# MODEL PAPER – 4

● परीक्षार्थियों के लिये निर्देश MODEL PAPER – 1 के समान होगा।

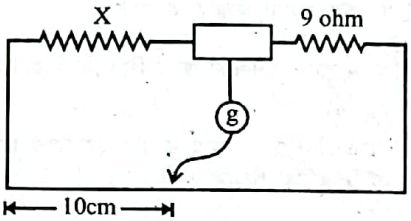
## खण्ड–अ ( वस्तुनिष्ठ प्रश्न )

प्रश्न संख्या 1 से 70 तक के प्रत्येक प्रश्न के साथ चार विकल्प दिये गए हैं, जिनमें से एक सही है। अपने द्वारा चुने गए सही विकल्प को OMR शीट पर चिह्नित करें। किन्हीं 35 प्रश्नों का उत्तर दें। $35 \times 1 = 35$

1. एक विद्युत द्विध्रुव के अक्ष पर $r$ दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता $E_1$ तथा लम्ब-अर्द्धक रेखा पर $r$ दूरी पर तीव्रता $E_2$ है। $E_1$ एवं $E_2$ के बीच का कोण $\theta$ है। $E_1 : E_2$ एवं $\theta$ होंगे

(A) $1:1, \pi$ (B) $1:3, \pi$ (C) $1:2, \frac{\pi}{2}$ (D) $2:1, \pi$

2. चित्र में मीटर बीज प्रदर्शित है। X का मान होगा




(A) 10 ओम (B) 3 ओम (C) 9 ओम (D) 8 ओम

3. विद्युत परिपथ की शक्ति होती है

(A) V.R (B) $V^2.R$ (C) $V^2/R$ (D) $V^2.R.I$

4. विद्युत वाहक बल की विमा है

(A) $ML^2T^{-3}$ (B) $ML^2T^{-2}I^{-1}$
(C) $MLT^{-2}$ (D) $(ML^2T^{-3}I^{-1})$

5. यदि एक 60w तथा एक 40w का बल्ब श्रेणी क्रम में जोड़ दिया जाय तो

(A) 60 w वाला बल्ब ज्यादा प्रकाशित होगा
(B) 40 w वाला बल्ब ज्यादा प्रकाशित होगा
(C) दोनों एक तरह प्रकाशित होगा
(D) सिर्फ 60 w वाला बल्ब प्रकाशित होगा

6. किलोवाट-घंटा (kwh) मात्रक है

(A) शक्ति का (B) ऊर्जा का
(C) बला आघूर्ण का (D) इनमें से कोई नहीं

7. किसी चुम्बक को लम्बाई के समानान्तर $n$ बराबर टुकड़ों में काटने पर प्रत्येक टुकड़े का आघूर्ण होगा

(A) $\frac{M}{n}$ (B) $\frac{M}{n^2}$
(C) $\frac{M}{n^2}$ (D) इनमें से कोई नहीं

8. किसी चुम्बक को 90° से घुमाने में किया गया कार्य होगा

(A) MB (B) MB Cos $\theta$
(C) MB sin $\theta$ (D) MB (1-sin $\theta$)

9. ध्रुवीय प्रबलता का S.I मात्रक है

(A) ऐम्पीयर मीटर (B) टेसला
(C) फैराडे (D) एम्पियर मी॰$^2$

10. निम्नलिखित में लौह चुम्बकीय पदार्थ कौन है ?

(A) Mn (B) Cr (C) Zn (D) एलनिको

11. निम्न में कौन-सा नियम ऊर्जा संरक्षण के नियम पर आधारित है ?

(A) लेंज का नियम (B) फैराडे का विद्युत विच्छेदन नियम
(C) ऐम्पियर का नियम (D) इनमें से कोई नहीं

12. ट्रांसफार्मर का कोड बनाने के लिए सबसे उपयुक्त पदार्थ है

(A) मुलायम इस्पात (B) ताँबा
(C) स्टेनलेस स्टील (D) अलनीको

13. किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में धारा एवं विभवान्तर के बीच कलान्तर $\theta$ है, तब शक्ति गुणांक होगा

(A) cos $\theta$ (B) sin $\theta$ (C) tan $\theta$ (D) 1 $\theta$

14. विद्युत चुम्बकीय तरंगों का वेग हवा में होता है

(A) $\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ (C) $\sqrt{\frac{\mu 0}{\epsilon_0}}$ (D) $\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$

15. एक ऐसी परिघटना जो यह प्रदर्शित करता है कि कोई तरंग अनुप्रस्थ है, वह है

(A) प्रकीर्णन (B) विवर्त्तन (C) व्यतिकरण (D) ध्रुवण

16. पानी और सीसा के अपवर्त्तनांक क्रमशः $\frac{4}{5}$ और $\frac{5}{3}$ है। एक प्रकाश की किरण सीसा से पानी में जा रही है, तो क्रांतिक कोण होगा

(A) $\sin^{-1}\frac{4}{5}$ (B) $\sin^{-1}\frac{5}{4}$ (C) $\sin^{-1}\frac{1}{2}$ (D) $\sin^{-1}\frac{2}{1}$

17. जब प्रकाश किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है तो उसके मुड़ने की क्रिया को कहते हैं

(A) वर्ण विक्षेपण (B) अपवर्त्तन
(C) विवर्त्तन (D) परावर्तन

18. उत्तल लेंस का व्यवहार किया जाता है जिसमें होता है

(A) निकट दृष्टि दोष (B) दीर्घ दृष्टि दोष
(C) जरा दृष्टि दोष (D) अबिन्दुकता

19. विनाशी व्यतिकरण के लिए पथान्तर होना चाहिये।

(A) $n\lambda$ (B) $(2n+1)\lambda/2$
(C) शून्य के (D) अनंत के

20. ब्रुस्टर का नियम है

(A) $\mu = \sin ip$ (B) $\mu = \cos ip$ (C) $\mu = \tan ip$ (D) $\mu = \tan^2 ip$

21. प्रकाश किस प्रकार के कंपनों से बनती है ?

(A) ईथा कण (B) वायु कण
(C) विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्र (D) इनमें से कोई नहीं

22. फोटो सेल आधारित है

(A) प्रकाश विद्युत प्रभाव पर (B) धारा के रासायनिक प्रभाव पर
(C) धारा के चुम्बकीय प्रभाव पर (D) विद्युत चुम्बकीय सेल पर

23. इनमें कौन अनाविष्ट है ?

(A) अल्फा कण (B) बीटा कण (C) फोटॉन (D) प्रोटॉन

24. विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के किस भाग में हाइड्रोजन की लाइमन श्रेणी पायी जाती है ?

(A) $x$-किरण (B) दृश्य (C) अवरक्त (D) पराबैंगनी

25. हाइड्रोजन परमाणु में जब संक्रमण किसी उच्च कक्षा से दूसरी कक्षा में होती है तो प्राप्त होती है

(A) लाइमन श्रेणी (B) बामर श्रेणी (C) पाश्चन श्रेणी (D) फुंड श्रेणी

26. नाभिक की प्रति न्यूक्लियान औसत बंधन ऊर्जा है

(A) 8eV (B) 8 MeV (C) 8 Bev (D) 8 जूल

27. तारों में ऊर्जा उत्सर्जन का मुख्य कारण है

(A) रासायनिक क्रिया (B) भारी नाभिक का संलयन
(C) हल्के नाभिक का संलयन (D) भारी नाभिक का विखंडन

28. **OR गेट का बूलियन व्यंजक होता है**
(A) $A + B = Y$ (B) $A, B = Y$
(C) $\overline{A} = Y$ (D) $C = \overline{AB}$

29. **$p$-प्रकार के अर्द्धचालक में आवेशवाहक होते हैं**
(A) इलेक्ट्रॉन (B) विवर (C) प्रोटॉन (D) न्यूट्रॉन

30. **अग्र अभिनत संधि डायोड जिसमें प्रकाश उत्सर्जित होता है, कहे जाते हैं**
(A) प्रकाश उत्सर्जक डायोड (B) फोटो डायोड
(C) जेनर डायोड (D) इनमें से कोई नहीं

31. **निम्न में कौन-सा शुद्ध व्यंजक है ?**
(A) $1 + \propto = \frac{1}{1-\beta}$ (B) $1 - \propto = \frac{1}{1+\beta}$
(C) $\beta = \frac{\propto}{1-\propto}$ (D) $\propto = \frac{\beta}{(1+\beta)}$

32. **$n$ -प्रकार के अर्द्धचालक में मुख्य धारावाहक होते हैं**
(A) प्रोटॉन (B) विवर (C) $\alpha$-कण (D) इलेक्ट्रॉन

33. **टेलीविजन संचारण में आम तौर से उपयुक्त आवृत्ति परास है**
(A) 30 – 300 MHZ (B) 30 – 300 GHZ
(C) 30 – 300 KHZ (D) 30 – 300 HZ

34. **आयन मंडल का व्यवहार रेडियो तरंगों हेतु होता है**
(A) विरल माध्यम में (B) सघन माध्यम में
(C) मुक्त आकाश में (D) पारवैद्युत माध्यम में

35. **$h$ ऊँचाई वाले दूरदर्शन ऐंटिना से प्रसारित संकेत पृथ्वी पर जितनी अधिकतम दूरी तक जा सकते हैं, वह अनुक्रमानुपाती होते हैं**
(A) $h^{\frac{1}{2}}$ (B) $h$ (C) $h^{\frac{5}{2}}$ (D) $h^2$

36. **किसी धातु का ताप बढ़ने पर उसका प्रतिरोध**
(A) बढ़ता है (B) घटता है
(C) नियम रहता है (D) इनमें से कोई नहीं

37. **तप्त तार आमीटर मापता है प्रत्यावर्ती धारा का**
(A) उच्चतम मान (B) औसत मान
(C) मूल औसत वर्ग धारा (D) इनमें से कोई नहीं

38. **एक प्रकाश किरण काँच ( अपवर्तनांक $= \frac{5}{3}$ ) से पानी ( अपवर्तनांक $= \frac{4}{3}$ ) में जा रही है। क्रांतिक कोण होगा**
(A) $\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$ (B) $\sin^{-1}\left(\frac{4}{5}\right)$
(C) $\sin^{-1}\left(\frac{5}{6}\right)$ (D) इनमें से कोई नहीं

39. **ऑप्टिकल फाइबर किस सिद्धान्त पर काम करता है ?**
(A) प्रकीर्णन (B) अपवर्तन
(C) वर्ण विक्षेपण (D) पूर्णआन्तरिक परावर्त्तन

40. **$\lambda$ तरंगदैर्ध्य वाले फोटॉन की ऊर्जा है**
(A) $hc\lambda$ (B) $\frac{hc}{\lambda}$ (C) $\frac{h\lambda}{c}$ (D) $\frac{\lambda}{hc}$

41. **ताप बढ़ने से अर्द्धचालक का प्रतिरोध**
(A) बढ़ता है (B) घटता है
(C) नियत रहता है (D) इनमें से कोई नहीं

42. **$h$ ऊँचाई के एण्टिना से टी॰ वी॰ संकेत अधिकतम दूरी तक प्राप्त किये जा सकते हैं**
(A) $\sqrt{2hR}$ (B) $h\sqrt{2R}$
(C) $R\sqrt{2h}$ (D) इनमें से कोई नहीं

43. **दी गई सत्यता-सारणी जिस गेट की है, उसका नाम है**

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

(A) NAND (B) NOR (C) AND (D) OR

44. **NAND गेट के लिए बूलीय व्यंजक है**
(A) $\overline{A.B} = Y$ (B) $A . B = Y$
(C) $\overline{A+B} = Y$ (D) $A + B = Y$

45. **मॉडुलन के विपरीत प्रक्रिया को कहते हैं**
(A) विमॉडुलन (B) प्रेषण
(C) रीमोट रेलसग (D) फैक्स

46. **TV प्रसारण के लिए जिस आवृत्ति-परास का उपयोग होता है, वह है**
(A) 30-300 Hz (B) 30-300 KHz
(C) 30-300 MHz (D) 30-300 GHz

47. **प्रकाशीय संचरण में संसूचन के लिए प्रयुक्त होता है**
(A) जेनर डायोड (B) लेसर डायोड
(C) फोटो डायोड (D) फोटो-वोल्टीय सैल

48. **समाक्ष केवल का अभिलाक्षणिक प्रतिबाधा लगभग होता है**
(A) 50 Ω (B) 200 Ω
(C) 270 Ω (D) इनमें से कोई नहीं

49. **समरूप विद्युत क्षेत्र में एक इलेक्ट्रॉन व एक प्रोटॉन स्थित है। उनके त्वरणों के अनुपात हैं**
(A) 0 (B) 1 (C) $\frac{m_p}{m_e}$ (D) $\frac{m_e}{m_p}$

50. **एक पृथक्कृत चालक गोले को कुछ धनावेश दिया जाता है। इसका द्रव्यमान**
(A) घटेगा (B) बढ़ेगा
(C) अपरिवर्तित रहेगा (D) अनिश्चित

51. **Q परिमाण तथा समान प्रकृति के 4 बराबर-बराबर आवेश $a$ भुजा वाले एक वर्ग के चारों कोनों पर स्थित है। –Q आवेश को वर्ग के केन्द्र से अनन्त तक ले जाने में किया गया कार्य होगा**
(A) शून्य (B) $\frac{\sqrt{2}Q^2}{(4\pi\varepsilon_0 a)}$ (C) $\frac{\sqrt{2}Q^2}{(\pi\varepsilon_0 a)}$ (D) $\frac{Q^2}{(2\pi\varepsilon_0 a)}$

52. **$r$ दूरी पर स्थित दो बिन्दु आवेशों $+q$ तथा $+q$ के बीच बल F है। यदि एक आवेश स्थिर हो तथा दूसरा उसके चारों ओर $r$ त्रिज्या के वृत्त में चक्कर लगाये, तो एक चक्कर में कृत कार्य होगा**
(A) $F \times r$ (B) $F \times 2r$ (C) $\frac{F}{2\pi r}$ (D) शून्य

53. **एक विद्युत्-परिपथ में विभवांतर मापा जाता है**
(A) ऐम्पियर (A) में (B) वोल्ट (V) में
(C) ओम (Ω) में (D) वाट (W) में

54. **एक तार में 1$\mu$A की धारा प्रवाहित हो रही है। यदि इलेक्ट्रॉन पर आवेश $1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम हो, तो प्रति सेकण्ड तार से प्रवाहित इलेक्ट्रॉनों की संख्या है**
(A) $0.625 \times 10^{13}$ (B) $0.625 \times 10^{19}$
(C) $1.6 \times 10^{-19}$ (D) $1.6 \times 10^{19}$

55. R त्रिज्या के वृत्तीय लूप में धारा प्रवाहित होने के कारण उसके केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण B है। लूप का चुम्बकीय आघूर्ण है

(A) $\frac{BR^3}{2\pi\mu_0}$ (B) $\frac{2\pi BR^3}{\mu_0}$ (C) $\frac{BR^2}{2\pi\mu_0}$ (D) $\frac{2\pi BR^2}{\mu_0}$

56. चल कुण्डल धारामापी में कुण्डली के मध्य नर्म लोहे की क्रोड रखते हैं, ताकि
(A) चुम्बकीय क्षेत्र समरूप हो जाए
(B) चुम्बकीय क्षेत्र का मान प्रबल एवं त्रिज्यीय (radial) हो जाए
(C) चुम्बकीय क्षेत्र केवल त्रिज्यीय हो जाए
(D) कुण्डली का प्रतिरोध शून्य हो जाए

57. ध्रुव प्रबलता का S.I. मात्रक है
(A) ऐम्पियर × मीटर (A × m) (B) टेसला (T)
(C) फैराड (F) (D) ऐम्पियर × मीटर$^2$ (A × m$^2$)

58. ध्रुव प्रबलता की विमा है
(A) [IL] (B) [IL]$^2$, (C) [IT] (D) [I$^2$T$^2$]

59. चुम्बकीय "लक्स का S.I. मात्रक है
(A) वेबर (B) वेबर × मीटर
(C) वेबर/मीटर$^2$ (D) टेसला

60. यदि L तथा R क्रमशः प्रेरकत्व व प्रतिरोध को व्यक्त करते हों, तो L/R की विमा होगी
(A) M$^0$L$^0$T$^{-1}$ (B) M$^0$LT (C) M$^0$L$^0$T (D) MLT$^{-2}$

61. प्रतिघात का मात्रक है
(A) ओम (B) म्हो (C) फैराड (D) ऐम्पियर

62. तप्त तार ऐमीटर में
(A) धारा, विक्षेप के अनुक्रमानुपाती होती है
(B) धारा विक्षेप के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है
(C) विक्षेप धारा के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होता है
(D) विक्षेप धारा के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है

63. सबसे अधिक आवृत्ति होती है
(A) γ-किरणों की (B) नीले प्रकाश की
(C) अवरक्त किरणों की (D) पराबैंगनी विकिरण की

64. यदि काँच-वायु का क्रांतिक कोण θ हो, तो वायु के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक होगा
(A) sin θ (B) cosec θ (C) sin$^2$ θ (D) 1/sin$^2$ θ

65. तीन लेंस जिनकी फ़ोकस दूरी 20 सेमी, –30 सेमी और 60 सेमी है, एक-दूसरे से सटे रखे हैं। इस संयोजन की फोकस दूरी है
(A) 50 सेमी (B) 30 सेमी (C) 20 सेमी (D) 10 सेमी,

66. स्वस्थ आँख की विभेदन सीमा होती है
(A) 1' (B) 1" (C) 1° (D) 0.5°

67. एक दूरदर्शी के अभिदृश्यक का व्यास 0.1 मीटर है तथा प्रकाश की तरंगदैर्घ्य 6000Å है। इसकी विभेदन सीमा होगी लगभग
(A) 6 × 10$^{-14}$ रेडियन (B) 6 × 10$^{-5}$ रेडियन
(C) 6 × 10$^{-6}$ रेडियन (D) 6 × 10$^{-2}$ रेडियन

68. निम्न में से कौन-सा फोटोन के संवेग को व्यक्त करता है ?
(A) $h\nu$ (B) $h\nu/c^2$ (C) $h/\lambda$ (D) $hc/\lambda$

69. फोटोन की ऊर्जा है
(A) $h\nu$ (B) $h\nu/c^2$ (C) $h/\lambda$ (D) $h\nu/c$

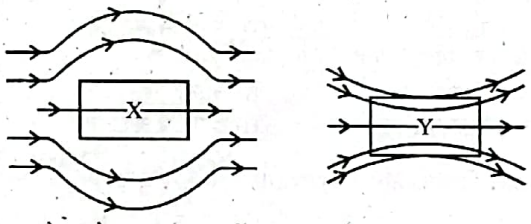
70. नाभिक की त्रिज्या की कोटि है
(A) 10$^{-14}$ मीटर (B) 10$^{-15}$ मीटर
(C) 10$^{-16}$ मीटर (D) 10$^{-18}$ मीटर

## खण्ड–ब ( गैर-वस्तुनिष्ठ प्रश्न )

### लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न संख्या 1 से 20 लघु उत्तरीय हैं। किन्हीं 10 प्रश्नों के उत्तर दें। प्रत्येक के लिए 2 अंक निर्धारित है। 10 × 2 = 20

1. विद्युतीय बल रेखायें कभी भी एक दूसरे को नहीं काटती है, क्यों ?
2. कूलम्ब के नियम की सीमाएँ क्या हैं ?
3. महत्तम शक्ति प्रमेय को प्रमाणित करें।
4. धारा घनत्व एवं अपवाह वेग के बीच संबंध स्थापित करें।
5. शैथिल्य पाश क्या है ? इसकी सहायता से 'धारणशीलता' एवं 'निग्रहिता' को समझाइए।
6. किसी कुंडली में संचित ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त करें।
7. चल कुंडली धारामापी की सुग्रहिता किसे कहते हैं ? धारा सुग्रहिता तथा विभव सुग्राहित के लिये व्यंजक लिखें।
8. किसी विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र तरंग से जुड़े वैद्युत ऊर्जा घनत्व एवं चुम्बक ऊर्जा घनत्व का व्यंजक लिखें तथा दर्शाइये कि इसका अनुपात 1 होता है।
9. अपसारी किरणों एवं अभिसारी किरणों के लिये संगत तरंगों के रेखा चित्र बनाइए।
10. चालक की धारिता से आप क्या समझते हैं ?
11. डी-ब्रोगाली तरंग दैर्घ्य का व्यंजक लिखें।
12. द्रव्यमान क्षति किसे (Mass defect) कहते हैं ?
13. तापायनिक उत्सर्जन की प्रक्रिया सिर्फ धातु सतह पर क्यों घटती है ?
14. प्रबल धारा के कारण अर्द्धचालक क्षतिग्रस्त क्यों हो जाते हैं।
15. नैज अर्द्धचालक तथा बाह्य अर्द्धचालक में अंतर बतायें।
16. निम्नलिखित में से किन्हीं दो की व्याख्या करें :
(i) भू-तरंगें (ii) व्योम तरंगें (iii) आकाशीय तरंगें।
17. विद्युत चुम्बकीय तरंगों के गुणों का उल्लेख करें।
18. जब दो प्रतिरूप X एवं Y को एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो चुम्बकीय क्षेत्र में उत्पन्न विकृति को चित्र में दर्शाया गया है :




(i) दो नमूने X तथा Y की पहचान करें।
(ii) X एवं Y में बल-रेखा की विकृति के कारण को स्पष्ट करें।

19. किरणों के कुछ उपयोग बताएँ।
20. काँच की एक उत्तल लेन्स पूरी तरह पानी में डुबा देने पर हवा की अपेक्षा इसकी फोकस दूरी क्यों बढ़ेगी या घटेगी ?

### दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न संख्या 21 से 26 दीर्घ उत्तरीय प्रश्न हैं। किन्हीं 3 प्रश्नों के उत्तर दें। प्रत्येक के लिए 5 अंक निर्धारित हैं। 3 × 5 = 15

21. विद्युतीय द्विध्रुव के कारण विद्युतीय तीव्रता का व्यंजक ज्ञात करें जब बिन्दु लम्ब अर्द्धक रेखा पर स्थित हो या निरक्षीय स्थिति में हो।
22. साइक्लोट्रॉन की बनावट, सिद्धांत तथा कार्य विधि का सचित्र वर्णन करें।
23. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के सिद्धांत, बनावट, क्रिया तथा आवर्धन क्षमता का सचित्र वर्णन करें।
24. जूल के नियमों को लिखें तथा समझायें। प्रयोग द्वारा आप इन्हें कैसे सत्यापित करेंगे ?
25. दिष्टकारी क्या है ? संधि डायोड का पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में प्रयोग होता है। सचित्र वर्णन करें।
26. ठोसों में ऊर्जा पट्टी क्या हैं ? किस प्रकार पट्टी सिद्धांत के आधार पर अर्द्धचालक, कुचालक एवं चालक को वर्गीकृत किया जाता है ?

## उत्तर

### खण्ड–अ ( वस्तुनिष्ठ प्रश्न )

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. (D) | 2. (A) | 3. (C) | 4. (D) | 5. (B) | 6. (B) |
| 7. (A) | 8. (A) | 9. (A) | 10. (D) | 11. (A) | 12. (A) |
| 13. (A) | 14. (B) | 15. (D) | 16. (A) | 17. (B) | 18. (B) |
| 19. (B) | 20. (C) | 21. (C) | 22. (A) | 23. (C) | 24. (D) |
| 25. (A) | 26. (B) | 27. (C) | 28. (A) | 29. (B) | 30. (A) |
| 31. (D) | 32. (D) | 33. (A) | 34. (A) | 35. (A) | 36. (A) |
| 37. (B) | 38. (B) | 39. (D) | 40. (B) | 41. (B) | 42. (A) |
| 43. (A) | 44. (A) | 45. (A) | 46. (C) | 47. (C) | 48. (C) |
| 49. (C) | 50. (A) | 51. (C) | 52. (D) | 53. (B) | 54. (A) |
| 55. (B) | 56. (B) | 57. (A) | 58. (A) | 59. (A) | 60. (C) |
| 61. (A) | 62. (C) | 63. (A) | 64. (B) | 65. (B) | 66. (A) |
| 67. (C) | 68. (C) | 69. (A) | 70. (A) | | |

### खण्ड–ब ( गैर-वस्तुनिष्ठ प्रश्न )

#### लघु उत्तरीय प्रश्न

**1.** दो बल रेखायें एक दूसरे को नहीं काटती है क्योंकि कटान बिन्दु पर दो स्पर्श रेखायें खींची जा सकती है जो उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की दो दिशायें प्रदर्शित करेंगी। यह असंभव है।

**2.** कूलम्ब के नियम की सीमाएँ :

(a) यह नियम मूलत: विरामावस्था में बिन्दु आवेशों के लिए ही सत्य है।

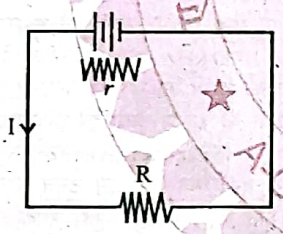
(b) यह एक प्रायोगिक नियम है।

(c) यह नियम कम तथा अधिक दूरियों के लिए सही है परन्तु $10^{-15m}$ से कम दूरी पर नाभिकीय बल प्रभावी हो जाता है।

(d) आवेश यदि वायु या निर्वात के अतिरिक्त किसी माध्यम में रखे जाते हैं तो कूलम्ब बल का मान कम हो जाता है।

**3.** इस प्रमेय के अनुसार जब परिपथ का बाह्य प्रतिरोध स्रोत के आन्तरिक प्रतिरोध के बराबर होता है तो स्रोत की निर्गत शक्ति का मान अधिकतम होता है।

ओम के नियम से




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

निर्गत शक्ति $P = I^2R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 \cdot R = \frac{E^2R}{(R+r)^2}$

स्रोत की निवेशी शक्ति का मान अधिकतम होने के लिये

$$\frac{dP}{dR} = O$$

या, $\frac{d}{dR}\left[\frac{E^2R}{(R+r)^2}\right] = O$ या, $\frac{d}{dR}\left[\frac{R}{(R+r)^2}\right] = O$

या, $\frac{d}{dR}\left[R(R+r)^{-2}\right] = O$

या, $1 - \frac{2R}{(R+r)} = O, \quad R = r$

अत: आन्तरिक और बाह्य प्रतिरोध का मान बराबर होने पर शक्ति अधिकतम होती है।

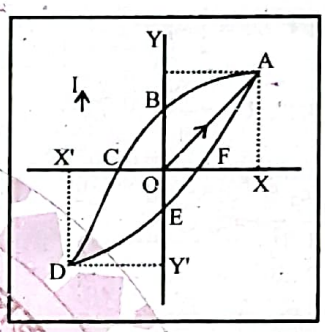
**4.** हम जानते हैं कि

$$I = \eta A e V d$$

$$Vd = \frac{I}{\eta A e} \qquad \boxed{V_d = \frac{J}{\eta e}}$$

जहाँ $J = \frac{J}{A}$ : धारा घनत्व। यह धारा घनत्व तथा अपवाह वेग के बीच संबध है।

**5.** चुम्बकीय शैथिल्य ग्राफ (Hysteresis loop)–यह चक्रीय चुम्बकन का परिणाम है। धारण क्षमता किसी चुम्बकीय पदार्थ की जिसके कारण पदार्थ पर से चुम्बकीय क्षेत्र हटाने के बाद भी उसमें चुम्बकत्व शेष रहता है।




निग्राहिता किसी चुम्बकीय पदार्थ की विलोम प्रक्रिया है जो पदार्थ में शेष चुम्बकत्व को शून्य बनाने में सहायक होती है। वक्र ABCDEFA शैथिल्य वक्र के रूप में जाना जाता है। OB तथा OE यह दर्शाता है कि चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता शून्य होने पर भी कुछ चुम्बकत्व I अभी भी होता है। नमूने के द्वारा चुम्बकत्व अभी भी उपस्थित रहता है जबकि चुम्बकीय क्षेत्र का मान घटकर शून्य हो जाता है। पदार्थ का अवशोषी चुम्बकत्व कहलाता है तथा चुम्बकीय पदार्थ का यह गुण धारणशीलता (Retentitity) कहलाता है।

अवशोषी चुम्बकत्व को शून्य तक लाने के लिए, चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता OC तथा OF विपरीत दिशा में आरोपित किया जाता है। अवशोषी चुम्बकत्व को घटाकर शून्य करने के लिए चुम्बकीय पदार्थ का वह गुण जो व्युत्क्रम चुम्बकीय क्षेत्र के मान पर निर्भर करता है, विचुम्बकत्व (Coercivity) कहलाता है।

**6.** जब धारा कुंडली से होकर प्रवाहित होती है तो प्रेरित वि॰ वा॰ बल

$$e = -L\frac{dI}{dt}$$

माना कि अति सूक्ष्म आवेश $da$ प्रेरक के प्रवाहित होता है।

अत: बाह्य बोल्टता द्वारा किया गया कार्य

$$dw = e.dq$$

$$L.\frac{dI}{dt}.dq$$

$$dw = L.dI\frac{dq}{dt} = LJ.dI$$

प्रेरक से होकर अधिकतम धारा प्रवाहित करने में किया गया कार्य

$$w = L\int_0^I I.dI = L.\left(\frac{I^2}{2}\right)_0^I$$

$$\boxed{w = \frac{1}{2}LI^2}$$

यह किया गया कार्य उसकी ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

**7.** धारामापी की सुग्राहिता (Sensitivity of Galvanometer)–यदि धारामापी की कुंडली से प्रवाहित अल्प धारा इसमें अधिक विक्षेप उत्पन्न करे तो धारामापी अधिक सुग्राही होता हैं।

A-ONE PRAKASHAN PATNA

**धारा सुग्राहिता** (Current Sensitivity)–धारामापी की विभव सुग्राहिता इसमें प्रवाहित प्रति इकाई धारा के कारण उत्पन्न विक्षेप से व्यक्त की जाती है।

धारा सुग्रहिता $\boxed{\frac{\alpha}{I}=\frac{NAB}{K}}$

**विभव सुग्राहिता** (Voltage Sensitivity)–धारामापी की विभव सुग्राहित इस पर आरोपित प्रति इकाई विभव पर धारामापी में उत्पन्न विक्षेप से व्यक्त की जाती है।

विभव सुग्राहित $\boxed{\frac{\alpha}{V}=\frac{NAB}{KR}}$

**8. विद्युत-ऊर्जा घनत्व** $U_E=\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

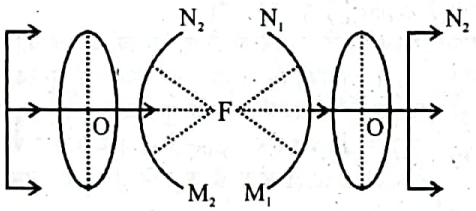
चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व $U_B=\frac{B^2}{2\mu 0}$

$$\frac{UE}{UB}=\frac{\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2}{\frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu 0}}=\epsilon_0\mu_0\cdot\frac{E^2}{B^2}$$

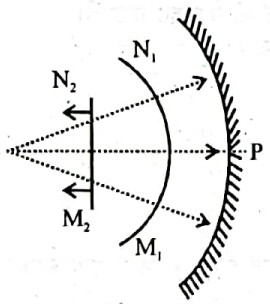
$$\frac{UE}{UB}=\epsilon 0\mu 0\left(\frac{1}{\sqrt{\mu 0\,\epsilon_0}}\right)^2=\epsilon_0\mu_0\frac{1}{\mu_0\epsilon_0}$$

$$\boxed{\frac{UE}{UB}=1}$$

**9.** अभिसारी किरणों के लिये




अपसारी किरणों के लिये




**10.** किसी चालक की आवेश संग्रहण की योग्यता को उसकी धारिता कहते हैं। इसको विद्युत आवेश के विद्युत विभव के अनुपात के रूप में भी परिभाषित कहते हैं।

**11.** क्वांटम सिद्धान्त के अनुसार फोटॉन ऊर्जा

$E=h\nu$ ...(i)

आईंस्टी के नियम के अनुसार ऊर्जा (E) तथा संवेग के बीच-संबंध

$E=\sqrt{P^2C^2+m_0{}^2C^4}$, यहाँ $m_0=0$

$\therefore \quad E=PC$ ...(ii)

समी.(i) और (ii) से,

$$h\nu=PC,\ h=\frac{C}{\lambda}=PC,\ \lambda=\frac{h}{P}\quad\boxed{\lambda=\frac{h}{m\nu}}$$

**12.** जब प्रोट्रॉन व न्यूट्रॉन को मिलाकर परमाणु के नाभिक का निर्माण किया जाता है तो निर्मित का द्रव्यमान घटक प्रोट्रॉन व न्यूट्रॉन के मुक्त अवस्था में द्रव्यमानों के योग से हमेशा कम होता है। द्रव्यमान में यह अंतर द्रव्यमान क्षति कहलाता है।

इसे $\Delta m$ से सूचित किया जाता है।

द्रव्यमान क्षय $Dm=\{m_p Z+M_n(A-Z)-M\}$

जहाँ M = नाभिक का द्रव्यमान, $mp$ = प्रत्येक प्रोटॉन का द्रव्यमान

**13.** जब एक धातु को गर्म किया जाता है तब उसके मुक्त इलेक्ट्रॉन ताप ऊर्जा को अवशोषित कर पृष्ठीय अवरोध को पार कर जाते हैं। परिणामस्वरूप मुक्त इलेक्ट्रॉन धातु के पृष्ठ से ही उत्सर्जित होते हैं।

**14.** जब किसी अर्द्धचालक में प्रबल धारा प्रवाहित होती है तो इसमें बड़ी मात्रा में ऊष्मा का उत्पादन होता है। इस ऊष्मा ऊर्जा के कारण अर्द्धचालक के लगभग सभी सहसंयोजी बंधन टूट जाते हैं तथा यह क्षतिग्रस्त हो जाता है।

**15.** नैज अर्द्धचालक तथा बाह्य अर्द्धचालक में निम्नलिखित अंतर है–

| नैज अर्द्धचालक | बाह्य अर्द्धचालक |
|---|---|
| (i) नैज अर्द्धचालक शुद्ध तत्त्वों जैसे जर्मेनियम तथा सिलिकॉन के क्रिस्टल होते हैं। | (i) जब नैज अर्द्ध चालक में कुछ अशुद्धि मिलायी जाती है तो बाह्य अर्द्धचालक प्राप्त होते हैं। |
| (ii) नैज अर्द्धचालक में इलेक्ट्रॉन का संख्या घनत्व होल्स के संख्या घनत्व के बराबर होता है। | (ii) बाह्य अर्द्धचालक में इलेक्ट्रॉन की संख्या घनत्व का मान होल्स के संख्या घनत्व के समान नहीं होता है। |
| (iii) नैज अर्द्धचालक की विद्युत चालकता कम होती है। | (iii) बाह्य अर्द्धचालक की विद्युत चालकता उच्च होती है। |

**16. (i) भू-तरंगें** (Earth waves)–ट्रांसमीटर के ऐंटीना से रिसीवर के ऐंटीना तक पृथ्वी की सतह के साथ संचरित तरंगों को भू-तरंग कहते हैं। लंबी दूरी तक भू-तरंगों द्वारा संचरण 1500 kHz तक की तरंगों के लिए ही संभव है, चूँकि इससे अधिक आवृत्ति की तरंगों का संचरण उनके पथ में पड़ने वाले माध्यम के कणों के अन्योन्य क्रिया के कारण अवमंदन हो जाता है।

**(ii) अंतरिक्ष तरंगे** (Space waves)–उच्च आवृत्ति तरंगों (30 MHz से अधिक) को अन्तरिक्ष तरंगें कहते हैं। इन उच्च आवृत्ति तरंगों के लिए आयन मंडल द्वारा पारगमन होता है, जिससे वे पुनः परावर्तित नहीं की जा सकती है।

**(iii) आकाशीय तरंगें** (Sky waves)–जो तरंगें ट्रांसमीटर के ऐंटीना से निकलकर पृथ्वी के वायुमंडल की ऊपरी परत, जिसे आयन मंडल कहा जाता है, से परावर्तित होकर रिसीवर के ऐंटीना तक पहुँचती है, उन्हें आकाशीय तरंग कहा जाता है।

**17.** विद्युत चुम्बकीय तरंगों के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं–

(a) सभी विद्युत् चम्बकीय तरंगें अनावेशित होती हैं, इसीलिए विद्युत या चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति द्वारा प्रभावित नहीं होती है।

(b) ये तरंगें प्रकृति में अनुप्रस्थ होती हैं तथा त्वरित विद्युत आवेश से उत्पन्न होती हैं।

(c) ये तरंगें निर्वात में भी सीधी रेखाओं में संचरित होती हैं तथा इसका वेग समान माध्यम में प्रकाश के वेग के बराबर होता है।

(d) इन तरंगों की आवृत्ति $\nu$ तथा तरंग-दैर्घ्य $\lambda$, वेग C से निम्नलिखित सम्बन्ध रखते हैं :

$C=\nu\lambda$

(e) ये तरंगें एक-दूसरे के लम्बवत् परिवर्ती विद्युत तथा चुम्बकीय दोलनों द्वारा संचरित होती है।

(f) ये तरंगें परावर्तन, अपवर्तन, व्यतिकरण, विवर्तन तथा ध्रुवण के गुण प्रदर्शित करती है।

**18.** (i) X प्रति-चुम्बकीय तथा Y लौह-चुम्बकीय पदार्थ है।

(ii) प्रति-चुम्बकीय पदार्थ का अणु एवं परमाणु के पास पूर्व से द्विध्रुवीय नहीं होता। इनकी चुम्बकशीलता 1 से कम होती है तथा चुम्बकीय प्रवृत्ति का मान कम एवं ऋणात्मक होता है। क्षेत्र रेखाएँ बाहर की ओर हो जाती है।

लौह-चुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकशीलता का मान 1 से काफी अधिक होता है और चुम्बकीय प्रवृत्ति का मान धनात्मक एवं 1 से अधिक होता है। क्षेत्र रेखाएँ अन्दर की ओर केन्द्रित होती है।

**19.** किरणों के उपयोग निम्नलिखित हैं–

(i) ये मांसपेशियों के तनाव के उपचार करने के काम में लाई जाती हैं।

(ii) उपग्रहों को सौर सेलों की सहायता से वैद्युत ऊर्जा प्रदान करने के काम आती हैं।

(iii) वे निर्जालित फलों को उत्पन्न करने में काम आती है।

(iv) इनका उपयोग सौर पानी ऊष्मक और सौर कूकर में किया जाता है।

(v) कोहरे और धुएँ की स्थितियों में इन्हें चित्र (फोटोग्राफी) लेने के काम में लाया जाता है।

(vi) IR फोटोग्राफी को मौसम की भविष्यवाणी करने के काम में लाया जाता है।

(vii) सूर्य से अवरक्त प्रकाश (IR) पृथ्वी को गर्म रखने और उस पर जीवन को कायम रखने के (पोषित करने) काम में लाया जाता है।

**20.** जब काँच की एक उत्तल लेन्स पूरी तरह पानी में डुबा दिया जाता है तो उसकी फोकस दूरी बढ़ जाती है।

पतले लेन्स के लिए हम जानते हैं कि $\frac{1}{f}=\frac{\mu_2}{\mu_1}-1\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$

माना कि लेन्स के हवा में रहने की स्थिति में उसकी फोकस दूरी $f_a$ हवा तथा काँच के अपवर्तनांक क्रमशः $\mu_a$ तथा $\mu_g$ हैं तो उपर्युक्त समीकरण के अनुसार हम पाते हैं कि

$\frac{1}{f_a}=\left(\frac{\mu_a}{\mu_g}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$ जहाँ $R_1$ तथा $R_2$ लेन्स की दोनों सतहों की वक्रता त्रिज्याएँ हैं।

फिर माना कि लेन्स को पानी में डुबाने पर उसकी फोकस दूरी $f_w$ है तो

$\frac{1}{f_w}=\left(\frac{\mu_g}{\mu_w}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$, जहाँ $\mu_w$ पानी का अपवर्तनांक है।

उपर्युक्त समीकरण के दायीं तरु की राशियों की तुलना करने पर

$\frac{1}{f_w}=\left(\frac{\mu_g}{\mu_a}-1\right)>\left(\frac{\mu_g}{\mu_w}-1\right)$ $(\because \mu_w>\mu_a)$

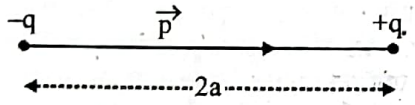
$\therefore \quad \frac{1}{f_a}>\frac{1}{f_w}$

या, $f_w > f_a$ ।

## दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

**21. विद्युतीय द्विध्रुव** (Electric dipole)-अगर समान परिमाण तथा विपरीत प्रकृति के दो बिन्दु आवेश एक-दूसरे से कही अल्प दूरी पर स्थित हों तो आवेशों के इस युग्म को विद्युतीय द्विध्रुव कहते हैं।

**विद्युतीय द्विध्रुव आघूर्ण** (Electric dipole moment)-द्विध्रुव के आवेश (A) तथा उनके बीच की दूरी के गुणनफल को द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{p}$ कहते हैं।




$\therefore$ द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{p}=q\times 2a$

इसका S.I. मात्रक कूलॉम्ब मीटर (Cm) है।

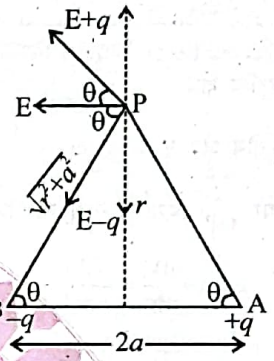
**विद्युतीय द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु पर विद्युतीय विभव** (Electric potential at a point due to electric dipole)-माना कि AB कोई विद्युतीय द्विध्रुव है जिसके ध्रुवों का आवेश ± q है तथा उनके बीच की दूरी 2a है। द्विध्रुव के मध्य बिन्दु O से r दूरी पर एक बिन्दु P है जहाँ विद्युतीय विभव का व्यंजक प्राप्त करना है। OP, तथा विद्युतीय अक्ष के बीच का कोण $\angle AOP=\theta$ है।

A से OP पर AM तथा B से OP के बढ़े भाग पर BN लम्ब डाला।

+Q आवेश से P की दूरी = AP = MP

= OP − OM

$(\because \Delta OAM$ में, $OM = a\cos\theta) = (r - a\cos\theta)$




−q आवेश से P की दूरी BP = NP = OP + ON

$(\Delta OBN$ में, $ON = a\cos\theta) = r + a\cos\theta$

+q आवेश के कारण P पर विद्युतीय विभव

$$V_1=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{AP}$$

$$=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{(r-a\cos\theta)}$$

−q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युतीय विभव,

$$V_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{-q}{Bp}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{-q}{(r+a\cos\theta)}$$

$\therefore$ बिन्दु P पर द्विध्रुव के कारण कुल विद्युतीय विभव

$$V=V_1+V_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{(r-a\cos\theta)}-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{(r+a\cos\theta)}$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r-a\cos\theta)}-\frac{1}{(r+a\cos\theta)}\right]$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{r-a\cos\theta-r+a\cos\theta}{(r-a\cos\theta)(r+a\cos\theta)}$$

$$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{(q\times 2a)\cos\theta}{(r^2-a^2\cos^2\theta)}$$

$\therefore$ $q\times 2a = p =$ द्विध्रुव आघूर्ण

$\therefore$ $$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{p\cos\theta}{(r^2-a^2\cos^2\theta)} \quad ...(1)$$

$\therefore$ $r^2 >> a^2\cos\theta$

अतः, $r^2$ के तुलना में $a^2\cos\theta$ को नगण्य मानने पर विद्युत द्विध्रुव के कारण P पर विद्युतीय विभव

$$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p\cos\theta}{r^2} \quad ...(2)$$

**विशेष स्थितियाँ** (Special cases)-

**Case (i) अक्षीय स्थिति** (Axial position on End-on-position)-इस स्थिति में बिन्दु $P_1$ विद्युतीय द्विध्रुव के अक्ष पर होगा, अर्थात् $\theta = 0°$ होगा।

∴ समीकरण (2) से,

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{P}{r^2}} \quad ...(3)$$

**Case (ii) निरक्षीय स्थिति** (Equitorial position or Broad side on position)-इस स्थिति में बिन्दु P द्विध्रुव के लम्ब समद्विभाजक पर होगा, अर्थात् $\theta = 90°$ होगा।

अत: समीकरण (2) से,

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{P\cos 90°}{r^2} = 0} \quad ...(4)$$

**विद्युतीय क्षेत्र** (Electric field)-विद्युतीय विभव के आधार पर द्विध्रुव के कारण बिन्दु P पर विद्युतीय क्षेत्र-

∵ विद्युतीय क्षेत्र $E = -\frac{dV}{dr}$

∴ P पर $\vec{OP}$ दिशा में विद्युतीय क्षेत्र

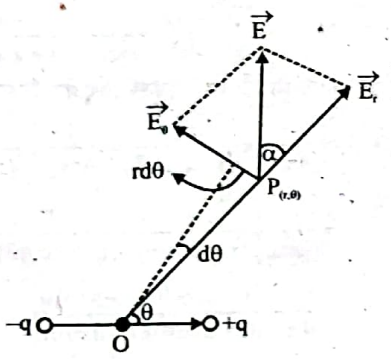
$$E_r = -\frac{dV}{dr} = -\frac{d}{dr}\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{p\cos\theta}{r^2}\right)$$

$$\boxed{E_r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2p\cos\theta}{r^3}} \quad ...(5)$$

P पर $\vec{OP}$ के लम्बवत् दिशा में विद्युतीय क्षेत्र

$$E_\theta = -\frac{dV}{rd\theta} = -\frac{d}{rd\theta}\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{p\cos\theta}{r^2}\right)$$

∴ $$E_\theta = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{p\cos\theta}{r^2} \quad ...(6)$$




∴ P पर परिमाणी विद्युतीय क्षेत्र, $\boxed{C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\log(r_2/r_1)}}$

∵ $\vec{E_r} \perp \vec{E_0}$

∴ $$E_r = \sqrt{\vec{E_r^2} + \vec{E_\theta^2}} = \sqrt{\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2p\cos\theta}{r^3}\right)^2 + \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p\sin\theta}{r^3}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p}{r^3}\sqrt{4\cos^2\theta + \sin^2\theta}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p}{r^3}\sqrt{3\cos^2\theta + 1}}$$

अगर $\vec{E}, \vec{E_r}$ के साथ $\alpha$ कोण बनाता हो, तब

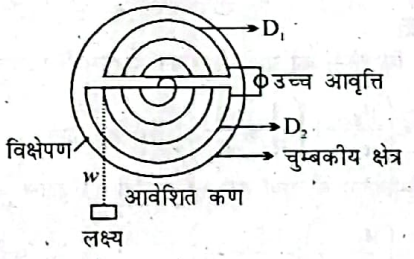
$$\tan\alpha = \frac{E_\theta}{E_r} = \frac{1}{2}\tan\theta$$

∴ $$\boxed{\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\tan\theta\right)} \quad ...(7)$$

**22. सिद्धान्त :** जब किसी धनावेशित कण को उच्च आवृत्ति के विद्युत क्षेत्र में प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र का प्रयोग करते हुए बार-बार गति करायी जाती है तो यह त्वरित होता है तथा पर्याप्त मात्र में अत्यधिक ऊर्जा प्राप्त कर लेता है।

**बनावट :** यह दो खोखले गोले D आकृति के धात्विक अक्षों का बना होता है, जिन्हें डीज कहते हैं। इन डीज के मध्य कुछ अन्तराल रखा जाता है जिसमें धनावेशित कणों के स्रोत को रखा जाता है। डीज को उच्च आवृत्ति दोलक से जोड़ा जाता है जो कि डीज के अन्तराल में उच्च आवृत्ति विद्युत क्षेत्र प्रदान करता है। इस व्यवस्था को प्रबल चुम्बक के दो ध्रुवों के मध्य रखा जाता है। इस विद्युत चुम्बक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र अर्द्धचन्द्र के तल के लम्बवत होता है।

**कार्यविधि :** यदि O से कोई धनावेशित कण उत्सर्जित होता है तथा जब $D_2$ ऋणावेशित होती है व $D_1$ धनावेशित होती है तो कण $D_2$ की ओर त्वरित होता है। जैसे ही यह $D_2$ में प्रवेश करता है, यह धात्विक कण के विद्युत क्षेत्र में घिर जाता है। $D_2$ में यह चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् गति करता है। इसलिए $D_2$ में यह अर्द्धवृत्ताकार पथ का अनुकरण करता है। अर्द्धवृत्त पूर्ण करने के पश्चात् जब डीज की ध्रुवणता उत्क्रमित हो जाती है तो यह डीज के मध्य अन्तराल में प्रवेश करता है। अब प्रोटॉन $D_1$ की ओर त्वरित होता है। अब यह $D_1$ में प्रवेश करता है तथा चुम्बकीय क्षेत्र के कारण अर्धवृत्ताकार पथ का अनुसरण करता है जो प्रोटॉन की गति के लंबवत होता है। यह प्रक्रिया तब तक चलते रहती है जब तक कि प्रोटॉन डीज निकाय की परिधि तक न पहुँच जाए। इस स्थिति में प्रोटॉन विक्षेपण प्लेट द्वारा विक्षेपित हो जाता है, जो कि खिड़की $w$ में से होता हुआ लक्ष्य से टकराता है।




**सिद्धान्त** (Theory) : जब कोई प्रोटॉन अर्धचन्द्र में चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के लम्बवत् गर्म करता है तब इस पर कार्यरत लॉरेन्ज बल

$$F = qvB\sin 90° = qvB$$

यह बल आवेशित कण को $r$ त्रिज्या के वृत्ताकार पथ में गति कराने के लिए अभिकेन्द्र बल $\frac{mv^2}{r}$ प्रदान करता है।

∴ $$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

या, $$r = \frac{mv}{qB}$$

अर्धचन्द्र में कण द्वारा अर्द्धवृत्त पूर्ण करने में लगा समय

$$t = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{\pi r}{v}$$

$$t = \frac{\pi}{v} \cdot \frac{mv}{qB}$$

$$\boxed{t = \frac{\pi m}{qB}}$$

अतः धनात्मक आवेशित कण द्वारा अर्द्धवृत्त पूर्ण करने में लगा समय समान होता है तथा त्रिज्या पर निर्भर नहीं करता है।

आवर्त्तकाल (Time Period) $\boxed{T = \frac{2\pi m}{qB}}$

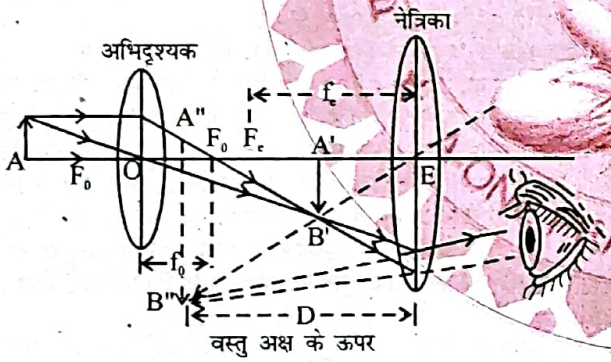
साइक्लोट्रॉन $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{2\pi m}{qB}} = \frac{qB}{2\pi m}$

साइक्लोट्रॉन कोणीय आवृत्ति $\omega = 2\pi\nu = \frac{qB}{m}$

$$\boxed{\omega = \frac{qB}{m}}$$

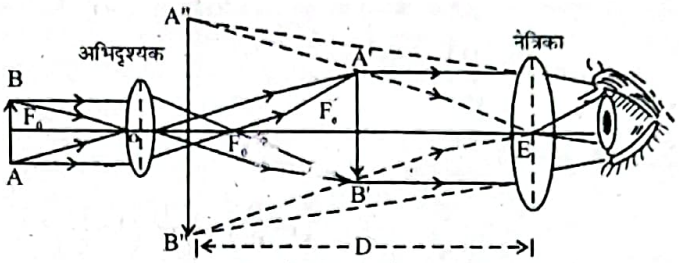
**23. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी**-संयुक्त सूक्ष्मदर्शी वैसा प्रकाशिक यंत्र है जिससे समीप की सूक्ष्म की वस्तु का बड़ा प्रतिबिम्ब बनता है। इस प्रतिबिम्ब द्वारा प्रेक्षक को आँख पर बना दर्शन कोण काफी बड़ा बनता है, जिससे उसे वस्तु बड़ी दिखाई देती है।

**बनावट**-चित्रानुसार संयुक्त सूक्ष्मदर्शी साधारणतः दो समाक्षीय उत्तल लेन्सों को एक धातु की लम्बी बेलनाकार नली में इस प्रकार समायोजित कर बनाया जाता है कि कम फोकस दूरी तथा कम द्वारक (अभिमुख) का लेन्स वस्तु की तरफ हो। इसमें वस्तु लेन्स (अभिदृश्यक) O तथा नली के दूसरे सिरे पर एक अन्य पतली नली में अधिक फोकस दूरी तथा बड़े या चौड़े द्वारक (अभिमुख) का लेन्स लगा होता है, इसे नेत्रिका E कहा जाता है। इसके फोकस पर क्रॉस तार लगे होते हैं। नेत्रिका वाली छोटी नली को बाहर वाली लम्बी नली में दन्तुर दण्डचक्रक प्रबन्ध द्वारा आगे या पीछे खिसकाया जा सकता है, जिससे धातु लेन्स तथा नेत्रिका के बीच की दूरी बदली जा सकती है।



वस्तु अक्ष के ऊपर

**समायोजन**-सर्वप्रथम नेत्रिका को आगे-पीछे खिसकाकर उसमें से क्रॉस-तार को स्पष्टतः देखा जाता है, फिर लम्बन दोष दूर होने तक वस्तु को लेन्स के ठीक नीचे रखकर दन्तुर दण्ड चक्र से पूर्ण नली को वस्तु का प्रतिबिम्ब क्रॉस-तार पर बनने तक खिसकाया जाता है। इससे वस्तु का प्रतिबिम्ब स्पष्ट दिखता है। माना कि A" B" एक छोटी वस्तु लेन्स की फोकस दूरी के बाहर है जिसका वस्तु लेन्स द्वारा बना वास्तविक उल्टा तथा आवर्द्धित प्रतिबिम्ब A'B' है। यह नेत्रिका के लिए वस्तु लेन्स का कार्य करता है। नेत्रिका को इस प्रकार समायोजित किया जाता है कि A'B' नेत्रिका की फोकस दूरी EFe के भीतर ऐसे स्थान पर बनती है कि वह आवर्द्धित तथा सीधा आभासी प्रतिबिम्ब AB आँख से स्पष्ट-दृष्टि की न्यूनतम दूरी D पर होता हो। इस प्रकार संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से प्रतिबिम्ब की आवर्धक क्रिया दो बार सम्पादित होती है-पहली बार वस्तु लेन्स द्वारा और दूसरी बार नेत्रिका द्वारा। अतः संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में सरल सूक्ष्मदर्शी की अपेक्षा बहुत अधिक आवर्धन प्राप्त होता है।



वस्तु अक्ष के परित ऊर्ध्वाधरत सममित

**आवर्धन क्षमता**-संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता आँख पर अंतिम प्रतिबिम्ब द्वारा अंतरित कोण तथा स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर रखने पर वस्तु द्वारा आँख पर अन्तरित कोण का अनुपात होता है।

अतः आवर्धन क्षमता

$$M = \frac{\text{अन्तिम प्रतिबिम्ब द्वारा आँख पर बना कोण } (\beta)}{\text{स्पष्ट दृष्टि न्यूनतम दूरी पर वस्तु द्वारा आँख पर बना कोण } (\alpha)}$$

$\therefore M = \frac{\beta}{\alpha}$

$\beta = \frac{A"B"}{v_e} = \frac{A"B"}{D}$,

जहाँ $v_e$ नेत्रिका से अंतिम प्रतिबिम्ब की दूरी है जो कि स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी = D के बराबर है।

$\alpha = \frac{AB}{D}$, जहाँ D स्पष्ट-दृष्टि की न्यूनतम दूरी है।

$\therefore$ $\alpha$ तथा $\beta$ प्रायः बहुत छोटे होते हैं।

$\therefore \alpha = \tan\alpha$ तथा $\beta = \tan\beta$

$\therefore M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{A"B"}{A'B'}$, $\frac{AB}{D} = \frac{A"B"}{AB}$

$\therefore \frac{A"B"}{AB} = \frac{A"B"}{A'B'}\frac{A'B'}{AB}$

$\therefore$ संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता, $M = \frac{A"B"}{A'B'}.\frac{A'B'}{AB}$

$\frac{A'B'}{AB}$ = नेत्रिका द्वारा A"B" प्रतिबिम्ब का आवर्धन $m_1 = \frac{D}{u_e}$, जहाँ $u_e$ नेत्रिका से A'B' की दूरी है।

$\frac{A'B'}{AB}$ = वस्तु लेन्स द्वारा A'B' प्रतिबिम्ब का आवर्धन, $m_2 = \frac{v_0}{u_0}$

$\therefore M = m_1 m_2 = \frac{D}{u_e}.\frac{v_0}{u_0} = \frac{v_0}{u_0}.\frac{D}{u_c}$

(a) अंतिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट-दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर बनने की स्थिति में, $v = D$

अतः लेन्स के सूत्रानुसार $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ में, $u = -u_e$, $u = -D$ तथा $f = f_e$ रखने पर हम पाते हैं कि $\frac{1}{-D} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$

या, $\frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e} + \frac{1}{D}$

या, $\frac{D}{u_e} = \left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$

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

(b) अन्तिम प्रतिबिम्ब के अनन्त पर बनने की स्थिति में $u_e = f_e$

अतः $M = \frac{v_0}{u_0}\left(\frac{D}{f_e}\right)$

इसके अतिरिक्त $\frac{v_0}{u_0} = \frac{v_0}{f_0}$

$\therefore \quad M = \frac{v_0}{u_0}\left(1+\frac{D}{f_e}\right) = \left(\frac{v_0}{f_0}-1\right)\left(1+\frac{D}{f_e}\right) \left(\frac{v_0 - f_0}{f_0}\right)\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$

$\because$ $f_0$ प्रतिबिम्ब दूरी $v_0$ की तुलना में बहुत छोटा है।

$\therefore \quad M = \frac{v_0}{u_0}\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$, जहाँ $v_0 - f_0$ में $f_0$, $v_0$ की तुलना में नगण्य है।

**24. जूल का नियम** (Joule's law)–

**पहला नियम**– किसी नियत प्रतिरोध वाले तार से नियत समय तक प्रवाहित विद्युत धारा के कारण उत्पन्न ऊष्मा प्रवाहित विद्युत धारा के वर्ग के समानुपाती होती है।

अर्थात् $H \propto I^2$, जब R तथा T नियत हो।

**दूसरा नियम**– किसी चालक से नियत समय तक प्रवाहित नियत विद्युत धारा के कारण उत्पन्न ऊष्मा, उसके प्रतिरोध के समानुपाती होती है।

अर्थात् $H \propto R$, जब I तथा T नियत हो।

**तीसरा नियम**– किसी नियत प्रतिरोध के चालक से प्रवाहित नियत विद्युत धारा के कारण उत्पन्न ऊष्मा विद्युत धारा प्रवाहित होने में लगे समय के समानुपाती होता है।

अर्थात् $H \propto T$, जब R तथा I नियत हो।

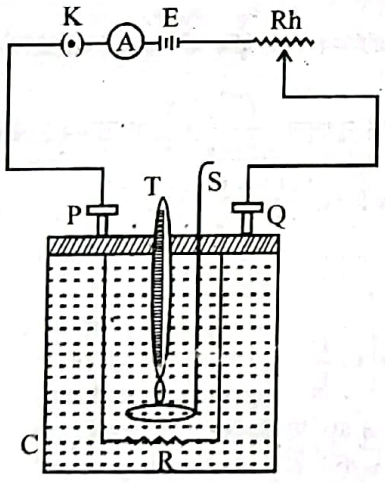
**जूल के नियमों का प्रायोगिक सत्यापन** (Experimental Verification of Joule's law)–जूल के नियमों की प्रायोगिक सत्यापन में एक विशेष प्रकार के कैलोरीमीटर का उपयोग करते हैं जिसे जूल का कैलोरी मीटर कहते हैं। इसमें दो तिहाई जल भरा जाता है। पेंच P तथा Q से एक प्रतिरोध R जोड़कर जल में डुबा दिया जाता है। ताप मापने के लिए थर्मामीटर T लगाया जाता है। कैलोरीमीटर को चित्र में दर्शाए गए विद्युत परिपथ से जोड़ा जाता है।

**पहले नियम का सत्यापन**– इस प्रयोग में धारा नियंत्रक (RH) से धारा को नियंत्रित कर R प्रतिरोध से T समय तक विद्युत धारा $I_1$ प्रवाहित किया जाता है। उत्पन्न ऊष्मा के कारण जल का ताप बढ़ जाता है। जल के ताप में अन्तर $(\theta_2 - \theta_1)$ थर्मामीटर से ज्ञात करते हैं। अब धारा का मान बदलकर $I_2$ किया जाता है तथा पुनः ताप में अंतर $(\theta_4 - \theta_3)$ ज्ञात किया जाता है।

अगर पहली स्थिति में उत्पन्न ऊष्मा $H_1$ तथा दूसरी स्थिति में उत्पन्न ऊष्मा $H_2$ हो, तो

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_4 - \theta_3)} \qquad ...(1)$$

प्रायोगिक मानों से पाते हैं कि,




$$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_4 - \theta_3)} \qquad ...(2)$$

अतः समीकरण (1) तथा (2) से स्पष्ट है कि

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2}$$

$\Rightarrow$ $H \propto I^2$ जब R तथा T नियत है।

यह जूल का प्रथम नियम है।

**दूसरे नियम का सत्यापन**– इस नियम के सत्यापन के लिए दो ज्ञात प्रतिरोध $R_1$ तथा $R_2$ लिया जाता है। पहले प्रतिरोध $R_1$ को पेंचों के साथ जोड़ा जाता है। अब परिपथ से I एम्पियर की धारा T सेकण्ड तक प्रवाहित कर ताप में अंतर $(\theta_2 - \theta_1)$ ज्ञात किया जाता है।

अब दूसरे प्रतिरोध $R_2$ को पेंचों के साथ जोड़कर पुनः नियत धारा I एम्पियर T सेकण्ड तक प्रवाहित किया जाता है तथा ताप में अंतर $(\theta_4 - \theta_3)$ ज्ञात कियां जाता है।

इस स्थिति में, $\frac{H_1}{H_2} = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_4 - \theta_3)}$ ...(3)

प्रायोगिक मानों से पाते हैं कि $\frac{R_1}{R_2} = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_4 - \theta_3)}$ ...(4)

समीकरण (3) तथा (4) से स्पष्ट है कि, $\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_1}{R_2}$

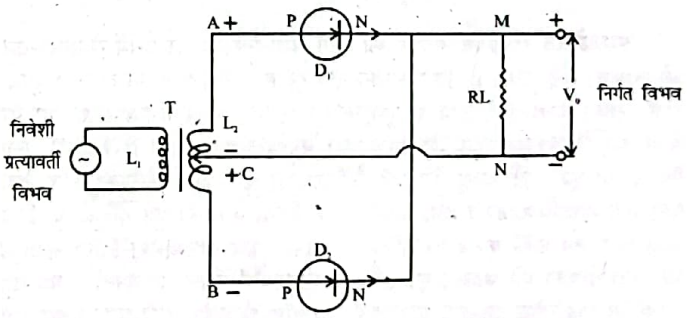
$\Rightarrow$ $H \propto R$ जब I तथा T नियत है। यह जूल का दूसरा नियम है।

**तीसरे नियम का सत्यापन**– इस प्रयोग में नियत विद्युत धारा I ऐम्पियर नियत समय T प्रतिरोध R से $T_1$ सेकण्ड तथा $T_2$ सेकण्ड तक प्रवाहित किया जाता है तथा प्रत्येक स्थिति में ताप में अंतर $(\theta_2 - \theta_1)$ और $(\theta_4 - \theta_3)$ ज्ञात किया जाता है। पाते हैं कि,

$$\therefore \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_4 - \theta_3)} = \frac{t_1}{t_2}$$

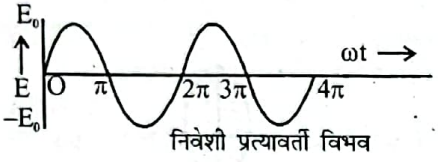
अर्थात् $H \propto T$ जब I तथा R नियत हो। यही तीसरा नियम है।

**25. P-N संधि डायोड की पूर्ण तरंग दिष्टीकरण**- चित्रनुसार संधि डायोड की पूर्ण तरंग दिष्टीकरण क्रिया प्रदर्शित है। इसमें दो संधि डायोड $D_1$ और $D_2$ प्रयुक्त किये जाते हैं। ट्रान्सफार्मर T की प्राथमिक कुण्डली $L_1$ के सिरों के बीच निवेशी प्रत्यावर्ती विभव लगाया जाता है तथा द्वितीयक कुण्डली $L_2$ के सिरे A व B दोनों डायोडों के P सिरों से जोड़ देते हैं। दोनों डायोडों के N सिरे आपस में जोड़े जाते हैं तथा N सिरे व ट्रान्सफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डली के मध्य बिन्दु C के बीच लोड प्रतिरोध $R_L$ लगाकर इसके सिरों के बीच निर्गत दिष्ट विभव प्राप्त किया जाता है।

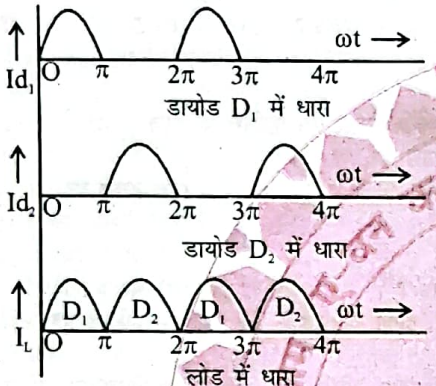



निवेश प्रत्यावर्ती विभव के आधे चक्र में डायोड $D_1$ का P सिरा धनात्मक तथा डायोड $D_2$ का P सिरा ऋणात्मक विभव पर होता है, अतः डायोड $D_1$ अग्र अभिनति में तथा डायोड $D_2$ पश्च अभिनति में होता है, फलतः डायोड $D_1$ से होकर धारा बहती है तथा डायोड $D_2$ से होकर धारा नहीं बहती है। शेष आधे चक्र

में डायोड $D_1$ का P सिरा ऋणात्मक तथा डायोड $D_2$ का P सिरा धनात्मक विभव पर होता है, अतः डायोड $D_1$ पश्च अभिनति में तथा डायोड $D_2$ अग्र अभिनति में होता है। फलतः डायोड $D_1$ से होकर धारा प्रवाहित नहीं होती है, केवल डायोड $D_2$ से होकर धारा प्रवाहित होती है। इस प्रकार, निवेशी विभव के पूर्ण चक्र में लोड प्रतिरोध $R_L$ के सिरों के मध्य निर्गत विभव एक ही दिशा में प्राप्त हो जाता है। चित्र से स्पष्ट है कि निवेशी प्रत्यावर्ती विभव के पूर्ण चक्र में लोड $R_L$ में धारा की दिशा सदैव सिरे M से सिरे N की ओर रहती है (यद्यपि धारा, समय के साथ परिवर्ती रहती है)। अर्थात् लोड $R_L$ में एक दिशीय प्रत्यावर्ती धारा प्राप्त होती है।



निवेशी प्रत्यावर्ती विभव

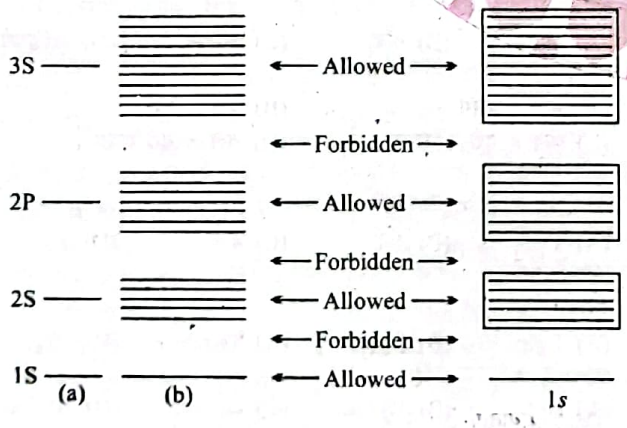


डायोड $D_1$ में धारा

डायोड $D_2$ में धारा

लोड में धारा

**26. ठोस के पट्टी सिद्धांत**–इस सिद्धांत से इन तीनों को समझाया जा सकता है। इस सिद्धांत के अनुसार प्रत्येक परमाणु में इलेक्ट्रॉन न्यूक्लियस से दृढ़तापूर्वक बँधा रहता है। इस प्रकार के परमाणु के ऊर्जा तल चित्र (a) में दिखाए गए हैं। इस प्रकार के कुछ परमाणु एक साथ मिल जाएँ तो प्रत्येक दशा के संगत थोड़ा भिन्न ऊर्जा का असंतत ऊर्जातल होगा। जैसा चित्र (b) में दिखाया गया है। ठोस में परमाणु की संख्या अत्यधिक होती है। इससे नया ऊर्जातल बहुत ही समीप होता है जिससे पट्टे (bands) बनते, जैसा चित्र (c) में दिखाया गया है। $1s$, $2s$, $2p$ तथा $3s$ पट्टों में ऊर्जातल सतत है। अगर M परमाणु हों तो प्रत्येक $l$ के संगत $m_l$–दशाओं की संख्या $(2l+1)$ है और एक डिस हुए S के लिए $m_s\left(=\pm\frac{1}{2}\right)$ के दो मान 2 से निरूपित होते हैं।




विभिन्न प्रकार के ठोस में पट्टा संरचना विभिन्न प्रकार की होती है। केवल इन्हीं पट्टों में इलेक्ट्रॉन रह सकते हैं या चाल सकते हैं। ये पट्टे छायांकित है और इन्हें अनुमत पट्टे (allowed bands) कहते हैं। अनुमत पट्टों के बीच के क्षेत्र को निषिद्ध क्षेत्र (forbidden regions) कहा जाता है, क्योंकि वहाँ इलेक्ट्रॉन को नहीं रखा जा सकता है। आमतौर पर निचला पट्टा इलेक्ट्रॉन से भरा रहता है। सबसे ऊपर का पट्टा जो अंशतः या पूर्णतः भरा रह सकता है संयोजकता पट्टा (valence band) कहलाता है।

**कुचालक** (Insulators)–किसी पदार्थ की पट्ट। संरचना ऐसी हो कि उच्चतम पूर्णतः परित पट्टा एवं निम्नतम अनुमत खाली पट्टा के बीच का निषिद्ध क्षेत्र बहुत चौड़ा (– 3 to 7 eV) हो तो उस पदार्थ को कुचालक कहा जाता है, जैसा चित्र (a) में दिखाया गया है।

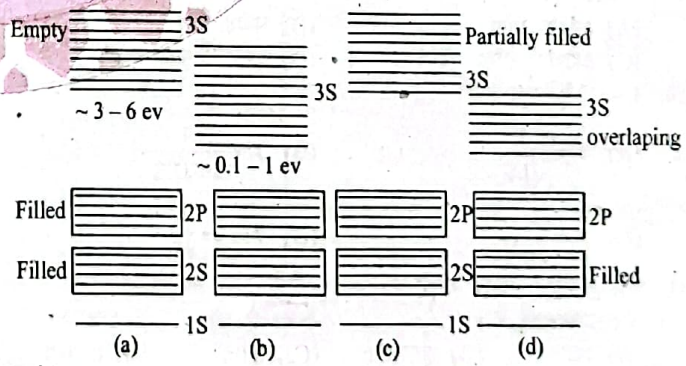
चूँकि निम्नतम पट्टा पूर्णतः भरा है, इसलिए कोई धारा नहीं हो सकती है। धारा प्राप्त करने का केवल एक ही रास्ता है कि इलेक्ट्रॉन को गर्म कर या विद्युत क्षेत्र आरोपित कर इतनी ऊर्जा प्रदान की जाए कि भरे पट्टे से इलेक्ट्रॉन चलकर खाली पट्टे में आ जाएँ और चलने को स्वतंत्र हो। इन इलेक्ट्रॉनों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए उच्च तल की आवश्यकता होती है। इस प्रकार के पदार्थ ऊष्मा एवं विद्युत के कुचालक होते हैं तथा इन्हें रोधी (insulators) कहा जाता है।

**अर्द्धचालक** (Semiconductors)–किसी पदार्थ की टूटा संरचना ऐसी हो कि उच्चतम पूर्णतः परित पट्टा और निम्नतम खाली पट्टा के बीच की निषिद्ध क्षेत्र बहुत ही संकीर्ण (~ 0.1 to 1 eV) हो तो उस पदार्थ को अर्द्धचालक कहा जाता है, जैसा चित्र (b) में दिखाया गया है।

कुछ उदाहरण नीचे दिए जाते हैं–

(a) सिलिकन 1.14 eV (b) जरमेनियम 0.67 eV (c) टेल्यूरियम 0.33 eV (d) In, Sb 0.23 eV (e) टिन भूरा ~ 0.1 eV ऊर्जा की अल्प मात्रा लगाकर इलेक्ट्रॉन को भरे पट्ट की खाली पट्टे में ले जाया जा सकता है। गर्म कर या विद्युत क्षेत्र लगाकर ऐसा किया जा सकता है। एक बार उत्तेजित पट्टा में आ जाने पर इलेक्ट्रॉन स्वतंत्र हो जाते हैं और चालकता के लिए उत्तरदायी होते हैं। भरे पट्टे को इलेक्ट्रॉन जब छोड़ देते हैं तो उनके स्थान पर छिद्र बन जाते हैं। नजदीक के स्थान से इलेक्ट्रॉन चलकर इन छिद्रों को भर सकते हैं। तब ऐसा भी कहा जा सकता है कि छिद्र दूसरी ऊर्जा दशा में चला गया है। इस प्रकार छिद्र भी धनावेश इलेक्ट्रॉन जैसा व्यवहार करता है और विद्युत धारा उत्पन्न करता है।

**चालक** (Conductors)–अगर किसी पदार्थ की पट्टा संरचना ऐसी है कि सबसे ऊपर का पट्टा (संयोजकता पट्टा) अंशतः भरा है जैसा चित्र (c) में दिखाया गया है या अगर पूर्णतः भरा है और दूसरे अनुमत खाली पट्टा से आच्छादित है जैसा चित्र (d) में दिखाया गया है तो पदार्थ को चालक कहा जाता है। इस तरह के पट्टे को चालक पट्टे (conductor bands) कहते हैं। दोनों हालत में इलेक्ट्रॉन को चलने के लिए खाली स्थान प्राप्त है जिससे धारा उत्पन्न होती है। सभी धातु तथा कुछ अधातु ऐसा गुण प्रदर्शित करते हैं तथा ऊष्मा एवं विद्युत के अच्छे चालक है।




**अर्द्धचालक पर ताप का प्रभाव**–किसी अर्द्धचालक का प्रतिरोध तापमान में परिवर्तन के साथ बदलता रहता है। जब तापमान बढ़ता है तब अर्द्धचालक का प्रतिरोध घटता है तथा जब तापमान घटता है तब प्रतिरोध बढ़ता है। यही कारण है कि निम्न ताप पर Ge कुचालक होता है। लेकिन उच्च ताप पर यही Ge सुचालक हो जाता है।