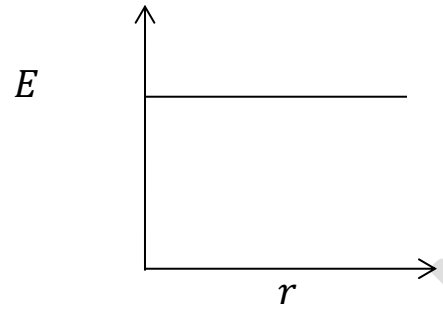
उत्तर विद्युत क्षेत्र में स्थित किसी क्षेत्रफल से अभिलंबवत गुजरने वाली कुल विद्युत बल रेखाओं

CBEO BHINDER

की संख्या को विद्युत फ्लक्स कहते है। यह अदिश राशि हैं।

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?

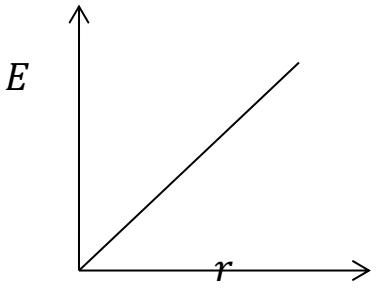
उत्तर (1) स्थायी

(2) अस्थायी

CBEO BHINDER

प्रश्न 20 समरूप आवेशित अचालक गोले के अंदर 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 फ्लक्स की विभा लिखिए।

उत्तर $[M^1L^3T^{-3}A^{-1}]$

लघुतरात्मक प्रश्न :–

प्रश्न 1 एक बंद पृश्ठ में प्रवेशित और निर्गत विद्युत फ्लक्स 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 $d\emptyset = \frac{dq}{\epsilon_0}$

$dq = d\emptyset \, \epsilon_0$

CBEO BHINDER

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

$= 35.6$ कूलॉम

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

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

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

$= 1.5$ 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 $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$

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।

CBSE BINDER

प्रश्न 10 विद्युत क्षेत्र रेखा किसे कहते हैं ? 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।

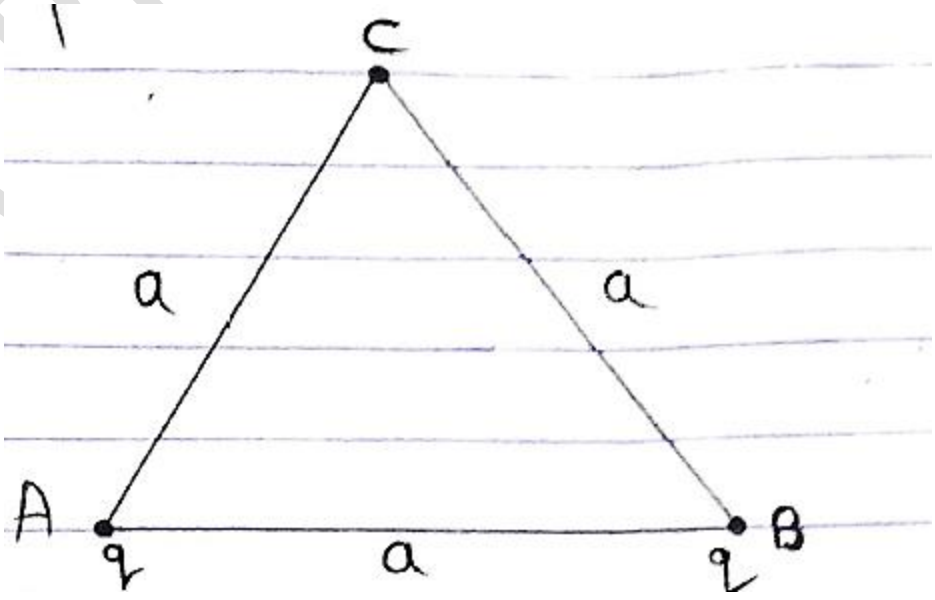
(ii) दो क्षेत्र रेखाएँ कभी एक–दूसरे को काटती नहीं है।

प्रश्न 11 आवेश संरक्षण नियम लिखिए।

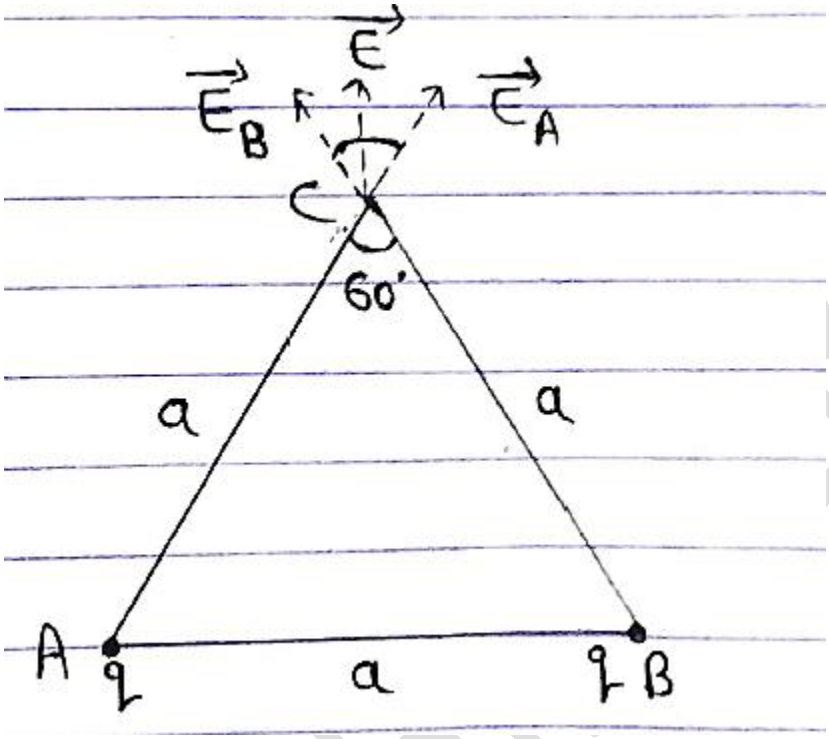
उत्तरः आवेश का संरक्षण वह गुण है जिसके कारण किसी विलगित निकाय का कुल आवेश सदैव नियत रहता है। इस प्रकार किसी विलगित निकाय के कुल आवेश को न तो नष्ट किया जा सकता है और न ही उत्पन्न किया जा सकता है।

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 ।



CEO BHINDER



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 कार्यरत बलाघूर्ण 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 $\tau = PE\sin\theta$

$= 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^4 \sin 30^0$

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

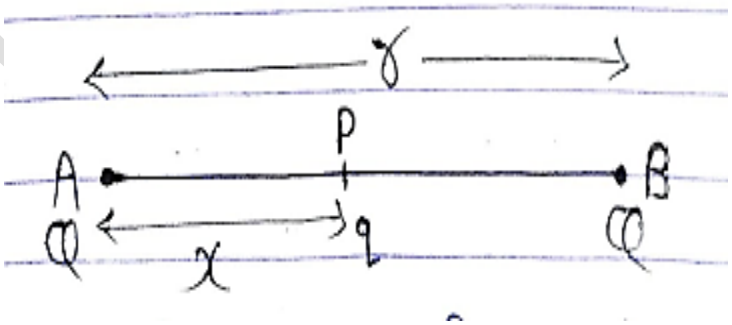
10×10^{-5} न्यूटन मी.

$\tau=10^{-4}$ न्यूटन मी.

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

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 –



CBEO BHINDER

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 $9x10^4$ N/C का विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करता है। रेखीय आवेशघनत्व ज्ञात कीजिए ?

उत्तर दिया है – $r = 2$ cm. $= 2 \times 10^{-2}$ 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।

CBSE BHINDER

उत्तर दिया गया है – R = 5 सेमी = $5x10^{-2}$ मी.

r = 20 सेमी. = $20x10^{-2}$ 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

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

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

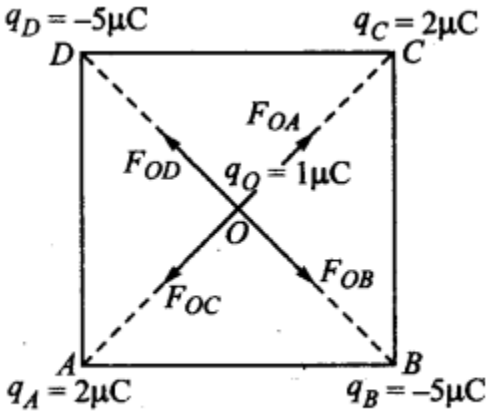
$E`_{out} = \frac{25X\ 10}{4} = 62.5 \frac{\text{वोल्ट}}{\text{मीटर}}$

प्रश्न 6. चार बिन्दु आवेश qA = 2 μC, qB = −5 μC, qC = 2 μC तथा qD = −5 μC, 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 q0 = 1 μC पर बल चारों आवेशों qA, qB, qC व qD के कारण कूलॉम बलों के सदिश योग के बराबर होगा।

CBSE BHINDER



चित्र 1.1

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

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

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

$\vec{F}_{OA} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_0 q_A}{(OA)^2}$, O से C की ओर

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

$= 3.6$ N, $\vec{OC}$ के अनुदिश

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

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

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

$= 3.6$ N, $\vec{OA}$ 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

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

$$= 9\times10^9 \frac{(1\times10^{-6})(5\times10^{-6})}{(5\sqrt{2}\times10^{-2})^2}, O \text{ से } B \text{ की ओर}$$

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

आवेश $q_D = -5\ \mu\text{C}$ के कारण q_O पर बल

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

$$= 9\times10^9 \times \frac{(1\times10^{-6})(5\times10^{-6})}{(5\sqrt{2}\times10^{-2})^2}$$

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

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,

$$p = 4\times10^{-9}\ \text{Cm}, E = 5\times10^4\ \text{NC}^{-1}, \theta = 30°, \tau = ?$$

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

$$\tau = 4\times10^{-9}\times5\times10^4\times\sin 30°$$

$$= 20\times10^{-5}\times\frac{1}{2} = \mathbf{10^{-4}}\ \textbf{न्यूटन-मीटर}$$

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 $q = ne$

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

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

(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 • n = $91 \bullet 10^{-31}$ kg • $1.875 \bullet 10^{12} = 1.71 \bullet 10^{18}$ 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 BHINDI

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

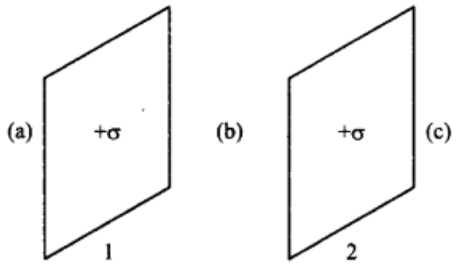
हल—दिया है, पट्टिका पर पृष्ठीय आवेश घनत्व

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

तथा

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

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

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

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

CBEC

(b) दूसरी पट्टिका के बाह्य क्षेत्र (c) में भी दोनों पट्टिकाओं के कारण वैद्युत क्षेत्र परस्पर विपरीत तथा परिमाण में बराबर है।

अत: $$E_c = \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) + \left(\frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\right) = \frac{\sigma - \sigma}{2\varepsilon_0} = \mathbf{0}$$

(c) दोनों पट्टिकाओं के बीच के क्षेत्र (b) में दोनों पट्टिकाओं के कारण वैद्युत क्षेत्र एक ही दिशा में (प्लेट 1 से प्लेट 2 की ओर) दिष्ट है, अत:

$$E_b = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

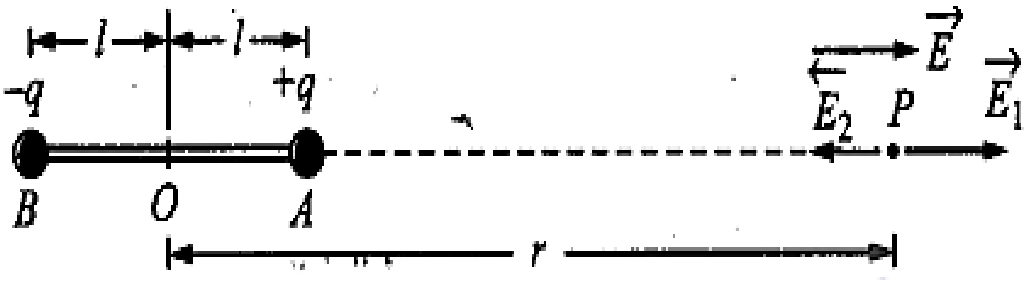
$$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{17 \times 10^{-22}}{8.854 \times 10^{-12}}$$

$$= \mathbf{1.92 \times 10^{-10}\ N / C}$$

दीर्घ उत्तरीय प्रश्नः–

प्रश्न 1 किसी वैद्युत–द्विध्रुव के कारण अक्षीय स्थिति में किसी बिन्दु पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

उत्तर अक्षीय स्थिति में वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता माना कि एक वैद्युत– द्विध्रुव AB, जिसमें (+q) व (-q) कूलॉम के आवेश एक–दूसरे से 2l मीटर की दूरी पर स्थित हैं, किसी ऐसे माध्यम में रखा है जिसका परावैद्युतांक K है। द्विध्रुव की अक्ष पर द्विध्रुव के मध्य बिन्दु O से r मीटर की दूरी पर स्थित प्रेक्षण बिन्दु P है, जिस पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है। माना कि द्विध्रुव के आवेश +q व -q के कारण बिन्दु P पर उत्पन्न वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता क्रमशः E_1 वे



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 $q\times 2l$ = 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

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

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

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

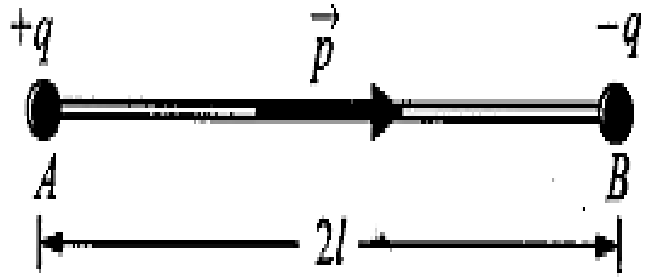
CBEO BINDER

वैद्युत–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–क्षेत्र 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।

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

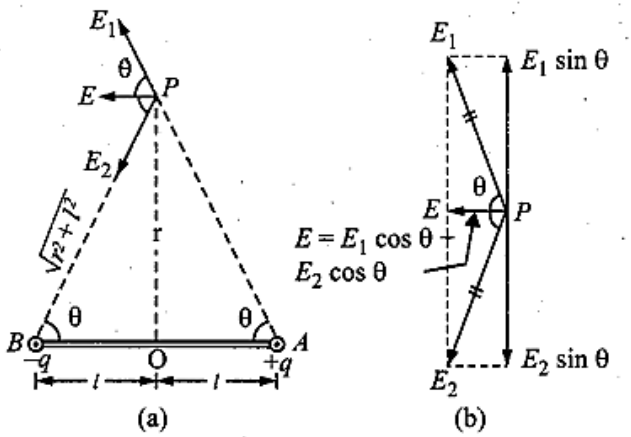
$\therefore$ vkos'k $+\ q$ के कारण बिन्दु P पर वैद्युत–क्षेत्र की तीव्रता

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

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)

(a) (b)



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

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

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

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

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।

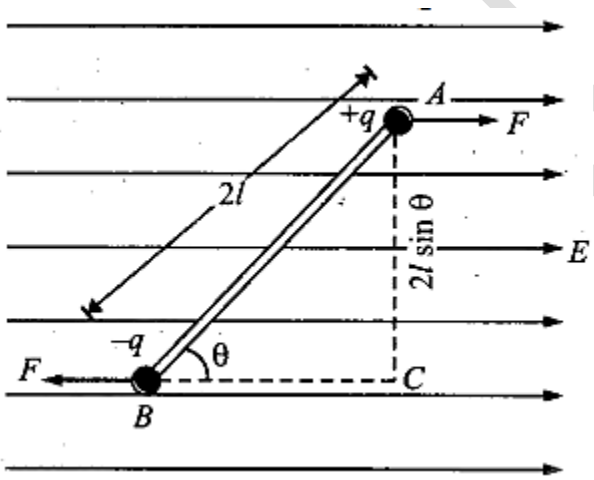
सदि" ा रुप $\vec{E} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\left(\frac{\vec{p}}{r^3}\right)$

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 $F = qE - qE = 0$

CBEOBHINDER

(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



τ =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 $1/\varepsilon_0$ गुना होता है, जहाँ ε_0 मुक्त आकाश की वैद्युतशीलता है।

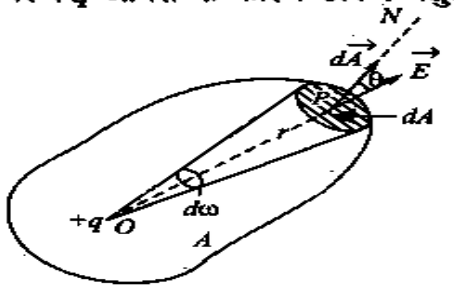
उत्तर गौस की प्रमेय – गौस की प्रमेय अनुसार "किसी वैद्युत–क्षेत्र में स्थित बन्द पृष्ठ से निर्गत सम्पूर्ण वैद्युत–फ्लक्स का मान उस पृष्ठ द्वारा परिबद्ध कुल आवेश का $(1/\varepsilon_0)$ गुना होता है।"

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

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 $d\vec{A}$ द्वारा प्रदर्शित किया गया है। बिन्दु P पर $+q$ आवेश के कारण उत्पन्न वैद्युत-क्षेत्र की तीव्रता



चित्र 1.23

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

$\vec{\mathbf{E}}$ की दिशा O से P की ओर होगी।

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

अथवा $d\Phi_E = E dA \cos\theta \qquad ...(2)$

जहाँ $\theta = \vec{\mathbf{E}}$ तथा $d\vec{\mathbf{A}}$ 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)

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

अत: सम्पूर्ण बन्द पृष्ठ क्षेत्रफल A से अभिलम्बवत् निर्गत सम्पूर्ण वैद्युत फ्लक्स

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

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

$= 4\pi$ स्टेरेडियन

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

यही गौस-प्रमेय का कथन है।

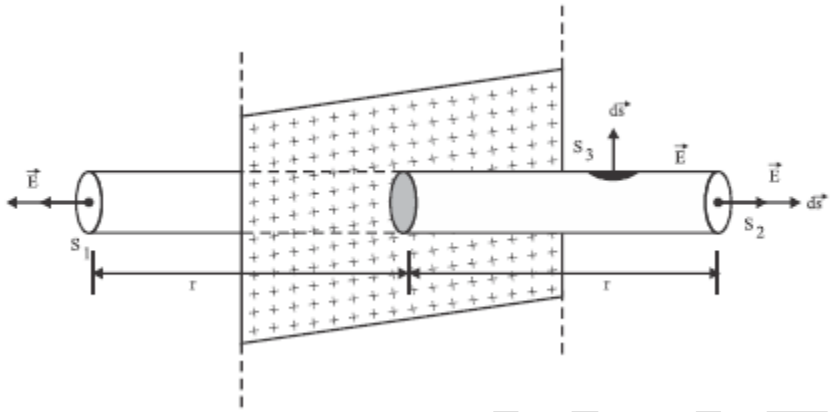
प्र" न 5 (अ) स्थिर विद्युतिकी के लिए गाउस के नियम का कथन लिखिए।

(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 फ्लक्स 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

$$\emptyset_E = \oint_s \overrightarrow{E}.\overrightarrow{ds} = \frac{\sum q}{\varepsilon_0}$$

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

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

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

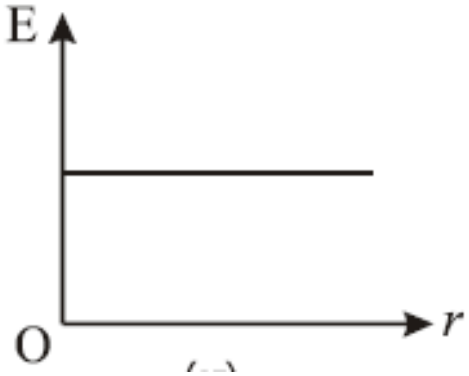
$$ES + ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \quad \text{.....(3)}$$

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

सदि" । संकेंत व्यक्त करने पर

CBEO BHIND

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



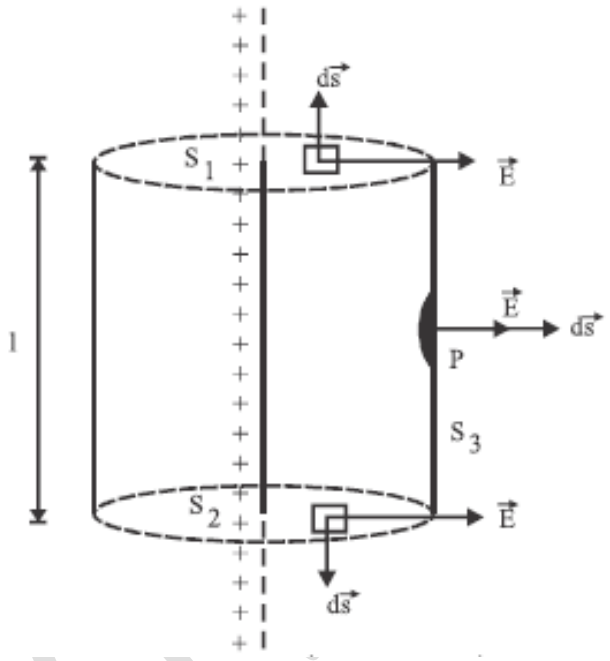
प्र" न 6 गाउस का नियम लिखिए। अनन्त लम्बाई के एक समान आवे" ित सीधे तार के कारण विधुत क्षेत्र की गणना कीजिए ।

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 आवे" ित सीधे तार के कारण विद्युत क्षेत्र :–

CBEO BHINDER

रेखीय आवेशको अक्ष मानकर चित्र में द" ार्यें 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

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

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

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

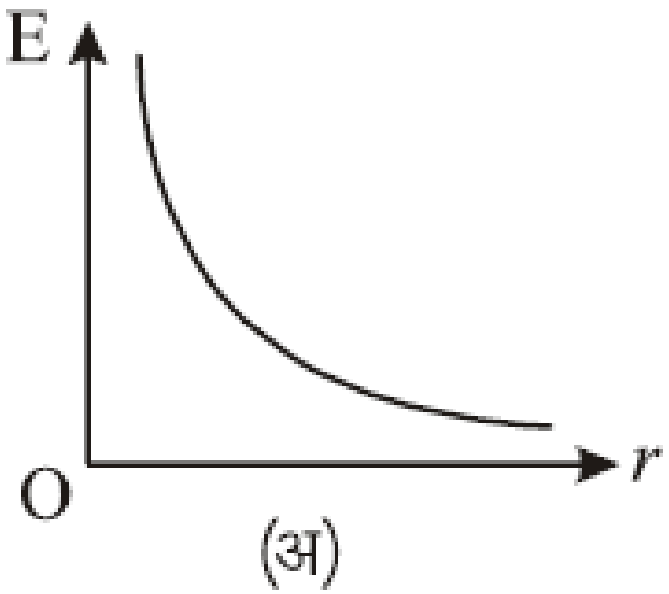
$$E \times 2\pi rl = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \qquad \left[\because \int_{s_3} ds = 2\pi rl\right]$$

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

$E = \frac{2k}{r}\lambda$ ……………….(3)

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

(अ)



CBSE ... R

अध्याय - 2

स्थिर विद्युत विभव व धारिता

<u>बहुविकल्पीय प्रश्न</u>

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

CBSE BHINDER

(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) $5.0 \cdot 10^{-3}$ जूल

(ii) $0.5 \cdot 10^{-3}$ 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 8: 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 $U = PE \cos 90$

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

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

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

प्र” न 10: विद्युत स्थितिज ऊर्जा का मात्रक लिखिए।

उत्तर – जूल

प्र” न 11: 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 12: 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 $q = e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ कूलॉम) 1 वोल्ट विभवान्तर पर त्वरित होने पर प्राप्त करता है।“

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

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

CBEO BHINDER

इस प्रकार 1 eV = 1.6 • 10^{-19} जूल

प्रश्न 14.1 Mev को जूल में व्यक्त कीजिए।

हल–1 MeV = 10^6 eV= 10^6 • 1.6 • 10^{-19} जूल = 1.6 • 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 BINDER

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

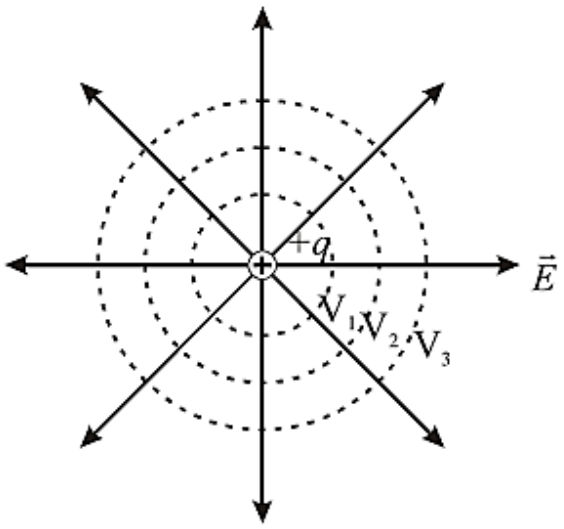
उत्तर इस प्रकार के पराविद्युत पदार्थों में सामान्य अवस्था में ही उसके अणुओं की असममित आकृति के कारण अणु के धनावेश का केंद्र बिंदु तथा ऋणावेश का केंद्र बिंदु सम्पाती नहीं होते है। अतः प्रत्येक अणु में कुछ वैद्युत द्विध्रुव आधूर्ण होता है।

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– $x = \epsilon_r - 1$

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 बाह्य 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 $w = PE\ (\cos 0 - \cos 180)$

$= PE\ (1 - (-1))$ $= PE\ (1+1)$

$= 2PE$

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

CBEO BHINDER

प्र" न 3. स्थायी संतुलन की स्थिति किसे कहते है?

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 $U = -PE\cos\theta$

यहॉ $\theta = 0$ रखने पर

$U = PE\cos 0^{\circ} = -PE$

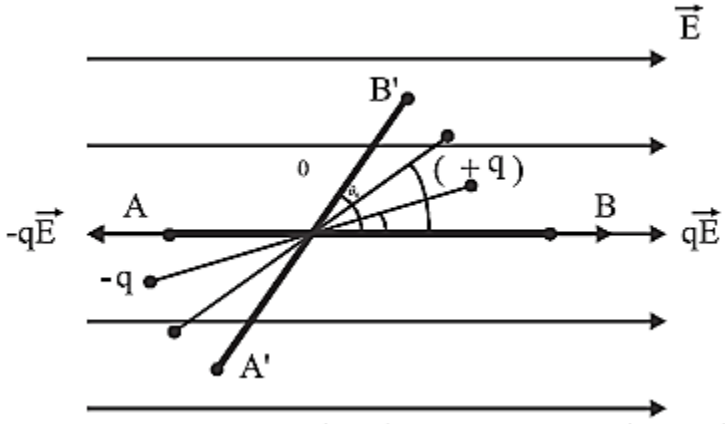
प्र" न 4: क्या किसी बिन्दु पर विद्युत विभव भून्य हो सकता है? जबकी उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र शुन्य नही हैं , उदाहरण दीजिए ।

उतर – हॉ 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 $\tau = PE\sin\theta$

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 – q_1 p q_2

$A \leftarrow$ $x \rightarrow \leftarrow .15 - x \rightarrow$ B

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 $\frac{3X\ 10^{-8}}{x} = \frac{-2X\ 10^{-8}}{(0.15 - x)}$

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

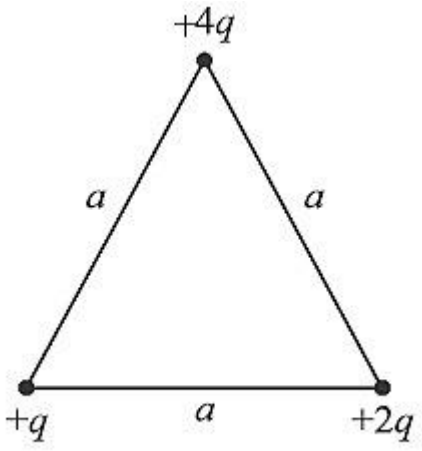
$= 0.45 - 3x = 2x$

$= 5x = 0.45$

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

CBEOBHINDER

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



उतर –

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 = ?

$C = 4\pi \in_0 R$

$R = \frac{C}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\ X\ C$

$R = 9X10^9$ 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।

उतर – $v = 6xy + y^2 - x^2$

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

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

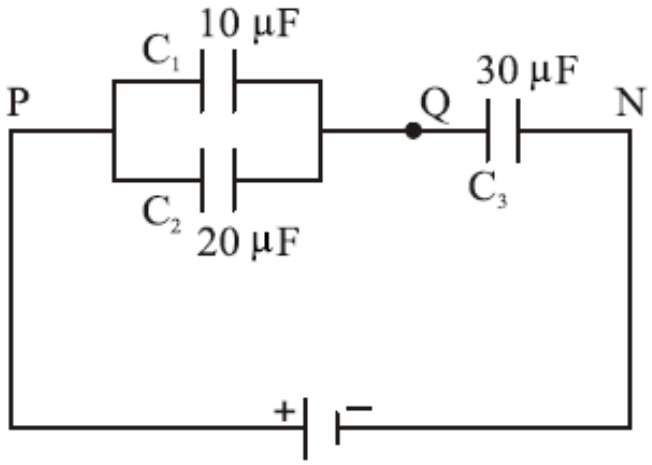
CBEO BHINDER

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

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

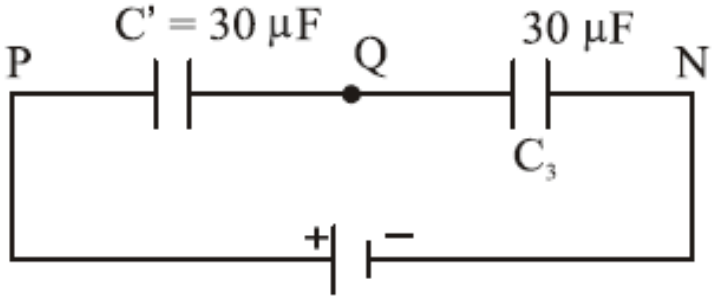
$$\vec{E} = -(6y - 2x)\hat{\imath} - (6x + 2y)\hat{j}$$

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।

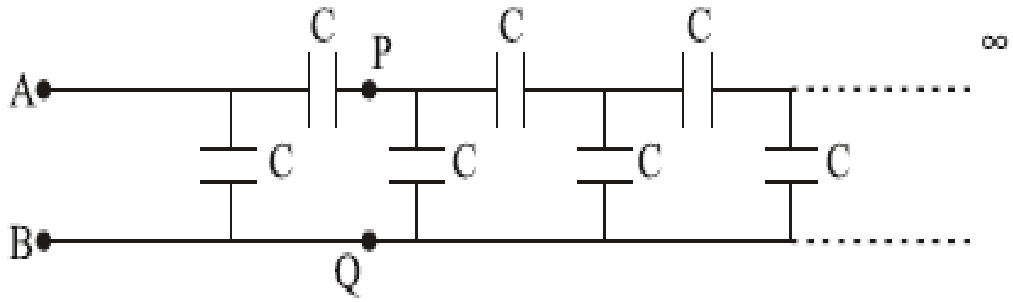


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3}$$

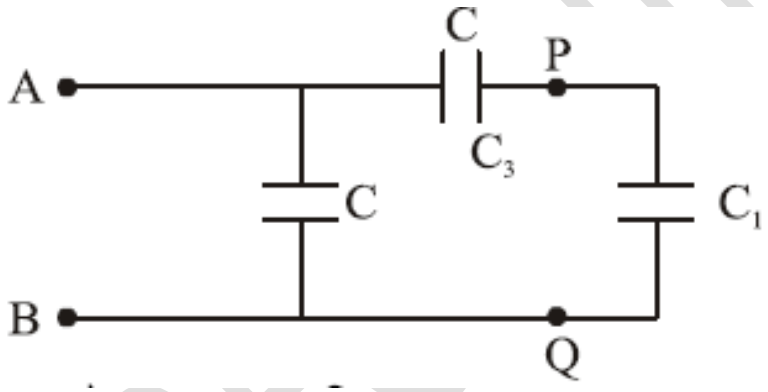
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{2}{13}$$

$$C = 15\mu F$$

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** $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

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

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

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

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

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–

$$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} [200^2 - 100^2]$$

$$= 5 \times 10^{-6} \times 300 \times 100 = 15 \times 10^{-2}$$

$$= \mathbf{0.15 \text{ जूल}}$$

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 $4\mu F$ 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 $10\mu F$ 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

$$c_p = nC$$

$$= 10X\ 10$$

$$= 100\mu F$$

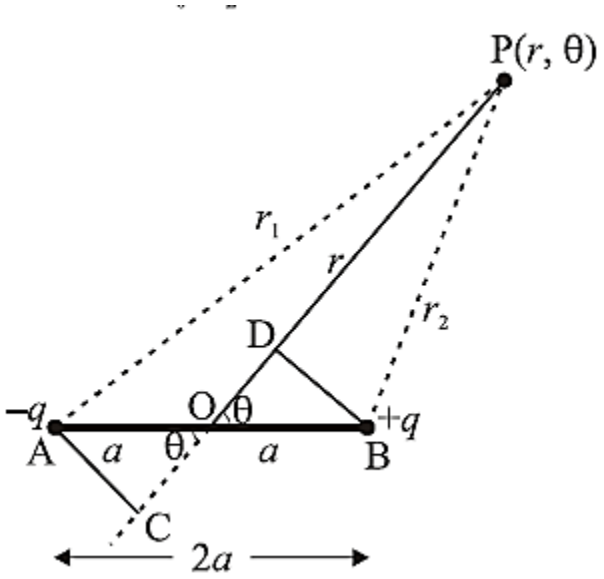
$$c_s\ c_p = 1X\ 100 = 100 \quad \text{वर्ग}\ \mu F$$

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

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

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 $V = V_1 + V_2$

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

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

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

$$r_2 = r + \alpha\, cos\theta \qquad \text{_____} ④$$

इसी प्रकार $r_1 = r + \alpha\, cos\theta$ _____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

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

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

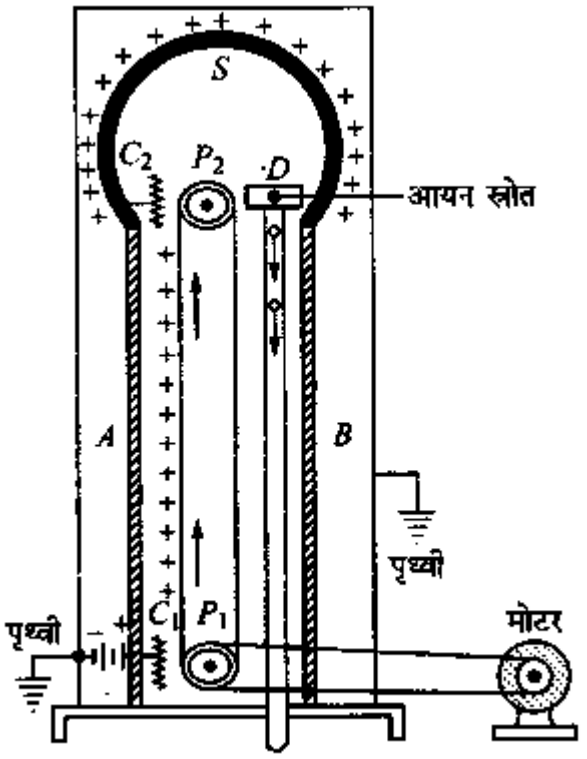
अतः

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

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।

CBSE BINDER



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। P_1

CBSE BHINDER

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 गोलेे 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 गोलेे 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–

CBSE BINDER

वानडे ग्राफ जनित्र 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।

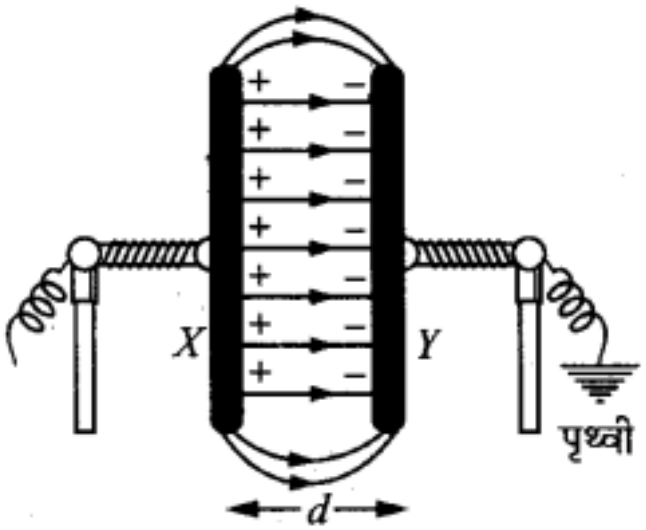
प्रश्न 3.समान्तर–प्लेट संधारित्र की धारिता के लिए व्यंजक का निगमन कीजिए। इसकी धारिता को कैसे बढ़ाया जा सकता है। या

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 $-q_2$ आवेश तथा बाहर की ओर $+q_2$ आवेश उत्पन्न हो जाता है, चूंकि प्लेंट ल पृथ्वी से जुड़ी है; अतः इसके बाहरी तल का $+q_2$ 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

CBEO BIHAR

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

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

$E = \sigma/\varepsilon$, जहाँ ε $(= K\varepsilon_0)$ 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 समांतर प्लेट संधारित्र के ऊर्जा घनत्व के लिए व्यंजक 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

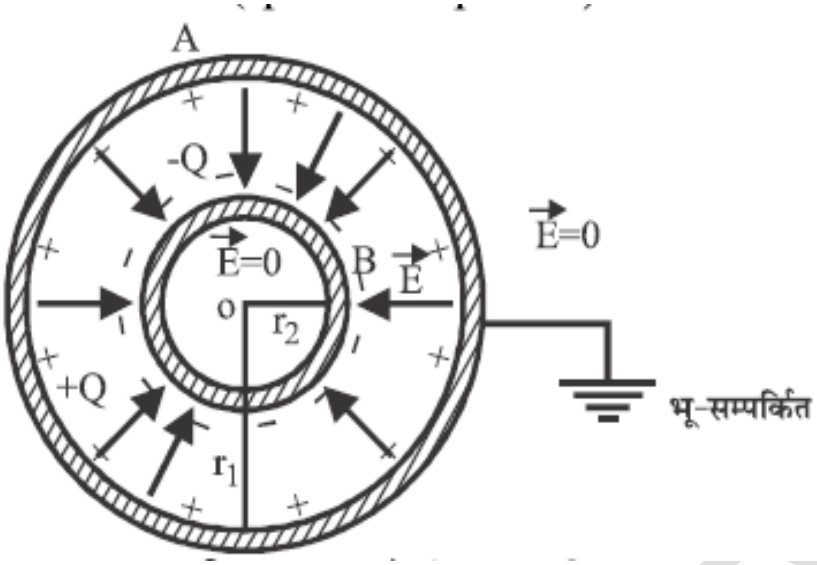
$$U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 V$$

अतः ऊर्जा घनत्व = एकांक आयतन की ऊर्जा

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

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

CBEO BHINDER



चित्र में गोलीय संधारित्र प्रदर्शित हैं गोलीय चालको A तथा B कि त्रिज्याएं क्रमशः r_1 व r_2 है यदि अन्दर 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–सर्मकित 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

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

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

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

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

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

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

CBEO BHINDER

गोले A का बाहय पृष्ठ भू–सम्पर्कित होने से इसके बाहय पृष्ठ पर विभव भुन्य 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।

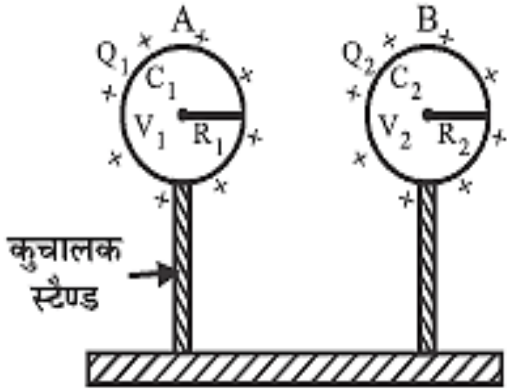
उतर :– माना के दो विलगित चालको A वं B की धारिताए क्रमशः C_1 व C_2 है। चालक A को आवेश q_1 देने पर इसका विभव V_1 हो जाता है तथा चालक B को आवेश q_2 देने पर इसका विभव V_2 हो जाता है तब

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

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।

CBSE BHINDER

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

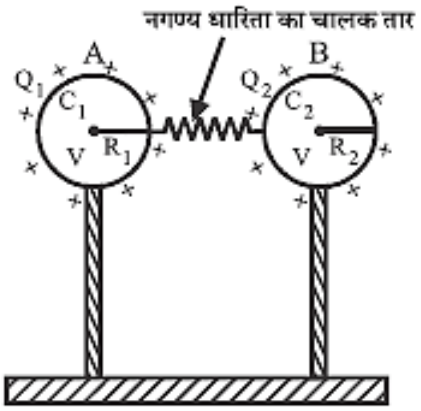


(अ) चालक तार जोड़ने से पूर्व

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

CBEO BHND

कुल स्थितिज ऊर्जा में कमी आ जाती हैं ऊर्जा में यह कमी चालकों को परस्पर संयोजित 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

$$U = \frac{1}{2}\ C_1V_1^2 + \frac{1}{2}\ \ C_2V_2^2$$

सयोंजन के पश्चात दोनों चालकों की संपूर्ण स्थितिज ऊर्जा

$$U^1 = \frac{1}{2}\ C_1V^2 + \frac{1}{2}\ C_2V^2\frac{1}{2}\ \ (C_1 + c_2)V^2$$

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

$$U^1 = \frac{1}{2}\ (C_1 + C_2)\left[\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}\right]\ 2$$

$$U^1 = \frac{1}{2}\ \frac{(C_1V_1 + C_2V_2)2}{C_1 + C_2}$$

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

$$= U - u^1$$

$$= \frac{1}{2}\ (C_1V_1^2 + C_2V_2^2) - \frac{1}{2}\frac{(C_1V_1 + C_2V_2)2}{C_1 + C_2}$$

$$= \frac{c_1^2V_1^2 + c_2^2V_2^2 + C_1c_2V_1^2 + C_1c_2V_2^2 - c_1^2V_1^2 + c_2^2V_2^2 - 2C_1C_2V_1V_2}{2(\ C_1 + C_2)}$$

$$\Delta U = \frac{c_1c_2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2)}{2(\ C_1 + C_2)}$$

CBEO BINDER

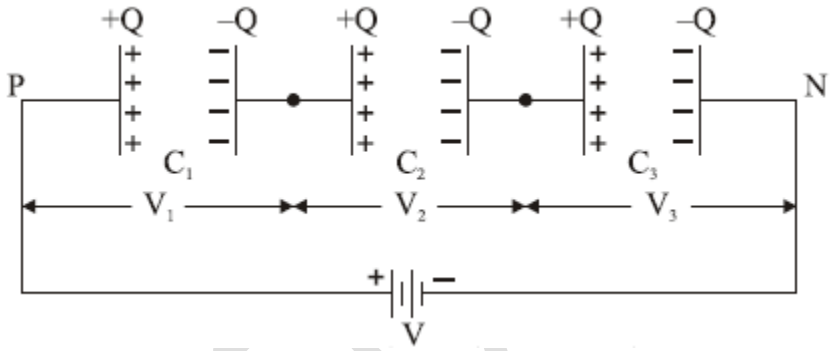
$$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}(V_1 - V_2)2$$

$$(V_1 - V_2)^2$$

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

$$V^1 = \frac{q^1}{C} \text{ हैं}$$

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

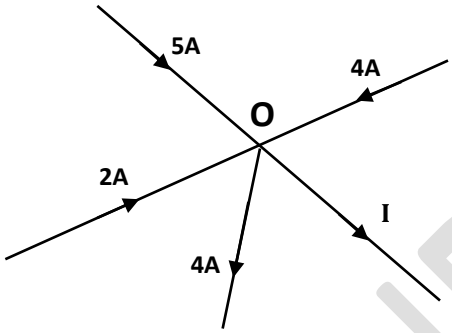
CBEO BHINDER

(स) द्रव्यमान तथा आवेशसंरक्षण नियमों 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) $7A$

व्याख्याः–

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–

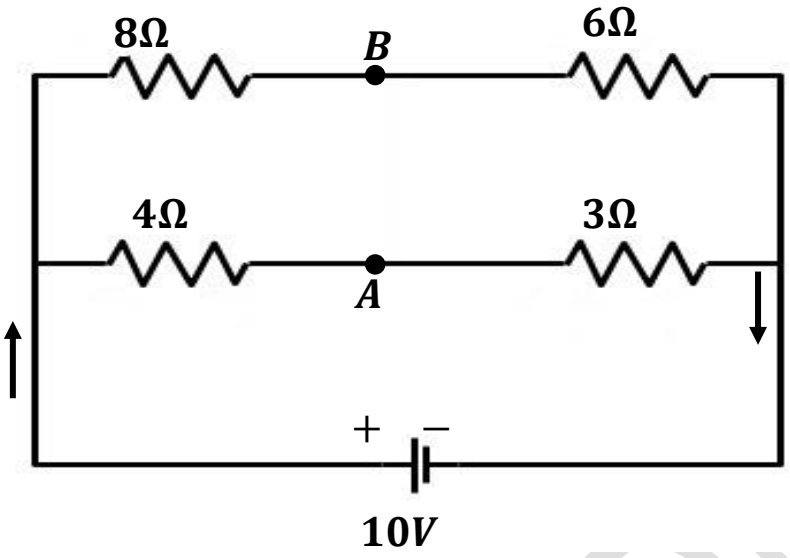
(अ) भुन्य होता है (ब) अनन्त होता है

(स) अनि" 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) भुन्य

उत्तर (द) भुन्य

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

CBEO BHINDI

(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।

<u>अतिलघुत्तरात्मक प्र"नः</u>

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 एकांक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से गुजरने वाली धारा, धारा घनत्व कहलाती हैं। यह सदिश राशि है

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

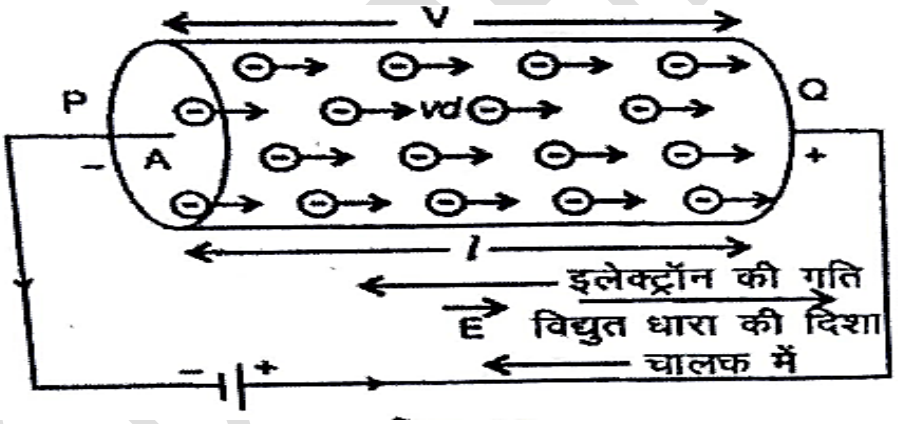
उत्तर शुन्य

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

$q = Alne$

$\therefore$ 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)

CBSE BHINDER

आंकिक प्र"नः–

प्र" न 22 एक धातु के तार की लम्बाई lमीटर 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

CBSE BINDER

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 $(n)=8.5 \times 10^{22}/cm^3$

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

CBSE BINDER

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

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

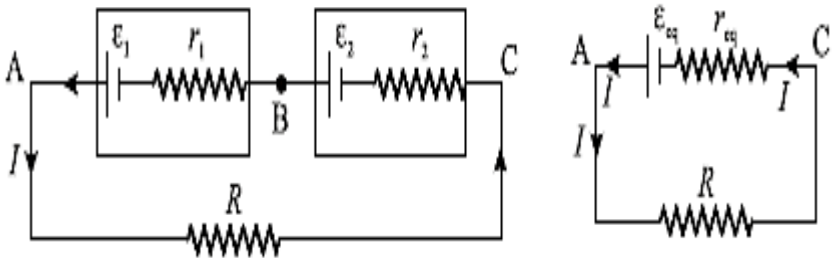
∴ औसत विद्युत धारा $I = \frac{eV}{2\pi r}$

$$I = \frac{\mathbf{1.6\times 10^{-19} \times 2.2\times 10^{6}}}{\mathbf{2\times 3.14\times 5.3\times 10^{-11}}}$$

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

$= 1.06$mA

प्र" न 28 सेलों के श्रेणी क्रम संयोजन को समझाइए।



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

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

वि. वा. बल ϵ_1 व ϵ_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

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

$$= (\epsilon_1 - Ir_1) + (\epsilon_2 - Ir_2)$$

$$= (\epsilon_1 + \epsilon_2) - I(r_1 + r_2) \quad \text{.....(1)}$$

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

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

समी. 1 व 2 की तुलना करने पर

$$\epsilon_{eq} = \epsilon_1 + \epsilon_2 \quad \text{..... .....(3)}$$

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

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

$$V_A - V_C = IR = \epsilon_1 - Ir_1 + \epsilon_2 - Ir_2$$

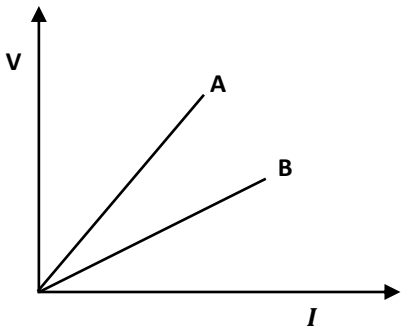
$$I(R + r_1 + r_2) = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

$$I = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{\epsilon_{eq}}{R + r_{eq}} \quad \text{.....(5)}$$

उपर्युक्त विवरण के स्पश्ट 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" ार्या 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 $\because$ 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 भुन्य 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

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

CBEO BHINDER

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

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 है। 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.

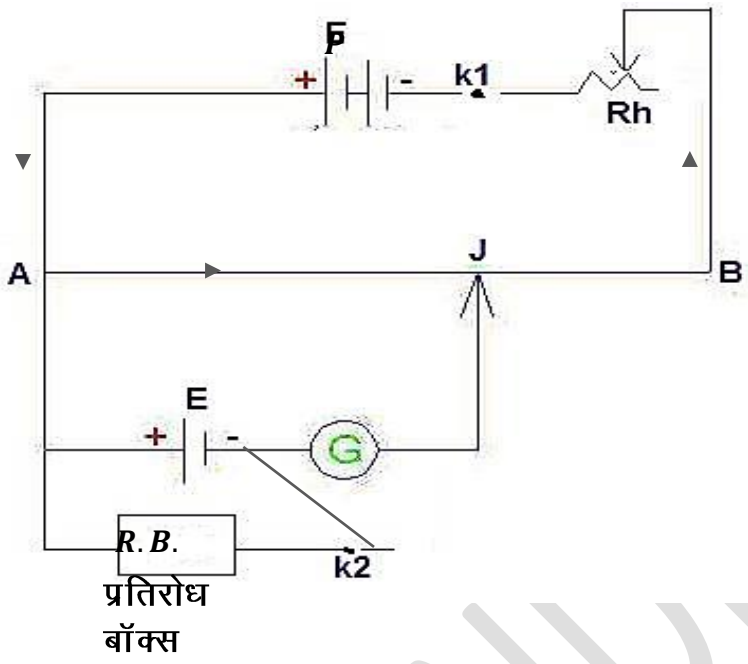
$\therefore$ विस्थापन $l' - l = 75 - 25 = 50$ सेमी.

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" ार्यानुसार 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 –

CBEO BHIND-I

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

$\therefore$ 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 –

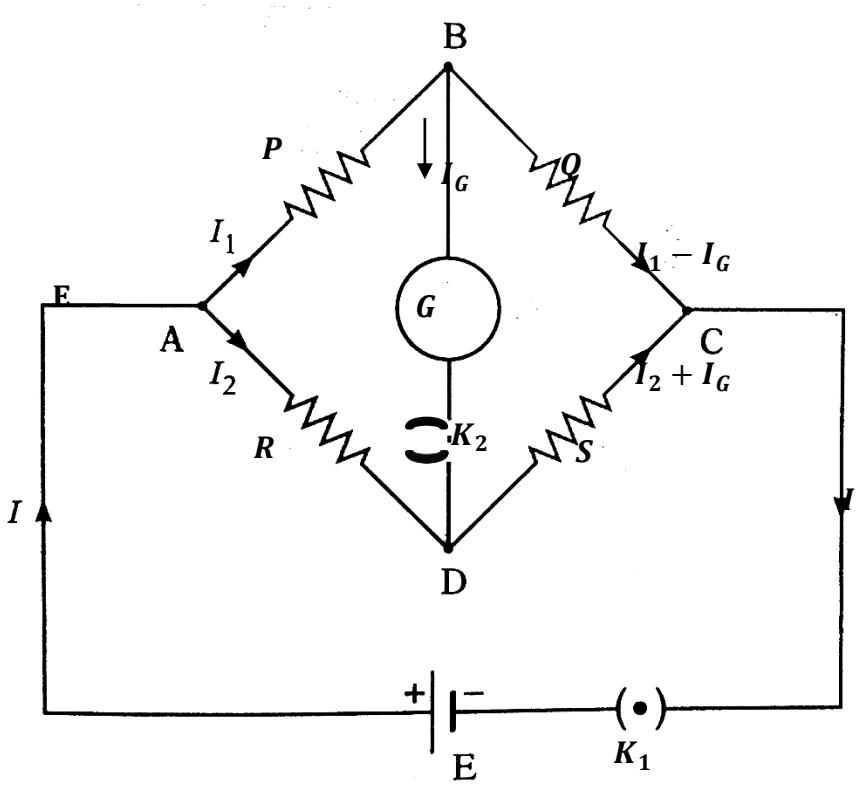
$$r = \left(\frac{xl_1 - xl_2}{xl_2}\right)R$$

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

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 –

$$QI_1 - SI_2 = 0$$

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

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।

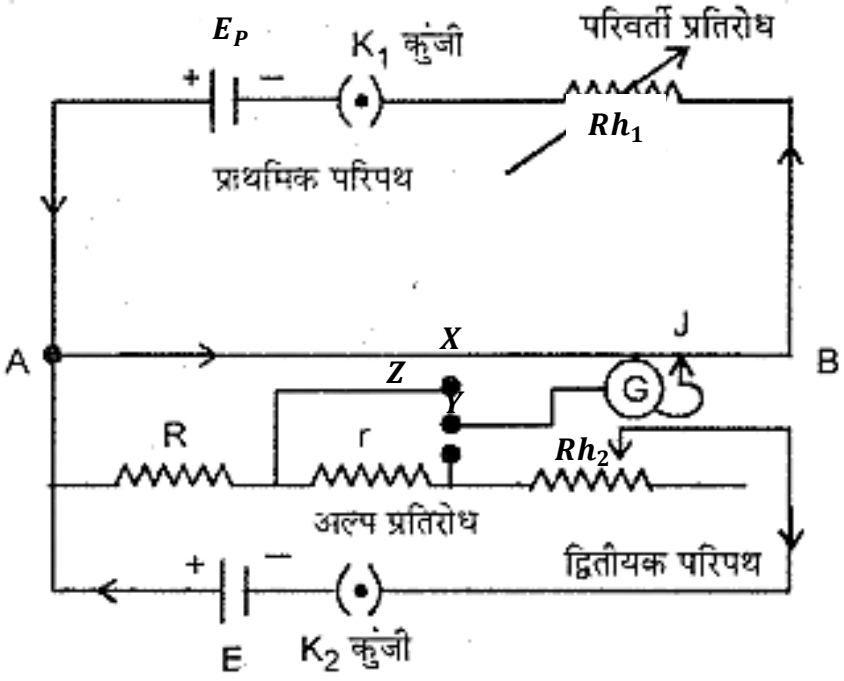
प्र" न 43 विभवामापी की सहायता से किसी अल्प प्रतिरोध का मापन करने की विधि का वर्णन करते हुए सूत्र प्राप्त कीजिए। आव" यक परिपथ चित्र बनाइए।

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 –

$$V = xl_1 \qquad \text{————————}(1)$$

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–

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

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

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

∴ समीकरण 2 व समीकरण 5 से –

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

∴ 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

GEO BINDER

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

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?

उत्तर: 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 $F=q(v\times B)$

$$F=qvB\sin\theta$$

$$\theta=90°$$

$$F=qvb$$

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

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

$$w \ =Fdr\cos\theta$$

$$w \ =Fdr\cos 90°=0$$

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

उत्तर: 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?

उत्तर: 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 ।

$$X=K$$

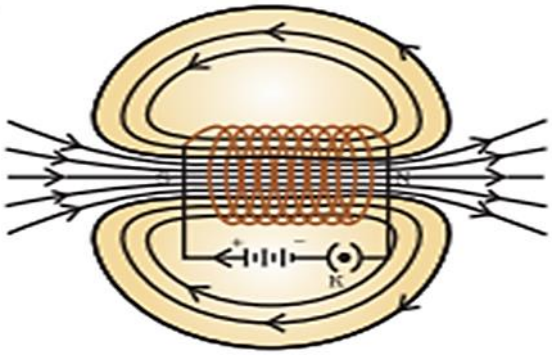
प्रश्न 15. एंपीयर का परिपथ नियम लिखिए तथा इसका उपयोग कर एक धारावाही परिनालिका की अक्ष पर केंद्रीय भाग में चुंबकीय क्षेत्र के लिए सूत्र प्राप्त कीजिए।

उत्तर: 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

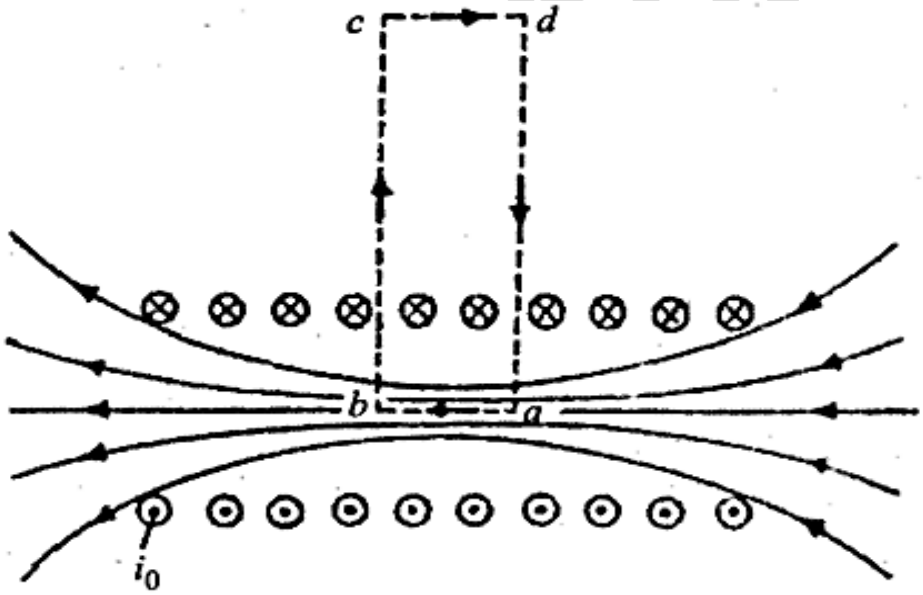
$$\int B.dl = u_0\varepsilon i$$

CBEO BHINDER

धारावाही परिनालिका के अंदर उत्पन्न चुंबकीय 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,

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

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

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

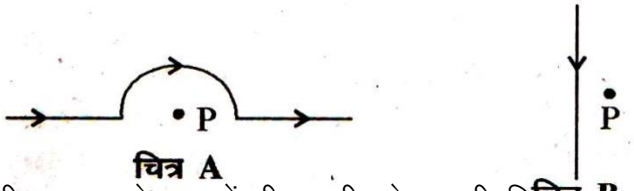
उत्तरः वोल्ट मीटर की अपनी कुंडली का भी कुछ प्रतिरोध होता है अतः इसे दो बिंदुओं के बीच समांतरक्रम में जोड़ने पर उन बिंदुओं के बीच विभवांतर का मान बदल जाता है अतः विभवांतर का मान पढ़ने के लिए वोल्टमीटर का अपना प्रतिरोध अधिक से अधिक होना चाहिए अत्य धारामापी को वोल्ट मीटर में रूपांतरित करने के लिए इसकी कुंडली 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 $\underset{B}{\rightarrow}$में वेग $\underset{V}{\rightarrow}$ से गति" ाील आवेशq पर लगने वाले बल $\underset{F}{\rightarrow}$ 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 $\underset{B}{\rightarrow}$ में, वेग $\underset{v}{\rightarrow}$ से गति" ाील आवेशq पर लगने वाला बल

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

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

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

(ii) जब $\theta = 0°$ अर्थात् $\underset{v}{\rightarrow} \left\| \underset{B}{\rightarrow}\right.$ तो $sin\theta = \theta$

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

$$\underset{F}{\rightarrow} = 0$$

अर्थात जब $\underset{v}{\rightarrow} \left\| \underset{B}{\rightarrow}\right.$ तो $\underset{F}{\rightarrow}$ का मान न्यूनतम होगा।

CBE BHINDER

प्र" न 20 ∝ –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

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

∝ –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 $\frac{r_\propto}{r_p} = 2$

$\therefore \quad r_\propto : r_p = 2:1$ 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 $E.e = evB$

या $E = vB$

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

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, अत: $\theta = 90°$

$\therefore \sin\theta = 1$

CBEO BHINDER

अत: $\tau = NIAB$

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 अनावे" ात कण है, इसलिए त्वरित नहीं कर सकते हैं।

प्र" न 24. किसी वैघुत तथा चुम्बकीय क्षैत्र से गुजरने वाले आवे" ा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 $\mathrm{N} = 100$

त्रिज्या $\mathrm{R} = 8.0\ \mathrm{cm} = 8 \times 10{-}2\mathrm{m}$

प्रवाहित धारा $\mathrm{I} = 0.40$।

तब कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षे=

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

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

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

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

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

CBSE 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।"

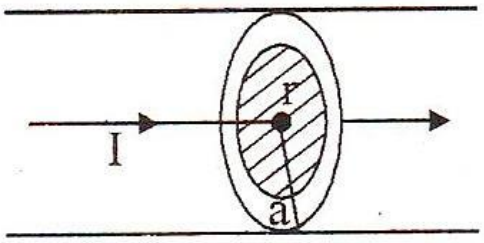
अतः गणितीय रूप में

$$\oint_{B.}^{\rightarrow} \overrightarrow{dl} = \mu_0 \sum I$$

जहाँ $\mu_0 =$ निर्वात की चुम्बक" ीलता

$\oint_{B.}^{\rightarrow} \overrightarrow{dl} =$ चुम्बकीय क्षेत्र $(\overrightarrow{B})$ 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

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

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

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

CBSE BHINDER

प्र" न 27 दो सीधे समान्तर धारावाही चालकों के बीच प्रति इकाई लम्बाई पर बल का व्यंजक 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

$$\underset{F_2}{\rightarrow} = i_2 \quad (\underset{l}{\rightarrow} \times \underset{B_1}{\rightarrow})$$

$$F_2 = i_2 l B_1 \sin\theta$$

$$F_2 = i_2 l B_1 \quad \because \underset{l}{\rightarrow} \perp \underset{B_1}{\rightarrow} \quad \ldots\ldots(2)$$

समीकरण (1) से B_1 का मान रखने पर

$$F_2 = i_2 l \times \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}$$

$$F_2 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d} \text{ न्यूटन} \quad \ldots\ldots(3)$$

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।

$\frac{F_2}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$ 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

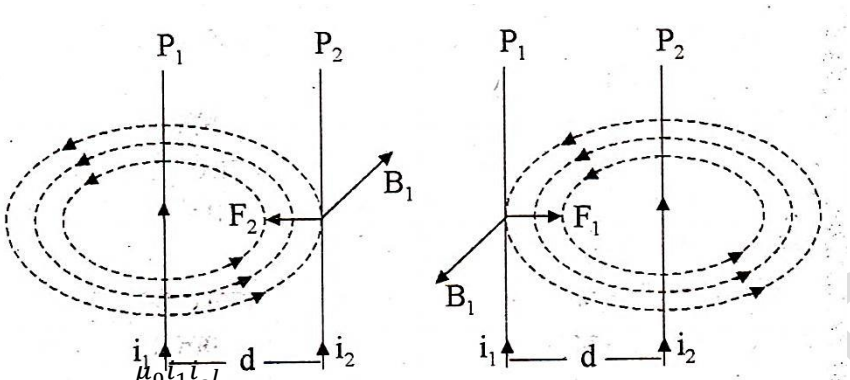
$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$$

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 $F_1 = \frac{i_1 l \mu_0 i_2}{2\pi d}$ $\because B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$



या $F_1 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi d}$

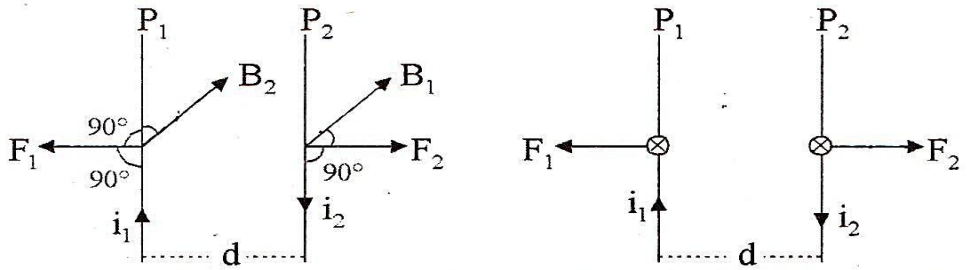
या $\frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$ न्यूटन /मीटर .....(4)

समीकरण (3) तथा (4) से

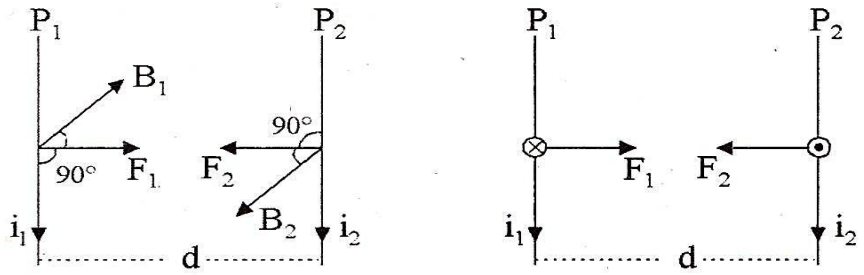
$\frac{F_1}{l} = \frac{F_2}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$ न्यूटन/मी.

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

$\frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{i_1 i_2}{d}\right)$ न्युटन /मीटर

PHINDER

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

$$F_{1/l} = (2 \times 10^{-7}) i^2 \text{ न्यूटन /मीटर}$$

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 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

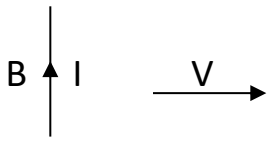
प्रश्न 03 लेंज का नियम देता है–

(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

CBEO BHINDER

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

CBEO BHINDER

$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{100\times5\times10^{-5}}{5} = 10^{-3}H$$

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

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 कि वे 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

जहॉ 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 है?

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 $= \frac{1}{2} L I_0^2$

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. <u>फैराडे का प्रथम नियम</u> :– 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. <u>फैराडे का द्वितीय नियम</u> :– 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 $\quad E = \frac{d\phi}{dt}$

CBSE BINDER

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)$^2 = (4)^2 = 16\,m^2$

$\Delta\phi = -\frac{2.5\times16}{2} = -20$ 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 BINDER

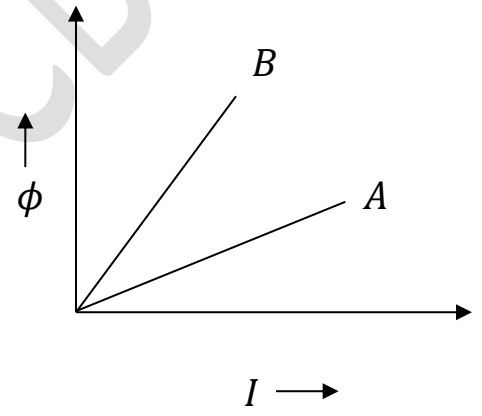
प्रश्न 26 लेंज का नियम उर्जा संरक्षण नियम का पालन करता है समझाइये।

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।

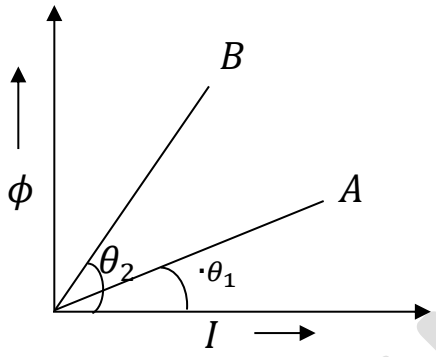
अतः इस स्पष्टीकरण से यह कहा जा सकता है कि लेंज के नियम में उर्जा संरक्षण की अनुपालना होती है।

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 ?



CBSE BINDER

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 $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} A$

CBEO BHINDER

अतः $U_B = \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2}{l} A \frac{B^2 l^2}{\mu_0^2 N^2}$

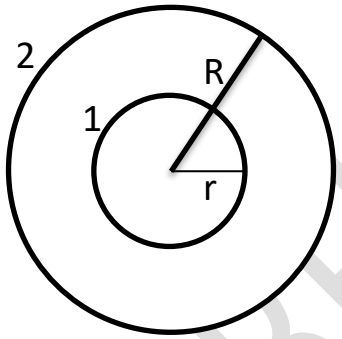
$$U_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2 Al$$

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 –

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \quad \text{————(1)}$$

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 कोई 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 ह्रास होता है। लेन्ज के नियमानुसार ये उन कारको का विरोध करती है जिनके कारण इनकी उत्पत्ति होती है।

1. **प्रेरक भट्टी($\boldsymbol{Induction\ furnace}$)** :– 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($\boldsymbol{Dead - beat\ Galvanometer}$)** :– 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।

CBSE BINDER

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 $e = B_V lv$

$$= 2\sqrt{3} \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{50}{3}$$

$$= \frac{100}{\sqrt{3}} \times 10^{-4}$$

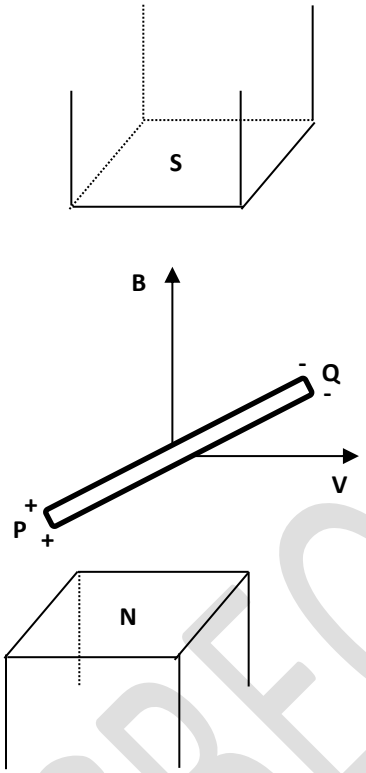
$$= \frac{1}{\sqrt{3}} \times 10^{-2} \text{ वोल्ट}$$

CBEO BHINDER

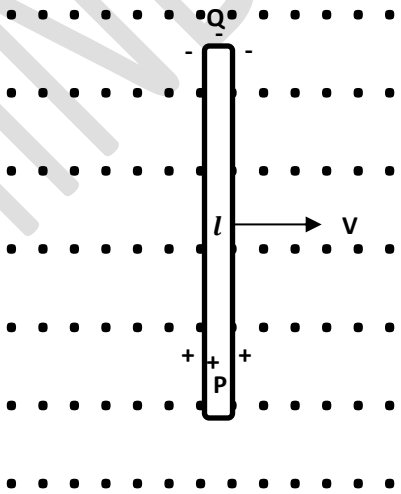
निबन्धात्मक प्रश्न

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 –

$$\overrightarrow{F_m} = q\left(\vec{v} \times \vec{B}\right) \qquad \text{—————}(1)$$

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–

$$\overrightarrow{F_e} = q\vec{\epsilon} \qquad \text{----------}(2)$$

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 –

$$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = 0$$

$$q\vec{\epsilon} + q\left(\vec{v} \times \vec{B}\right) = 0$$

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

$$\vec{\epsilon} = -(\vec{v} \times \vec{B}) \qquad \text{--------}(3)$$

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) $\qquad \text{-------}(4)$

छड़ के सिरो के मध्य उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल = इकाई आवेश पर किया गया कार्य

$E =$(इकाई आवेश पर बल)$\cdot$(विस्थापन)

$$E = \vec{F} \cdot \vec{l}$$

$$E = q\vec{\epsilon} \cdot \vec{l} \qquad \{\because q = 1 \text{ कूलाम}\}$$

$$E = \vec{\epsilon} \cdot \vec{l}$$

$$E = \epsilon l \cos 0^0$$

CBEO BHINDER

$$E = \epsilon l$$

$$E = vBl \qquad \{\because \epsilon = vB\}$$

$$E = Blv \qquad \text{----------} (5)$$

सदिश निरूपण –

$$E = \vec{\epsilon} \cdot \vec{l}$$

$$E = -(\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$$

$$E = (\vec{B} \times \vec{v}) \cdot \vec{l} \qquad \text{---------} (6)$$

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।

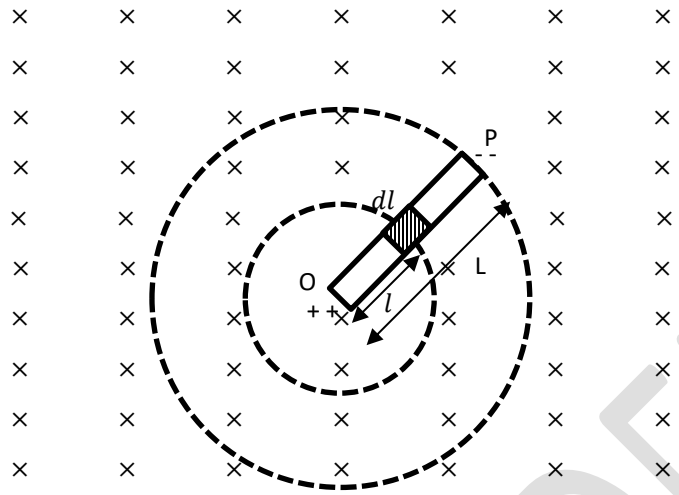
अतः स्पष्ट है कि जब कोई सीधा चालक किसी एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे क्षेत्र की फ्लक्स रेखाओ को काटते हुए गति करता है तो चालक के सिरो के बीच एक प्रेरित वि.वा. बल उत्पन्न हो जाता है जिसे गतिक विद्युत वाहक बल कहते है। फ्लक्स रेखाओ के अनुदिश गति करने पर चालक फ्लक्स रेखाओ को नही काटता है तथा इस स्थिति मे चालक 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 –

CBSE BINDER



$$dE = Bvdl \qquad \text{————————(1)}$$

$$[\because E = Blv]$$

अल्पांश dl , l त्रिज्या के वृत्ताकार पथ मे चक्कर लगा रहा ळें

$$\because v = r\omega$$

$$v = l\omega \qquad \{\because r = l\} \qquad \text{————————(2)}$$

समी. (2) से समी. (1) में मान रखने पर–

$$dE = B\omega ldl \qquad \text{——————————(3)}$$

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।

$$\int dE = \int_0^L B\omega ldl$$

$$\int dE = B\omega \int_0^L ldl$$

$$E = B\omega \left[\frac{l^2}{2}\right]_0^L$$

$$E = B\omega \left[\frac{L^2}{2} - 0\right]$$

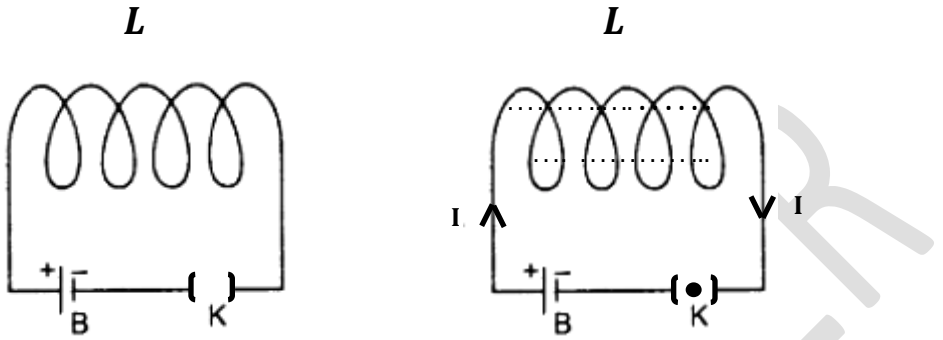
$$E = \frac{1}{2} B\omega L^2 \qquad \text{————————} (4)$$

CBSE BINDER

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 सम्बद्व 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

CBSE BINDER

परिवर्तन होता है तो इसी कुण्डली मे प्रेरित वि.वा.बल तथा प्रेरित धारा उत्पन्न होने की घटना को स्वप्रेरण कहते है।"

समतल वृताकार 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–

$$B_{center} = \frac{\mu_0 NI}{2r} \qquad \text{———————}(1)$$

कुण्डली से सम्बद्ध फलक्स $\phi_0 = BA$

$$\phi_0 = \frac{\mu_0 NI}{2r} \times \pi r^2$$

$$\phi_0 = \frac{\mu_0 \pi NIr}{2}$$

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 फलक्स –

$$\phi = N\phi_0$$

$$\phi = N \times \frac{\mu_0 \pi NIr}{2}$$

$$\phi = \frac{\mu_0 \pi N^2 Ir}{2}$$

हम जानते है कि

स्वप्रेरकत्व $L = \frac{\phi}{I}$

$$L = \frac{\mu_0 \pi N^2 r}{2} \text{ हेनरी} \qquad \text{———————}(2)$$

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 –

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r \pi N^2 r}{2} \text{ हेनरी}$$

CBEOBHINDER

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; $v = ?$

∵ दर्पण-समीकरण से,

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{-30} = \frac{1}{-20}$$

या $$\frac{1}{v} = -\frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{-3+2}{60} = -\frac{1}{60}$$

$$\therefore \quad v = -60 \text{ cm (वास्तविक प्रतिबिम्ब)}$$

अत: आवर्धन,

$$m = -\frac{v}{u} = -\frac{-60}{-30} = -2$$

या $$m = -2$$

अत: 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) √2 और 2 के बीच
(ब) 1 से कम
(स) 2 से अधिक
(द) √2 और 1 के मध्य।
उत्तर: (अ) √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 लघूत्तरात्गक 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

$$\therefore \quad \mu \propto \frac{1}{\sin r}$$

$$\because \quad r_A = 15°, r_B = 25°; r_C = 35°$$

$$\therefore \quad \sin r_A < \sin r_B < \sin r_C$$

अत: $\mu_A > \mu_B > \mu_C$

$$\therefore \quad \mu = \frac{c}{v} \qquad \Rightarrow v = \frac{c}{u} \Rightarrow v \propto \frac{c}{u}$$

अत: $v_A < v_B < v_C$

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:

$$\because \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f} = 0$$

$$\therefore \quad F = \frac{1}{0} = \infty$$

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 ?

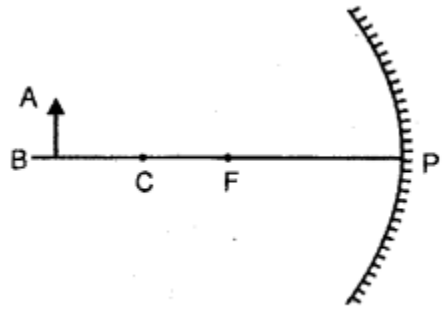
उत्तर: उत्तल लेन्स ।

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।

<u>लघूत्तरात्मक प्रश्न</u>

प्रश्न 1. एक वस्तु AB एक अवतल दर्पण के सम्मुख रखी है। जैसाकि संलग्न चित्र (A) में दिखाया गया है।

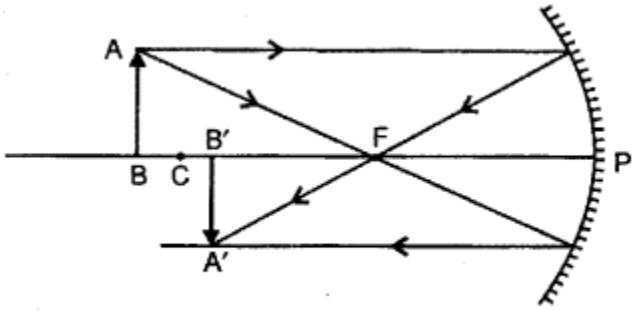


चित्र (A)

(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 पाश्र्व 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।

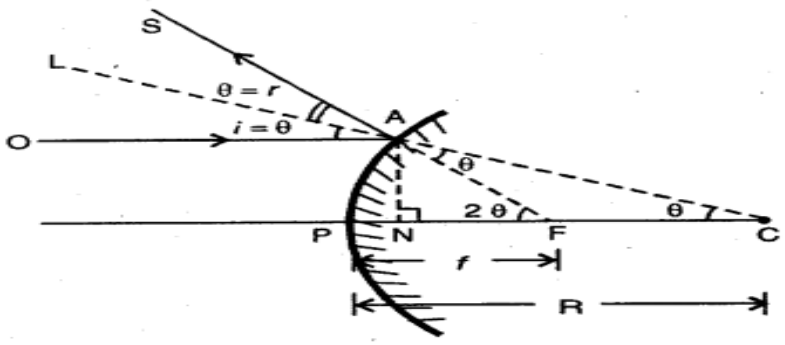
प्रश्न 3. दर्पण की फोकस दूरी एवं वक्रता त्रिज्या में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

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 = अन्त:कोण $(\angle FAC + \angle FCA)$

$= \theta + \theta = 2\theta$

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।

$$\therefore \quad \theta = \frac{AN}{AC} = \frac{AN}{R} \qquad \text{...(1)}$$

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।

$$\therefore \quad 2\theta = \frac{AN}{PF} = \frac{AN}{'f'} \qquad \text{...(2)}$$

समी. (1) व (2) से,

$$2\theta = \frac{2AN}{R} = \frac{AN}{'f'}$$

या $$\frac{2}{R} = \frac{1}{'f'}$$

या $$\boxed{R = 2f} \qquad \text{...(3)}$$

या $$\boxed{f = \frac{R}{2}} \qquad \text{...(4)}$$

या $$\boxed{\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}}$$

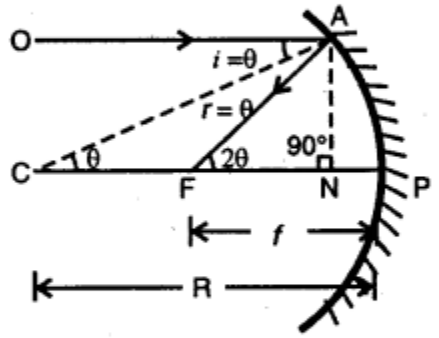
(ii) अवतल दर्पण के लिए—इसमें भी OA आपतित किरण एवं AF परावर्तित किरण है। AN मुख्य अक्ष पर अभिलम्ब है। f फोकस दूरी एवं R वक्रता त्रिज्या है। परावर्तन के नियम से,

$$\angle i = \angle r = \theta \text{ (मान लिया)}$$

$$\therefore \quad \angle OAF = i + r = \theta + \theta = 2\theta$$

और $\angle OAF = \angle AFP = 2\theta$

(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।

$$\therefore \quad \theta = \frac{AN}{CP} = \frac{AN}{R} \qquad \text{...(1)}$$

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।

अतः $$2\theta = \frac{AN}{FP} = \frac{AN}{f} \quad ...(2)$$

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)

$$m = \frac{\beta}{\alpha}$$ (कोण β व α 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–

$$u = -20 \text{ सेमी.}$$

$$|m| = 3$$

यहाँ पर प्रतिबिम्ब वास्तविक बन रहा है। अतः v का मान ऋणात्मक नहीं हो सकता है।

हम जानते हैं,

$$m = \frac{v}{u} = \frac{f}{u+f} \quad \ldots\ldots(1)$$

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

$$-3 = \frac{f}{-20+f}$$

$$\Rightarrow \quad 60 - 3f = f$$

$$\Rightarrow \quad f + 3f = 60$$

$$\Rightarrow \quad 4f = 60$$

$$\therefore \quad f = \frac{60}{4} = 15 \text{ सेमी.}$$

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)

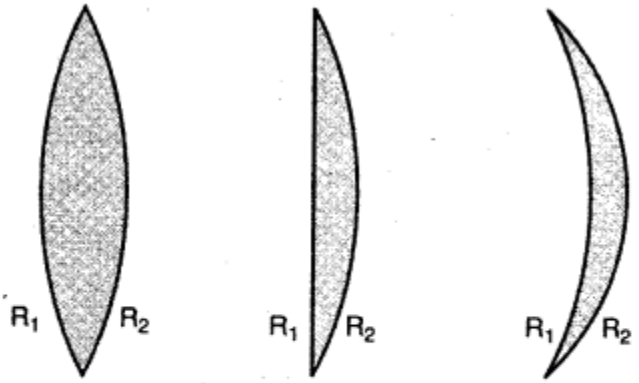
एवं पारदर्शी (transparent)
माध्यम को लेन्स कहते हैं।" वक्र पृष्ठ गोलाकार (spherical), बेलनाकार (cylindrical) या परवलयाकार (parabolic) हो सकता है। सामान्यत: वक्र पृष्ठ गोलाकार ही होता है। लेन्स मुख्य रूप से दो प्रकार के होते हैं|

(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)

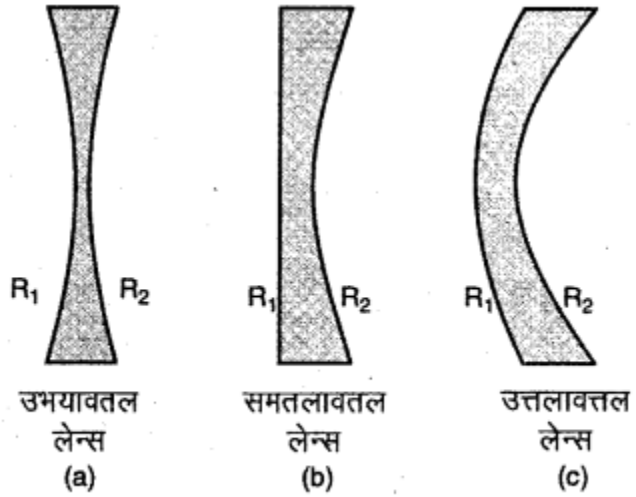
(ii) समतलोत्तल लेन्स (Plano-convex Lens) – जब लेन्स का प्रथम पृष्ठ समतल एवं द्वितीय पृष्ठ उत्तल होता है (चित्र 11.41 (b)] तो उसे समतलोत्तल लेन्स कहते हैं। समतल पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या अनन्त होती है (अर्थात् $R_1 = \infty$)।

(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



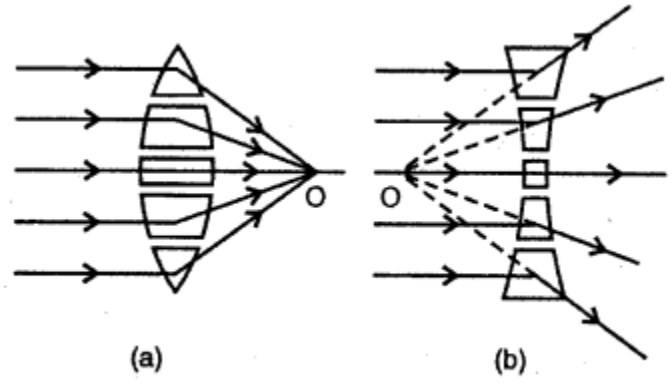
चित्र 11.42

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)

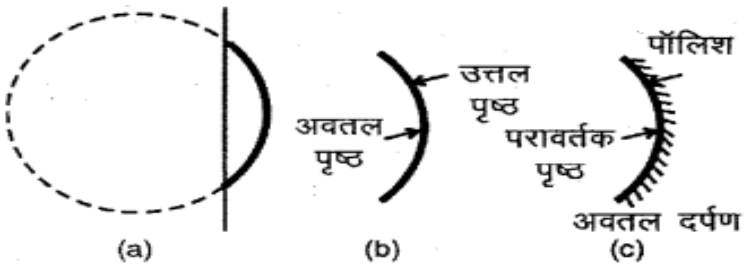
काँच के किसी खोखले गोले से एक भाग काटकर उसके एक पृष्ठ पर पॉलिश कर दी जाये तो वह दर्पण की तरह व्यवहार करने लगता है। अर्थात् प्रकाश का परावर्तन करने लगता है। इस दर्पण को गोलीय दर्पण कहते हैं। गोलीय दर्पण निम्न दो प्रकार के होते हैं-

(i) अवतल दर्पण (Concave mirror),

(ii) उत्तल दर्पण (Convex mirror)

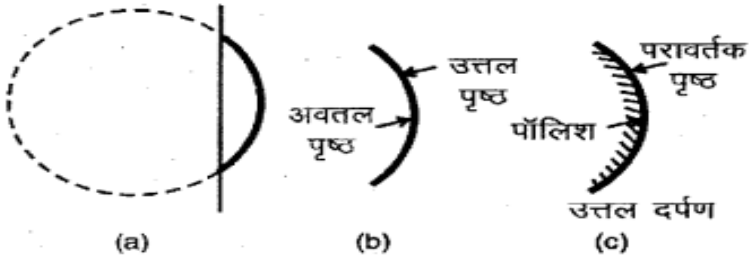
(iii) अवतल दर्पण (Concave Mirror) – जब गोलीय भाग के उत्तल पृष्ठ (अर्थात् उभरे हुए पृष्ठ पर) पॉलिश की जाती है तो बनने वाला गोलीय दर्पण अवतल दर्पण कहलाता है [चित्र 11.4]।

CBE



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)

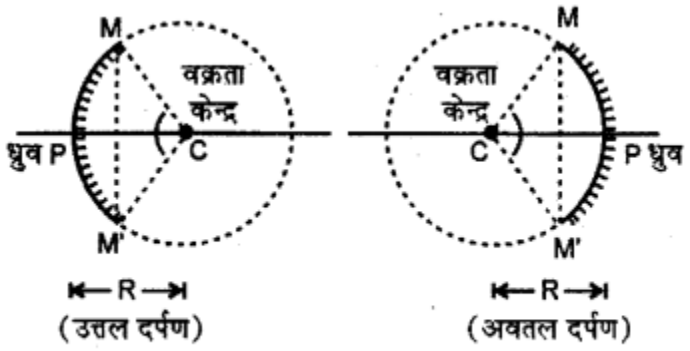
(i) ध्रुव (Pole) – गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के मध्य-बिन्दु को ध्रुव कहते हैं। इसे P से व्यक्त करते हैं।

(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।

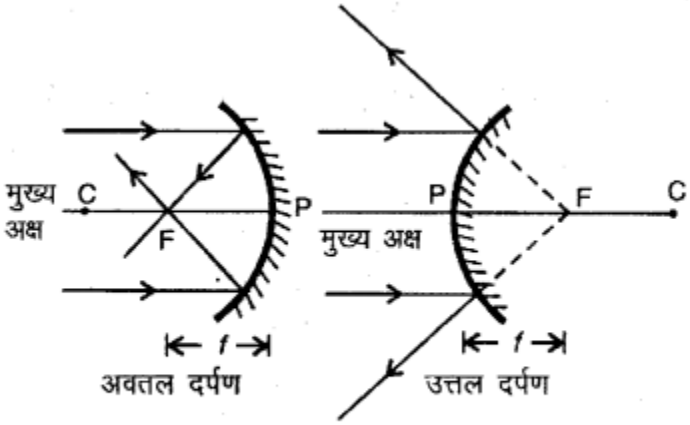


चित्र 11.6

(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।



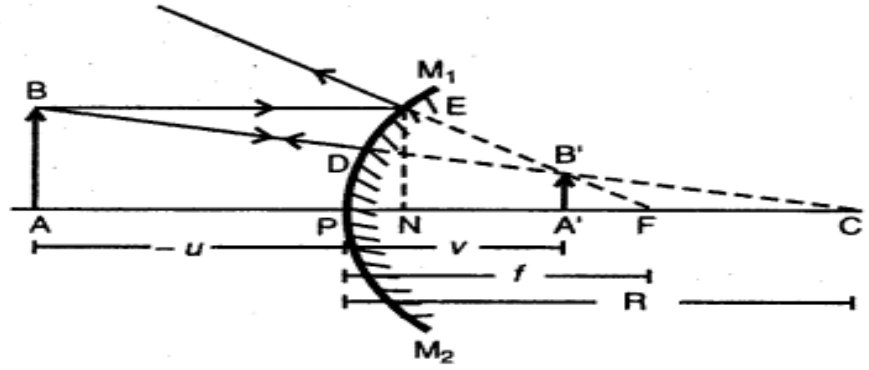
चित्र 11.7

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 $\Delta A'B'C$ में,

$$\angle BAC = \angle B'A'C = 90°$$

$\angle C$ दोनों में उभयनिष्ठ है।

अतः तीसरा कोण $\angle ABC$ व $\angle A'B'C$ स्वतः बराबर हो जायेगा। इस प्रकार ΔABC व $\Delta A'B'C$ समरूप त्रिभुज होंगे। इन समरूप त्रिभुजों में,

$$\frac{AB}{A'B'}=\frac{AC}{A'C} \qquad ...(1)$$

अब ΔENF व $\Delta A'B'F$ में,

$$\angle ENF = \angle B'A'F = 90°$$

$\angle F$ 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 $$uv = uf-fv+2vf$$

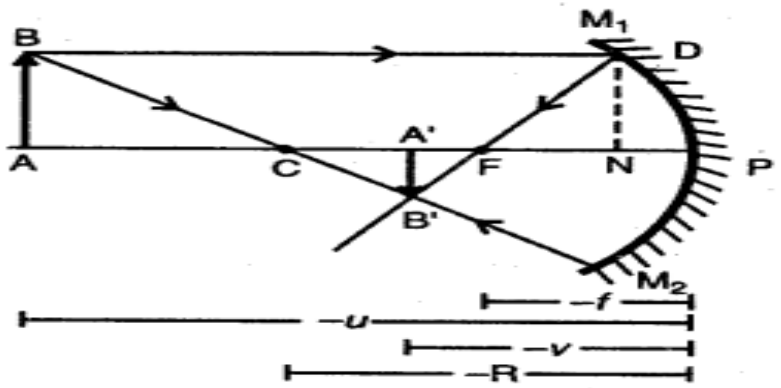
या $$uv = uf+vf \quad ...(7)$$

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 $\Delta CA'B'$ में,

$$\angle BAC = \angle CA'B' = 90^\circ$$

$$\angle BCA = \angle A'CB' \text{ (शीर्षाभिमुख कोण हैं)}$$

अत: ΔABC व $\Delta A'B'C$ समरूप त्रिभुज हैं। इन समरूप त्रिभुजों से,

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{CA'} \quad ...(1)$$

अब $\Delta A'B'F$ व ΔFDN में,

$$\angle B'A'F = \angle DNF = 90^\circ$$

$$\angle A'FB' = \angle DFN \quad \text{(शीर्षाभिमुख कोण हैं)}$$

अत: $\Delta A'B'F$ 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,

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf}$$

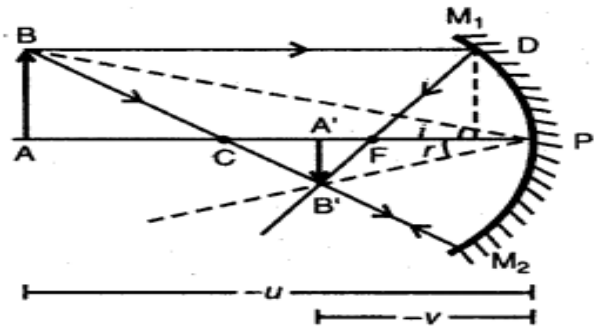
या $$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}} \qquad ...(7)$$

(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
$$\frac{I}{O} = -\frac{v}{u} \qquad ...(2)$$

अतः आवर्धन $\boxed{m = \frac{I}{O} = -\frac{v}{u}}$

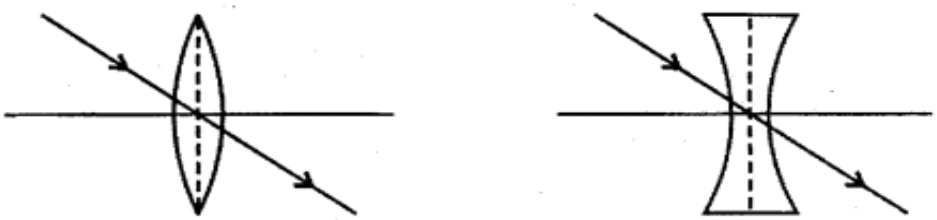
प्रश्न 3. उत्तल लेन्स एवं अवतल लेन्स द्वारा विभिन्न स्थितियों में प्रतिबिम्ब का निर्माण समझाइये। प्रतिबिम्ब की स्थिति, आकार एवं प्रकृति किरण चित्र द्वारा समझाइये।

उत्तर: लेन्स से प्रतिबिम्ब निर्माण (Image Formation by Lenses)

1. पतले लेन्स द्वारा प्रतिबिम्ब बनने के नियम (Rules for Image Formation by Thin Lens)

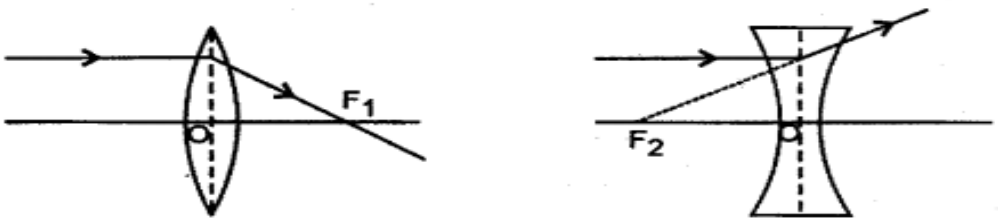
लेन्स द्वारा प्रतिबिम्ब बनाने के लिए किरण आरेख निम्न तीन नियमों के अनुसार खींचा जाता है-

(i) प्रकाशिक केन्द्र से होकर जाने वाली किरणें बिना विचलित हुए अपवर्तित हो जाती हैं। [चित्र 11.62 (a)]



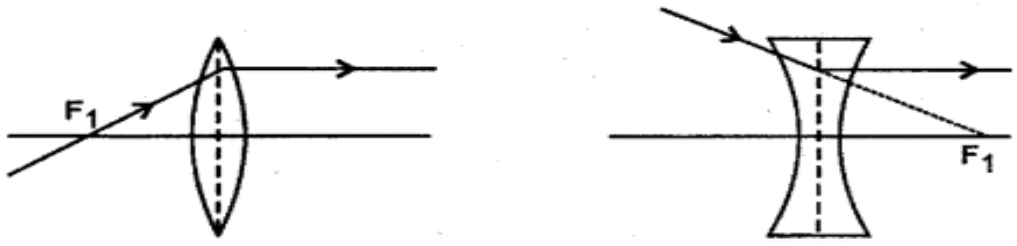
चित्र—11.62 (a)

(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)

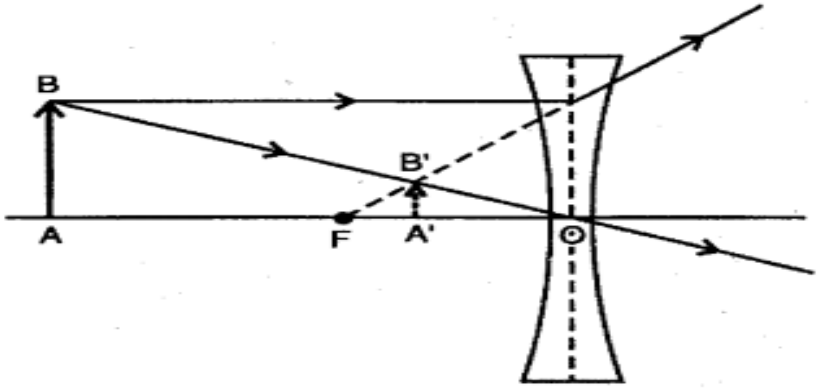
(iii) उत्तल लेन्स के फोकस से होकर जाने वाली एवं अवतल लेन्स के फोकस की ओर आने वाली किरणें अपवर्तित होकर मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं। [चित्र 11.62 c)]



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

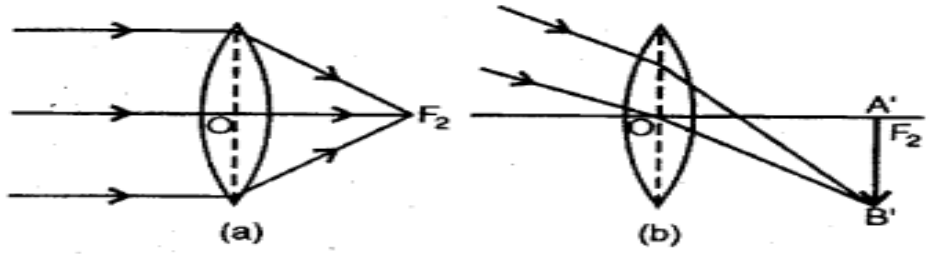


चित्र 11.63

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।

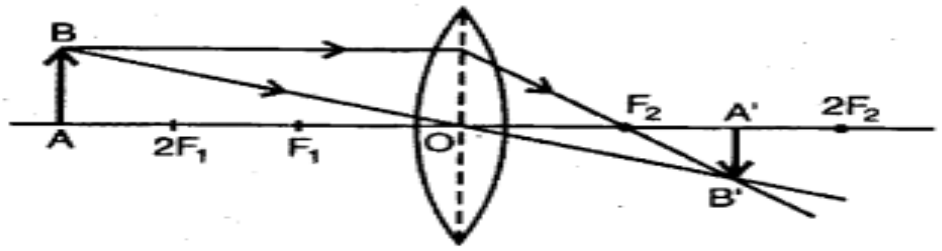
(b) उत्तल लेन्स द्वारा (By Convex Lens) – लेन्स से वस्तु की भिन्न-भिन्न दूरियों पर बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थितियाँ नीचे दर्शायी गई

(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)]।



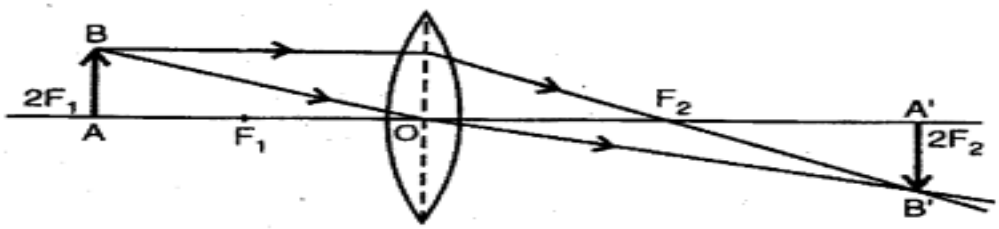
चित्र 11.64

(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)।



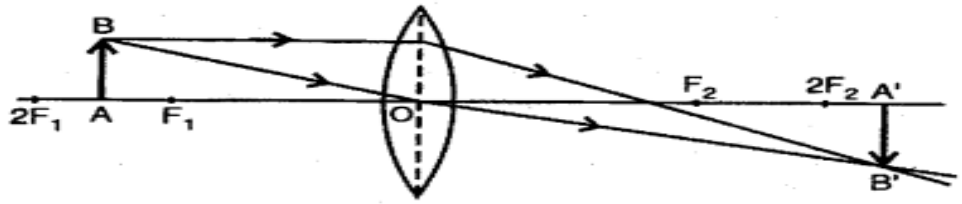
चित्र 11.65

(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))।



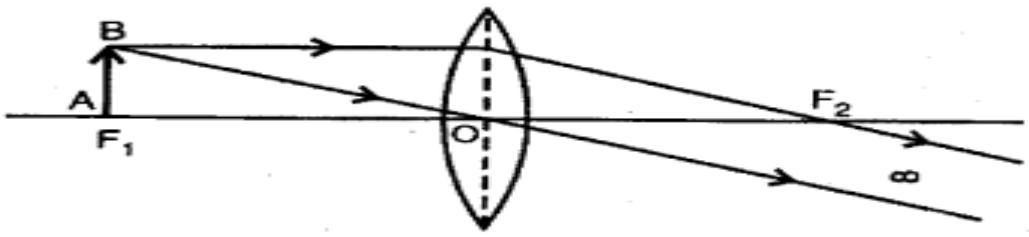
चित्र 11.66

(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)।



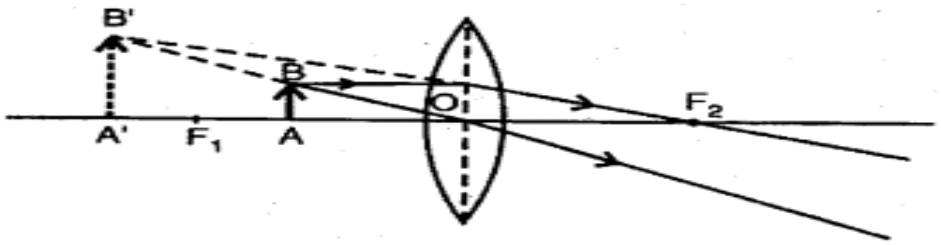
चित्र 11.67

(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 $c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$ हो तो माध्यम में प्रकाश का वेग ज्ञात कीजिए।

हल :

$$\text{दिया है : } {}_a\mu_m = 1.33 = \frac{4}{3};\ c = 3 \times 10^8\ ms^{-1};\ v_m = ?$$

$$\because \quad {}_a\mu_m = \frac{c}{v_m} \Rightarrow v_m = \frac{c}{{}_a\mu_m}$$

$$\text{या} \quad v_m = \frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} \times 10^8 = 2.25 \times 10^8\ ms^{-1}$$

$$\text{या} \quad v_m = 2.25 \times 10^8\ ms^{-1}.$$

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 :

$$\text{दिया है : } f = +20\ cm;\ R_1 = +18\ cm;\ R_2 = -24\ cm;\ \mu = ?$$

$\because$ पतले लेन्स के लिए—

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

$$\therefore \quad \frac{1}{20} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{18} - \frac{1}{-24}\right) = (\mu - 1)\left(\frac{1}{18} + \frac{1}{24}\right)$$

$$\text{या} \quad \frac{1}{20} = (\mu - 1)\left(\frac{4 \times 3}{72}\right) = (\mu - 1) \times \frac{7}{72}$$

$$\therefore \quad (\mu - 1) = \frac{72}{20 \times 7} = \frac{18}{35} = 0.514$$

$$\text{या} \quad \mu = 1 + 0.514$$

$$\text{या} \quad \mu = 1.514.$$

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 : $A = 6^\circ; \mu_R = 1.514; \mu_V = 1.523; \theta = ?$

∵ बैंगनी व लाल रंगों के मध्य विक्षेपण,

$$\theta = A(\mu_V - \mu_R)$$

$$\therefore \quad \theta = 6^\circ(1.523 - 1.514)$$

$$= 6^\circ \times 0.009$$

या $$\theta = 0.054^\circ.$$

CBEO BH

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 ब्रॉग्ली 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 प्रदर्शित किया गया –

(i) अपवर्तन

(ii) घ्रुवण

(iii) व्यतिकरण

(iv) विवर्तन

उतर– (iv) विवर्तन

प्रश्न 7. आइन्सटीन की प्रकाशवैद्युत समीकरण लिखिए।

उतर– $\frac{1}{2}\,mv^2 = hv - hv_0$

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 प्रद" ि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 $v_0 = c/\lambda_0$

$$= \frac{3\ X\ 10^8}{2.5\ X\ 10^{-7}}$$

$$= 1.2\ X\ 10^{15}\ Hz$$

अब कार्य फलन $W = hv_0$ से

$$= \left[6.62\ X\ 10^{-34}\ X 1.2\ X\ 10^{15}\right]$$

.

$$= 7.94\ X\ 10^{-19} \text{ जूल}$$

$$= \frac{7.94\ X\ 10^{-19}}{1.6\ X 10^{-19}}$$

$$= 4.96\ eV$$

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

CBEO. BHINDER

$$= \frac{2.5\ X\ 1.6\ X\ 10^{-19}}{6.6\ X 10^{-34}}$$ 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

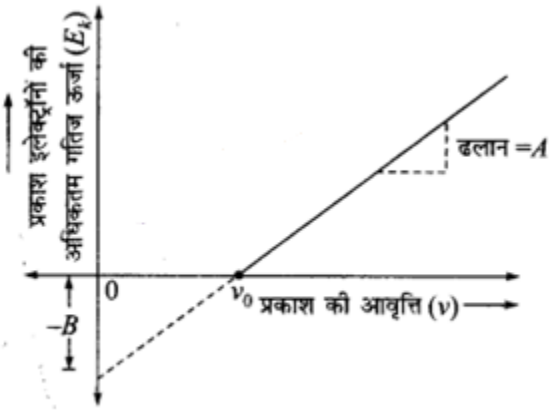
$$= \frac{12.27}{\sqrt{10^2}}$$

$$= 1.22$$ Å

प्रश्न 17 प्रकाशवैद्युत प्रभाव में आपतित प्रकाशकी आवृति और उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा के बीच ग्राफ खींचिए।

हल

CBEO, BHINDER



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)

$E_K = 1.6\ X\ 10^{-19}\ X\ 2.5 = 4\ X10^{-19}$जुल

धातु का कार्य फलन W = hv -$E_K = \frac{hc}{\lambda} - E_K$

$= \frac{6.6\ X\ 10^{-34} X\ 3\ X\ 10^{8}}{1.98\ X\ 10^{-7}} - 4\ X\ 10^{-19}$

$= 10\ X\ 10^{-19} - 4\ X\ 10^{-19}$

$= 6\ X\ 10^{-19}$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 $= \lambda = \frac{h}{p}$

$= \frac{6.62\ X\ 10^{-34}}{5.91\ X\ 10^{-24}}$

$= 1.12\ x\ 10^{-10}$ 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 नियताकं(h) = 6.6x 10^{-34} Js तथा प्रकाशकी चाल (c) = 3 x 10^{8} ms^{-1}]

हल प्रकाशस्त्रोत से उत्सर्जित प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\ X\ 10^{-34} X\ 3\ X\ 10^{8}}{6\ X\ 10^{-7}}$$

$$= 3.3\ X\ 10^{-19} \text{ जूल}$$

300 वाट के प्रकाशस्त्रोत से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा 300 जूल / सेकण्ड है।

$n =$ प्रकाशस्त्रोत से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित ऊर्जा

प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा

$$= \frac{300}{3.3\ X\ 10^{-19}} = 9.1\ X\ 10^{18} \text{ प्रति सेकण्ड}$$

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 $v_0 = 3.3 \text{ x } 10^{14}$ Hz

तथा $v = 8.2 \text{ x } 10^{14}$ Hz

चूंकि $eV_0 = hv - hv_0$

अतः अंतक वोल्टता (निरोधी वोल्टता) = $V_0 = (hv - hv_0)/e$

$$= h(v - v_0)/e$$

$$= \frac{6.62X\ 10^{-34}}{1.6\ X\ 10^{-19}} \ (8.2\ X\ 10^{14} - 3.3\ X\ 10^{-19})$$

$$= \frac{6.62X\ 4.9\ x\ 10^{-20}}{1.6\ X\ 10^{-19}}$$

= 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 पहुॅचते 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" ोिषत फोटॉन की ऊर्जा hv के बराबर होगा।

$\therefore\ E_K + W = hv$

अथवा $E_K = hv - W$..... (1)

समीकरण (1) से स्पष्ट है कि यदि प्रकाशफोटॉन की ऊर्जा hv कार्य –फलन W के बराबर है तो धातु की सतह से कोई भी इलेक्ट्रॉन नही निकलेगा। यदि दी हुई धातु के लिए देहली आवृति v_0 है तो इस आवृति का फोटॉन, इलेक्ट्रॉन को धातु की सतह तक लाने में ही समर्थ होगा , क्योकिं ऐसे फोटॉन की ऊर्जा hv_0 धातु के कार्य– फलन के बराबर होगी । अतः $W = hv_0$

W का मान समी. (1) मे रखने पर

$E_K = hv - hv_0$

अथवा $E_K = h\,(v - v_0)$..... (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

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" ार्ाती 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 र्(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 = I

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 $= 10^{-3} kgC = 3 \times 10^8 mls$

$$E = 10^{-3} \times 3 \times 10^8 \times 3 \times 10^8$$

$$= 9 \times 10^{13} \text{जूल}$$

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

$$A \rightarrow \; 2^{He^4} + B$$

$B \rightarrow 2(-1^{e^0}) + c$ तत्व A,B,C मे से समस्थानिक युग्म छॉटिए।

उत्तरः–

$$z^{A\,A} \rightarrow \; 2^{He^4} + z - 2^{B^{A-4}}$$

$$z - 2^{B^{A-4}} \rightarrow 2\left(-1^{e^o}\right) + z^{C^{A-4}}$$

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 $R \propto A^{1/3}$

$R = R_O A^{1/3}$ जहॉं $R_O = 1.2\ fm = 1.2 \times 10^{-15} m$

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 Δm द्रव्यमान 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।

CBEO BHINDER

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 क्रमांक 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 क्रमांक = 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।

$$_{92}U^{235} + {}_on^1 \rightarrow {}_{56}B_a^{144} + {}_{36}Kr^{89} + 3{}_0n^1 + \text{ऊर्जा}$$

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 :

CBEO BHINDER

नये नाभिकीय आँकड़ोके 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" र्ा की सक्रियता 7.5 h में अपने प्रारंभिक मान की 1/32 रह जाती है। प्रतिद" र्ा 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

$\frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{7.5/T}$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \left(\frac{1}{2}\right)^{7.5/T}$$

$$\Rightarrow 5 = \frac{7.5}{T}$$

$$\therefore \quad T = \frac{7.5}{5} = 1.5 \text{ h}$$

प्रश्न 25 नाभिकीय विखण्डन तथा नाभिकीय संलयन में अन्तर स्पष्ट कीजिए। दी गई संलयन प्रक्रिया में उत्पन्न ऊर्जा की गणना कीजिए।

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$$

दिया हैं $m\left(^2_1H\right) = 2.014102u, m\left(^3_1H\right) = 3.016049u,$

$$m\left(^4_2He\right) = 4.002603u, m\left(^1_0n\right) = 1.008665u$$

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,

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$$

$$\Delta m = \left\{m\left(^2_1H\right) + m\left(^3_1H\right)\right\} - \left\{m\left(^4_2He\right) + m_n\right\}$$

CBSE BINDER

$$= (2.014102 + 3.016049) - (4.002603 + 1.008665)$$

$$= 0.0188634$$

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

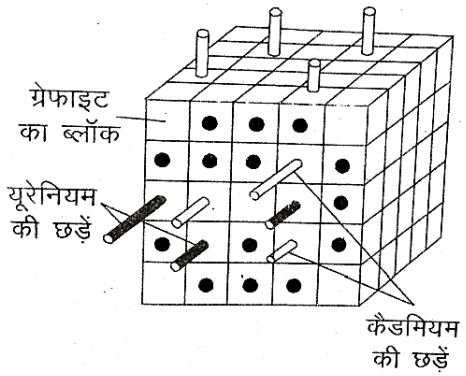
CBEO BHINDER

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) **शीतलक** :– 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) **परिरक्षकः**– 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।

बनावट :– 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 धॅसी 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।



CBSE 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–

(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।

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?

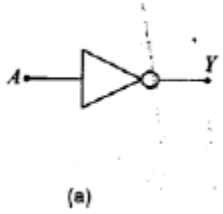
उत्तर $T = 0$ K पर कोई नैज अर्धचालक किसी विद्युतरोधी की भाँति व्यवहार करता है।

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	$Y = \bar{A}$
0	1
1	0

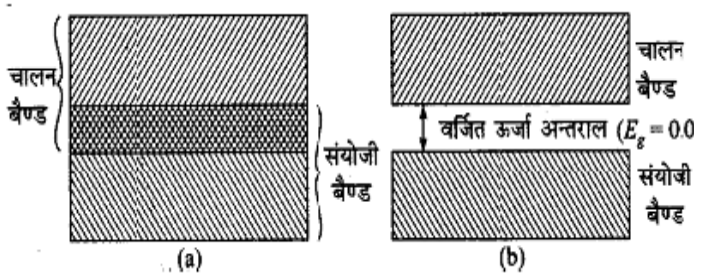
(b)

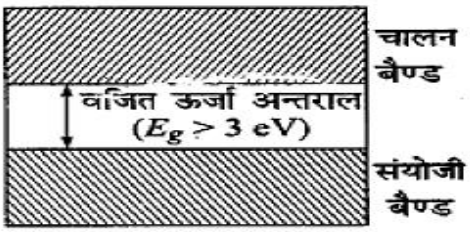
प्र. 22 पूर्ण तरंग दिष्टकारी किसे कहते हैं?

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।

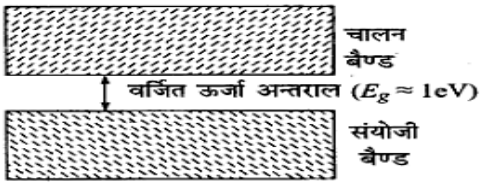
उतर **चालक**– वे पदार्थ जिनमें संयोजी बैण्ड एवं चालन बैण्ड परस्पर अतिव्यापित होते हैं अथवा उनमें ऊर्जा अन्तराल ($E_g \leq 0.07$eV) बहुत कम होता हैं, चालक कहलातें हैं।





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।



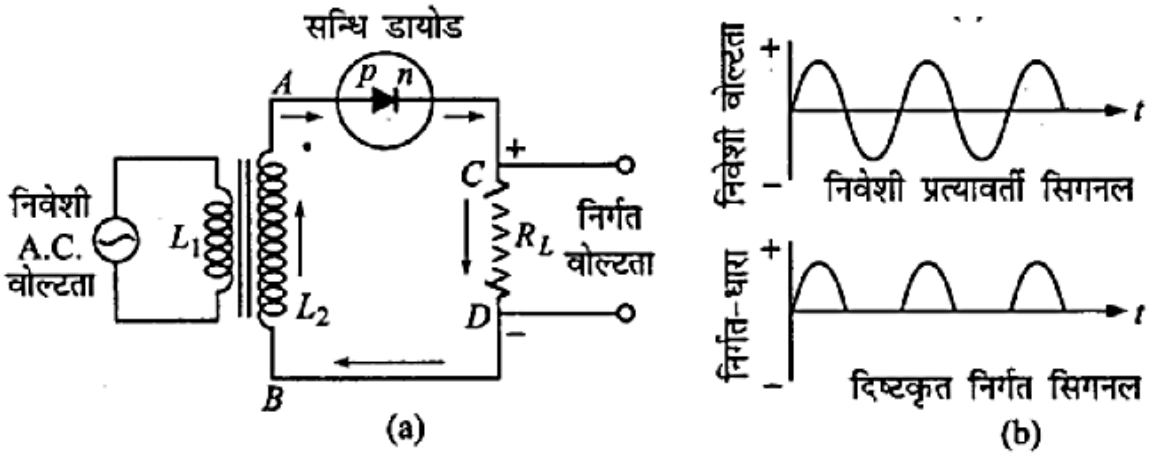
प्र. 24 p-n संधि डायोड किसे कहते हैं? संधि निर्माण में होने वाली प्रक्रिया को समझाइए।
उतर जब P व N प्रकार के अर्द्धचालकों को परमाणवीय स्तर पर इस प्रकार जोड़ दिया जाए की इनकी संपर्क सतह पर क्रिस्टल संरचना सतत बनी रहे तो यह संपर्क सतह P-N संधि वह इस प्रकार बनी युक्ति P-N संधि डायोड कहलाती है।
P-N संधि 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।

CBEO BHIND

ALL THE BEST

CBEOBHINDER