MODEL PAPER – 5

● 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. समानान्तर प्लेट संधारित्र के प्लेटों के बीच परावैद्युत पदार्थ डालने पर संधारित्र की धारिता
   (A) बढ़ती है (B) घटती है
   (C) अपरिवर्तित रहती है (D) कुछ कहा नहीं जा सकता
2. एक हीटर (100W-220V) के तार को बीच से दो टूकड़े कर समानान्तर क्रम में जोड़कर 200V के स्रोत से जोड़ा जाता है। कितनी शक्ति प्राप्त होगी ?
   (A) 400 W (B) 50 W (C) 25 W (D) 200 W
3. चॉक कुंडली प्रेरकत्व 5 H है। इसमें बहती धारा 2AS-1 की दर से बह रही है। प्रेरित विद्युत वाहक बल होगा
   (A) 10V (B) –10V (C) 2.5V (D) 5V
4. एक ओम प्रतिरोध वाले एक सामान्य तार को 4 बराबर भागों में बाँट कर उन्हें समानान्तर क्रम में जोड़ दिया जाता है। संयोजन का तुल्य प्रतिरोध होगा
   (A) 4 ओम (B) 1 ओम (C) $\frac{1}{4}$ ओम (D) $\frac{1}{16}$ ओम
5. यदि किसी कमानी में धारा प्रवाहित की जाय तो कमानी
   (A) संकुचित होती है (B) फैलती है
   (C) दोलन गति करती है (D) अपरिवर्तित रहती है
6. स्वस्थ मनुष्य के शरीर का विद्युत प्रतिरोध है
   (A) 50000Ω (B) 10000Ω (C) 1000Ω (D) 10Ω
7. 10 ऐम्पियर की धारा एक तार से 10 सेकेण्ड तक प्रवाहित होती है। यदि तार का विभवान्तर 15 वोल्ट हो, तो किया गया कार्य होगा
   (A) 150J (B) 75J (C) 1500J (D) 750J
8. निकेल है
   (A) प्रतिचुम्बकीय (B) अनुचुम्बकीय
   (C) लौह चुम्बकीय (D) इनमें से कोई नहीं
9. किसी चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण है
   (A) अदिश राशि (B) सदिश राशि
   (C) उदासीन राशि (D) इनमें से कोई नहीं
10. L – C परिपथ की आवृत्ति होती है
    (A) $f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (B) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
    (C) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{L}{C}}$ (D) $f = 2\pi\sqrt{\frac{C}{L}}$
11. साइक्लोट्रान किस कण को उच्च ऊर्जा तक त्वरित करने के लिये उपयुक्त नहीं है ?
    (A) प्रोटॉन (B) इलेक्ट्रॉन (C) न्यूट्रान (D) α-कण
12. इलेक्ट्रान वोल्ट (eV) द्वारा मापा जाता है
    (A) आवेश (B) विभवान्तर (C) धारा (D) ऊर्जा
13. लेंस का नियम संबद्ध है
    (A) आवेश से (B) द्रव्यमान से
    (C) ऊर्जा से (D) संवेग के संरक्षण सिद्धान्त से
14. जल को कीटाणुरहित करने के लिय उपयुक्त है
    (A) अवरक्त विकिरण (B) पराबैंगनी किरण
    (C) पीला प्रकाश (D) माइक्रो तरंग
15. एक उत्तल लेंस दो पदार्थों से बना हुआ है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस उत्तल लेंस से कितने प्रतिबिम्ब बन सकते हैं ?

    (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
16. एक द्वि-उत्तल लेंस आभासी प्रतिबिम्ब बना सकता है, यदि वस्तु स्थित है
    (A) प्रकाशिक केन्द्र एवं फोकस के बीच
    (B) फोकस पर
    (C) f और $2f$ के बीच (D) अनंत पर
17. जब प्रकाश की एक किरण स्लैब में प्रवेश करती है, तो इसका तरंगदैर्ध्य
    (A) बढ़ता है (B) घटता है
    (C) अपरिवर्तित रहता है (D) आँकड़े पूर्ण नहीं हैं
18. किसी वस्तु का मनुष्य की आँख पर बना प्रतिबिम्ब होता है
    (A) काल्पनिक, सीधा (B) वास्तविक, सीधा
    (C) काल्पनिक, उल्टा (D) वास्तविक, उल्टा
19. समतल ध्रुवित प्रकाश में कम्पन होते हैं
    (A) सभी दिशाओं में समान (B) केवल एक दिशा में
    (C) परस्पर लंबवत दिशा में (D) इनमें से कोई नहीं
20. यंग के प्रयोग में यदि प्रकाश के तरंगदैर्ध्य दुगुनी कर दी जाय तो फ्रिंज की चौड़ाई
    (A) वही रहेगी (B) दुगुनी हो जायेगी
    (C) आधी रह जायेगी (D) चार गुणी हो जायेगी
21. तरंगों के व्यक्तिकरण की घटना में
    (A) ऊर्जा का क्षय होता है (B) ऊर्जा का लाभ होता है
    (C) ऊर्जा का न तो लाभ होता है और न ही क्षय होता है
    (D) इनमें से कोई नहीं
22. निम्न में से किस धातु का विद्युतीय कार्य फलन न्यूनतम है ?
    (A) लोहा (B) ताँबा (C) बेरियम (D) सोडियम
23. प्लांक नियतांक की विमा है
    (A) बल × समय (B) बल × दूरी
    (C) बल × दूरी × समय (D) बल × दूरी/समय
24. यदि इलेक्ट्रॉन का आवर्त्तकाल हाइड्रोजन परमाणु के प्रथम कक्षा में T हो, तो इलेक्ट्रॉन का आवर्त्तकाल द्वितीय कक्षा में होगा
    (A) T (B) 2 T (C) 4 T (D) 8 T
25. रेडियो सक्रिय पदार्थ (अर्द्ध आयु 2 घंटा) का 32 gm 10 घंटे में कितना क्षय होगा ?
    (A) 1 gm (B) 2 gm (C) 31 gm (D) 25 gm
26. परमाणु का आकार होता है
    (A) 10^{-6} m (B) 10^{-4} m (C) 10^{-10} m (D) 10^{-12} m
27. प्रकीर्णित α-कणों का गमन पथ होता है
    (A) वृत्ताकार (B) दीर्घ वृत्ताकार
    (C) परवलयाकार (D) अति परवलयाकार

28. सिलिकन का ऊर्जा अंतराल 1.14 eV है। अधिकतम तरंगदैर्ध्य जिस पर कि सिलिकॉन ऊर्जा का अवशोषण आरम्भ कर देगा, वह कहाँ होगी ?
(A) 10877 Å (B) 1087.7 Å (C) 108.77 Å (D) 10.877 Å

29. 64 सामान्य बूँदें जिनमें प्रत्येक की धारिता 5 μf है, मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती है। बड़े बूँद की धारिता क्या होगी ?
(A) 4 μf (B) 25 μf (C) 20 μf (D) 164 μf

30. संयोजक ऊर्जा बैंड तथा चालन ऊर्जा बैंड के बीच के अंतराल को
(A) फर्मी बैंड (B) बैण्ड गैप
(C) संयोजक बैंड (D) चालन बैंड कहते हैं

31. अर्द्धचालक में विद्युत चालकता का कारण है
(A) केवल इलेक्ट्रॉन (B) केवल छिद्र
(C) इलेक्ट्रॉन तथा छिद्र दोनों (D) इनमें से कोई नहीं

32. निवेशी वोल्टेज/धारा को बढ़ाने वाले यंत्र को कहते हैं
(A) प्रवर्धक (B) दोलित (C) दिष्टकारी (D) डायोड

33. n-p-n ट्रांजिस्टर की क्रिया में उत्सर्जक धारा i_e, आधार धारा i_b तथा संग्राहक धारा i_c में सम्बन्ध है
(A) $i_e = i_c - i_b$ (B) $i_b = i_e - i_c$ (C) $i_e = i_c - i_b$ (D) $i_b = i_e - i_c$

34. स्काई वेव संचरण आधारित है
(A) आयन मण्डल द्वारा परावर्तन पर
(B) आयन मण्डल द्वारा अवशोषण पर
(C) आयन मण्डल में से संचरण पर
(D) इनमें से कोई नहीं

35. प्रकाशीय तंतु है
(A) सम्प्रेषण लाइन (B) तरंग निर्देशक
(C) सम्प्रेषण तथा तरंग निर्देशक दोनों
(D) इनमें से कोई नहीं

36. एक आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध होता है
(A) अनन्त (B) शून्य
(C) 50000 Ω (D) इनमें से कोई नहीं

37. ट्रांसफार्मर का क्रोड बनाने के लिये सबसे उपयुक्त पदार्थ निम्नलिखित में से कौन है ?
(A) मुलायम इस्पात (B) ताँबा
(C) स्टेनलेस स्टील (D) अलनीको

38. लेंस की शक्ति का मात्रक होता है
(A) लैम्डा (B) कैण्डैला (C) डायोप्टर (D) वाट

39. जब कोई हाइड्रोजन परमाणु निम्नतम ऊर्जा अवस्था से उद्दीप्त होकर चतुर्थ कक्षा में आ जाता है तो वह अधिकतम कितनी वर्णक्रम रेखायें उत्सर्जित कर सकते हैं ?
(A) 6 (B) 4 (C) 3 (D) 1

40. रिडवर्ग नियतांक का मात्रक है
(A) m^{-1} (B) m मीटर
(C) S^{-1} प्रति सेकेण्ड (D) S-सेकेण्ड

41. Ph संधि डायोड का उपयोग करते हैं
(A) प्रवर्द्धक (B) दोलन
(C) मोडुलेटर (D) दिष्टकारी की तरह

42. P-प्रकार एवं N-प्रकार का अर्द्धचालक होता है
(A) विद्युतीय उदासीन (B) विद्युतीय धनात्मक
(C) विद्युतीय ऋणात्मक (D) इनमें से कोई नहीं

43. नाभिक की प्रति न्यूक्लिऑन औसत बंधान ऊर्जा होती है
(A) 8 eV (B) 8 MeV (C) 8 BeV (D) 8 जूल

44. यदि ड्यूट्रॉन की बंधान ऊर्जा 2.23 MeV हो, तो a.m.u. में इसकी द्रव्यमान-क्षति होगी
(A) 0.0020 (B) 0.0012 (C) 0.0015 (D) 0.0024)

45. द्वि-आधारी संख्या 111 निरूपित करती है
(A) एक (B) तीन
(C) सात (D) एक सौ ग्यारह

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

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(A) OR (B) AND (C) NOT (D) NOR

47. वाक् सिग्नलों की आवृत्ति परास होता है
(A) 300 हर्ट्ज से 3100 हर्ट्ज (B) 100 हर्ट्ज से 1000 हर्ट्ज
(C) 300 हर्ट्ज से 31×10^3 हर्ट्ज
(D) 30 हर्ट्ज से 300 हर्ट्ज

48. क्षितिज के पार स्थित अभिग्राही तक संचार के लिये निम्न में से कौन-सी आवृत्ति उपयुक्त है ?
(A) 10 KHz (B) 10 MHz
(C) 1GHz (D) 1000 GHz

49. ε_0 की विमाएँ हैं
(A) $M^{-1}L^{-3}T^3A$ (B) $M^{-1}L^{-3}T^4A^2$
(C) $M^0L^0T^0A^0$ (D) $M^3L^{-3}T^3A^3$

50. निम्नलिखित में कौन सदिश राशि है ?
(A) आवेश (B) धारिता
(C) विद्युत-तीव्रता (D) इनमें से कोई नहीं

51. m द्रव्यमान तथा e आवेश का एक इलेक्ट्रॉन विरामावस्था से V विभवान्तर पर त्वरित होता है। इलेक्ट्रॉन का अन्तिम वेग होगा
(A) $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$ (B) $\sqrt{\frac{eV}{m}}$ (C) $\frac{eV}{2m}$ (D) $\frac{eV}{m}$

52. एक विद्युत द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु (r, θ) परी विभव का व्यंजक है
(A) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos\theta}{r}$ (B) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos\theta}{r^2}$
(C) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{pr}{\cos\theta}$ (D) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{pr^2}{\cos\theta}$

53. कौन सही है ?
(A) धारा अदिश है और धारा-घनत्व सदिश है
(B) धारा सदिश है और धारा-घनत्व अदिश है
(C) दोनों सदिश है (D) दोनों अदिश है

54. विद्युत परिपथ की शक्ति होती है
(A) V × R (B) $V^2 \times R$ (C) V^2/R (D) $V^2 \times R \times I$

55. एक धारामापी का प्रतिरोध G है। कुल धारा का $\frac{1}{n}$ भाग प्रवाहित करने के लिए व्यवहृत शंट का प्रतिरोध होगा
(A) nG (B) $\left(\frac{n-1}{G}\right)$ (C) $\frac{G}{n}$ (D) $G(n-1)$

56. विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव की खोज निम्न में से किस वैज्ञानिक ने की ?
(A) "लेलमग (B) ऐम्पियर (C) ओर्स्टेड (D) फैराडे

57. किसी चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण है
(A) [illegible] राशि (B) सदिश राशि
(C) उदासीन राशि (D) इनमें से कोई नहीं

58. S.I. पद्धति में चुम्बकशीलता का मात्रक है

(A) ऐम्पियर/मीटर (B) ऐम्पियर-मीटर
(C) हेनरी/मीटर (D) कोई मात्रक नहीं

59. अन्योन्य-प्रेरकत्व का मात्रक है

(A) वेबर (B) ओम (C) हेनरी (D) गॉस

60. किसी कुण्डली का स्व-प्रेरकत्व माप होती है

(A) विद्युतीय जड़त्व की (B) विद्युतीय घर्षण की
(C) प्रेरित वि० वा० बल की (D) प्रेरित धारा की

61. एक पूरे चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का माध्य मान होता है

(A) शून्य (B) $i/2$ (C) i (D) $2i$

62. आधे चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का माध्य मान होता है

(A) शून्य (B) $\frac{2I_0}{\pi}$ (C) $I_0/\sqrt{2}$ (D) $\frac{\pi I_0}{2}$

63. यदि समान फोकस दूरी f के दो अभिसारी लेंस एक-दूसरे के सम्पर्क में रखे हों, तो इस संयोग की फोकस दूरी होगी

(A) f (B) $2f$ (C) $f/2$ (D) $3f$

64. काँच (अपवर्तनांक = 1.5) के एक अवतल लेंस के दोनों पृष्ठों की वक्रता-त्रिज्या R है। 1.75 अपवर्तनांक के माध्यम में डूबने पर यह लेंस होगा

(A) 3.5 R फोकस दूरी का अभिसारी लेंस
(B) 3.0 R फोकस दूरी का अभिसारी लेंस
(C) 3.5 R फोकस दूरी का अपसारी लेंस
(D) 3.0 R फोकस दूरी का अपसारी लेंस

65. तरंगों के व्यतिकरण की घटना में

(A) ऊर्जा का क्षय होता है (B) ऊर्जा का लाभ होता है
(C) ऊर्जा का न तो क्षय होता है और न लाभ, केवल ऊर्जा का पुनर्वितरण होता है
(D) ऊर्जा के विषय में कुछ नहीं कहा जा सकता

66. रचनात्मक व्यतिकरण (constructive interference) के लिए किसी बिन्दु पर पहुँचने वाली दो तरंगों के बीच कलान्तर होना चाहिए

(A) शून्य (B) π (C) $\pi/2$ (D) $3\pi/4$

67. इलेक्ट्रॉन के आविष्कारक थे

(A) रदरफोर्ड (B) टॉमसन (C) चैडविक (D) मेहर

68. प्रकाश-वैद्युत प्रभाव के आविष्कारक थे

(A) डी-ब्रोग्ली (B) हालवाश (C) मिमिकान (D) आइन्स्टीन

69. प्रकीर्णित α-कणों का गमन-पथ होता है

(A) वृत्ताकार (B) दीर्घवृत्ताकार
(C) परवलयाकार (D) अतिपरवलयाकार

70. X-किरणों के गुण वैसे ही हैं जैसे

(A) α-किरणों के (B) β-किरणों के
(C) γ-किरणों के (D) कैथोड किरणों के

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। $10 \times 2 = 20$

1. विद्युतीय तीव्रता किसे कहते हैं ? इसका S.I मात्रक तथा विमा लिखें।
2. विद्युतीय बल रेखाओं के दो गुणों को लिखें।
3. संचायक सेल का आंतरिक प्रतिरोध क्यों कम होता है ?
4. एक विद्यार्थी भूल से वोल्टमीटर को परिपथ में श्रेणीक्रम में तथा ऐमीटर को समानान्तर क्रम में जोड़ देता है। इसका परिणाम क्या होगा ?
5. यदि किसी दण्ड चुम्बक को इसकी लम्बाई के अनुदिश दो बराबर टुकड़ों में काटा जाय तो इसके हर टुकड़े का (a) ध्रुव सामर्थ्य (b) चुम्बकीय आघूर्ण कैसे परिवर्तित होगा।
6. चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान चालक में प्रेरित विद्युत वाहक बल की गणना करें।
7. प्रत्यावर्ती धारा के माध्य मान तथा मूल माध्य वर्ग मान किसे कहते हैं। इसका व्यंजक भी लिखें ?
8. पॉलेराइड क्या है ? इसके उपयोगों को लिखें।
9. प्रकाश में स्थायी व्यतिकरण की शर्तों को लिखें।
10. (a) दिखाइए कि E ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रोगली तरंग-दैर्घ्य के लिए सम्बन्ध है $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$.

    (b) वेन-डे-ग्राफ जेनरेटर का बेल्ट क्यों विद्युतरोधी पदार्थ का बना रहता है ?
11. अध्रुवित प्रकाश तथा ध्रुवित प्रकाश में दो अन्तर बतावें।
12. किसी रेडियो सक्रिय पदार्थ के लिये अर्द्ध आयु तथा क्षय नियतांक में संबंध स्थापित कीजिए।
13. ट्रांजिस्टर के तीन विन्यासों में से कौन-सा सबसे अधिक उपयोग में लाया जाता है।
14. उभयनिष्ठ उत्सर्जक प्रवर्द्धक का परिपथ-आरेख खींचे।
15. निम्नलिखित की व्याख्या करें।

    (i) WWW (ii) Fax.
16. चल कुंडली धारा मापी में त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र का महत्त्व क्या है ?
17. क्या कारण है कि जल के सतह पर तेल फिल्म के रंग लगातार परिवर्तित होते रहते हैं।
18. दो तरंगें जिनकी तीव्रताओं का अनुपात 25 : 4 है, व्यतिकरण उत्पन्न करती है। अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं के अनुपात की गणना कीजिये।
19. स्वप्रेरण से आप क्या समझते हैं ?
20. प्रत्यावर्त्ती धारा के एक पूर्ण चक्कर के लिए $I_{av} = 0$। इसे साबित करें।

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। $3 \times 5 = 15$

21. विद्युत स्थैतिकी में गॉस के प्रमेय को लिखें तथा सिद्ध करें।
22. भँवर धारा को परिभाषित करें। ये कैसे उत्पन्न होती हैं ? भँवर धाराएँ किसी ट्रांसफार्मर में कैसे अनावश्यक हैं तथा इसे किसी यंत्र में कैसे कम किया जा सकता है ?
23. आवेशित चालक की ऊर्जा क्या है ? आवेशित चालक की ऊर्जा के लिए व्यंजक प्राप्त करें।
24. द्विप्रिज्म क्या है ? इसके उपयोग से एकवर्णी प्रकाश का तरंगदैर्घ्य (λ) कैसे निकाला जाता है, समझावें।
25. काँच-प्रिज्म से प्रकाश के अपवर्तन का किरण आरेख खींचें। प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक ज्ञात करने के लिए प्रयुक्त सूत्र को स्थापित करें।
26. आयाम मॉडुलन के संदर्भ में मॉडुलन सूचकांक, पार्श्वबैण्ड तथा बैण्ड चौड़ाई की व्याख्या करें।

उत्तर

खण्ड–अ (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

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

खण्ड–ब (गैर-वस्तुनिष्ठ प्रश्न)
लघु उत्तरीय प्रश्न

1. विद्युतीय तीव्रता–विद्युतीय क्षेत्र के अंदर किसी बिन्दु पर इकाई धन आवेश के द्वारा जो बल अनुभव किया जाता है उसे विद्युतीय तीव्रता कहते हैं।

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{90}}$$

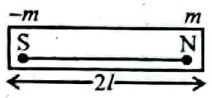
इसका S.I. मात्रक न्यूटन/कूलम्ब या वोल्ट/मीटर होता है।

2. **विद्युतीय बल रेखा के गुण**–(i) विद्युतीय बल रेखायें धन आवेश से निकलती है तथा ऋण आवेश पर समाप्त होती है।

(ii) विद्युतीय बल रेखायें कभी भी एक दूसरे को नहीं काटती है।

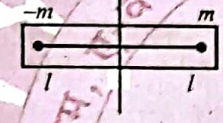
3. संचायक सेल के प्लेटों का आकार बड़ा होता है और उनके बीच की दूरी काफी कम होती है। संचायक सेल में ध्रुवण नहीं होता है, इस कारण संचायक सेल का आंतरिक प्रतिरोध कम होता है।

4. यदि परिपथ के श्रेणीक्रम में वोल्टमीटर को जोड़ा जाता है, तो परिपथ का प्रतिरोध बहुत अधिक हो जाएगा, जिससे परिपथ में प्रवाहित धारा बहुत कम हो जाएगी। (आदर्शतः शून्य) यदि परिपथ में ऐमीटर को समानान्तर श्रेणी में जोड़ दिया जाता है तो परिपथ का प्रतिरोध काफी कम होने से प्रवाहित धारा का मान बहुत बढ़ जाएगा तथा परिपथ संयंत्र खराब हो सकता है।



5.

चुम्बकीय आघूर्ण



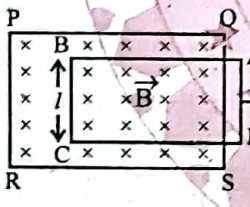
M = m.2l

चुम्बकीय आघूर्ण

$M' = m.\frac{2l}{2} = \frac{M}{2}$

ध्रुव सामर्थ्य = m

ध्रुव सामर्थ्य में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
चुम्बकीय आघूर्ण आधा हो जाता है।



6.

मान लिया BA = CD = x
कुंडली का क्षेत्रफल $ds = lx$
कुंडली से गुजरने वाला चुम्बकीय फ्लक्स $\phi = B.ds$

$\phi = B.lx$

चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर $\frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt}(Blx)$

$$\frac{d\phi}{dt} = Bl.\frac{dx}{dt} Blv$$

यदि प्रेरित वि.वा. बल का मान e हो तो $e = -\frac{d\phi}{dt}$

या, $\boxed{e = -Blv}$

7. **माध्य मान** (Mean value)–वह स्थायी धारा जो किसी निश्चित समय में ठीक उतना ही आवेश भेजती है जितना आवेश प्रत्यावर्ती धारा उतने ही समय में उसी परिपथ में भेजती है उसे प्रत्यावर्ती धारा का माध्य मान कहते हैं। इसे I_m से सूचित किया जाता है।

$I_m = \frac{2I_0}{\pi}$ $\boxed{I_m = 0.636\ I_0}$

मूल माध्य वर्ग मान (Root Mean square value)–वह स्थायी धारा जो निश्चित समय में किसी परिपथ से होकर ठीक उतनी ही ऊष्मा उत्पन्न करती है जितनी ऊष्मा प्रत्यावर्ती धारा उतने ही समय में तथा उसी परिपथ में उत्पन्न करती है उसे प्रत्यावर्ती धारा मूल माध्य वर्ग मान कहते हैं। इसे I_{rms} या I_v से सूचित किया जाता है।

$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ $\boxed{I_{rms} = 0.707\ I_0}$

8. ध्रुवक एक संयंत्र है, जिससे समतल ध्रुवित प्रकाश उत्पन्न होता है। उदाहरण-टूर्मलीन क्रिस्टल।

ध्रुवक का उपयोग : (i) धूप चश्में के रूप में
(ii) रेल तथा हवाई जहाज में
(iii) कार तथा बस के हेड लाइट में
(iv) त्रि-नियामक चलचित्र के निर्माण तथा रिकार्डिंग में
(v) In photo elastic stress analysis i.e., photo-elasticity
(vi) In L.C.D. (Liquid Crystal Display) used in calculators, watches, TV, computers etc.

9. स्थायी व्यतिकरण की निम्नलिखित शर्तें हैं।
(i) दोनों प्रकाश स्रोत कला संबद्ध होने चाहिये।
(ii) दोनों तरंगों की आवृत्ति तथा तरंग-दैर्घ्य समान होने चाहिये।
(iii) दोनों तरंगों का आयाम बराबर होना चाहिये।
(iv) दोनों प्रकाश स्रोत के बीच की दूरी कम होनी चाहिये।

10. (a) डी-ब्रोगली सम्बन्ध से $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$

$$E = K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

$\Rightarrow P = \sqrt{2mE}$; $\therefore \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$

(b) वेन-डे-ग्राफ जेनरेटर के बेल्ट द्वारा लिया गया आवेश उस पर फैलता नहीं है, बल्कि स्थानीकृत होता है। बेल्ट के साथ आवेश नुकीले चालक के पास पहुँचाया जाता है। यदि बेल्ट सुचालक पदार्थ का होता है तो आवेश पूरे बेल्ट पर फैल जाता है।

11. अध्रुवित प्रकाश तथा ध्रुवित प्रकाश में निम्नलिखित दो अन्तर हैं–

अध्रुवित प्रकाश	ध्रुवित प्रकाश
(i) अध्रुवित प्रकाश में कम्पन, तरंग के चलने की दिशा के लंबवत सभी संभव तलों में होते हैं।	(i) ध्रुवित प्रकाश में कम्पन, तरंग के चलने की दिशा के लंबवत एक विशे॰ तल में होता है।
(ii) प्रकाश स्रोत जैसे विद्युत बल्ब, सूर्य से प्राप्त प्रकाश अध्रुवित प्रकाश होता है।	(ii) टर्मोलीन क्रिस्टल अथवा पॉलोराइड से गुजारने पर निर्गत प्रकाश ध्रुवित प्रकाश होते हैं।

12. हम जानते हैं कि

$N = Noe^{-\lambda t}$

माना कि पदार्थ की अर्द्ध आयु T है।

तो $N = \frac{No}{2}$ $\frac{No}{2} = Noe^{-\lambda T}$

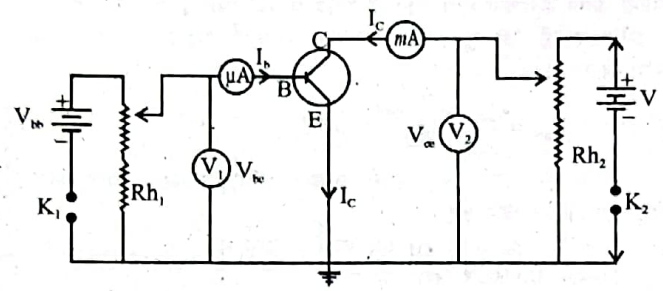
$e^{-\lambda T} = \frac{1}{2}$ $e^{\lambda T} = 2$

$\log e^{\lambda T} = \log e^2$ $\lambda T \log e^e = \log e^2$

$\lambda T = \log^2 e = \frac{\log e^2}{\lambda}$ $\boxed{T = \frac{0.693}{\lambda}}$

13. ट्रांजिस्टर में उभयनिष्ठ उत्सर्जक अभिविन्यास को अधिक प्राथमिकता दी जाती है क्योंकि इसमें धारा लाभ तथा वोल्टता लाभ सभी विन्यास से ज्यादा होता है।

14.



15. (i) WWW (वर्ल्ड वाइड वेब)–यह एक स्थिर तथा गतिशील वेव पृष्ठों से युक्त रचना (मूल पाठ, चित्र, वीडियो इत्यादि) है जिसको अन्य व्यक्तियों का सहभागी बनाया जाता है।

WWW का प्रारंभ पृष्ठ के URL को Web-Browser इन्टरनेट, एक्सप्लोर के समान टाइप करने पर प्रारंभ होता है।

FAX–किसी दस्तावेज का सुदूर स्थान पर इलेक्ट्रॉनिक पुनरुत्पादन ही फैक्सीमाइल टेलीग्राफी या फैक्स कहलाता है। प्रेषी सिरे पर लिखित दस्तावेज को प्रेषण योग्य संकेतों में रूपान्तरित कर दिया जाता है। ग्राही सिरे पर इन संकेतों को पुनः मूल दस्तावेज की प्रति के रूप में रूपान्तरित कर दिया जाता है।

16. त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र कुंडली के तल के सदैव समानान्तर होता है। इस प्रकार कुंडली का विक्षेपण कुंडली में प्रवाहित धारा के सीधे समानुपाती होता है। इस प्रकार हम रेखीय मात्रक का प्रयोग विक्षेप के प्रेक्षण और धारा के प्रेक्षण में कर सकते हैं।

17. पतली तेल, फिल्म द्वारा प्रकाशित तथा अंधकारमय फ्रिंजों की स्थिति फिल्म की मोटाई पर निर्भर करती है। तेल फिल्म की मोटाई जल के सतह पर लगाकर घटते-बढ़ते रहती है। इसलिये रंगीन फ्रिंजों की स्थिति भी घटती है, बढ़ती है। इसीलिये तेल फिल्म के रंगों में परिवर्तन प्रतीत होता है।

18. प्रश्नानुसार,

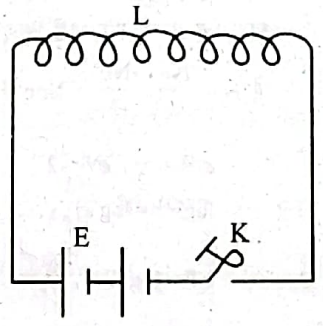
$$\frac{I_a}{I_b}=\frac{25}{4},\sqrt{I_a}=\frac{5}{2}\sqrt{I_b}$$

$$\frac{\text{Imax}}{\text{Imin}}=\frac{\left(\sqrt{I_a}+\sqrt{I_b}\right)^2}{\left(\sqrt{I_a}-\sqrt{I_b}\right)^2}$$

$$\frac{I\,\text{max}}{I\,\text{min}}=\frac{\left(\frac{5}{2}\sqrt{I_a}+\sqrt{I_b}\right)^2}{\left(\frac{5}{2}\sqrt{I_a}-\sqrt{I_b}\right)^2}=\left(\frac{\frac{1}{2}\sqrt{I_3}}{\frac{3}{2}\sqrt{I_b}}\right)^2=\frac{49}{9}$$

$$\boxed{\frac{I_{max}}{I_{min}}=\frac{49}{9}}$$

19. स्वप्रेरण–किसी कुण्डली या परिपथ में प्रवाहित धारा की प्रबलता के बदलने से उसके भीतर का चुम्बकीय क्षेत्र भी बदलता है जिससे कुण्डली में एक अतिरिक्त विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है, जिसे स्वप्रेरण कहा जाता है। दूसरे शब्दों में, अपने ही धारा के कारण कुण्डली में वि॰ वा॰ बल का उत्पन्न होना स्वप्रेरण कहलाता है।



माना कि एक कुण्डली एक बैटरी तथा एक टेपिंग कुन्जी K से जुड़ी है। कुन्जी K को दबाने पर धारा कुण्डली द्वारा प्रवाहित होना शुरू होती है तथा उसमें चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। लपेटों में, जो कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न करते हैं, की दिशा परिपथ में धारा की वृद्धि के विपरीत होती है। दूसरी तरफ जब कुन्जी को छोड़ने पर परिपथ में धारा का अपक्षय होना शुरू हो जाता है तथा घटते हुए चुम्बकीय क्षेत्र कुण्डली में उत्पन्न हो जाता है तथा उत्पन्न वि॰ वा॰ बल परिपथ में धारा के अपक्षय का विरोध करती है। इस प्रकार धारा की वृद्धि तथा अपक्षय, दोनों समय कुण्डली में हैं। स्वप्रेरण को विद्युत चुम्बकीय जड़त्व भी कहा जाता है।

20. प्रत्यावर्ती धारा के पूर्ण चक्कर के लिए औसत मान

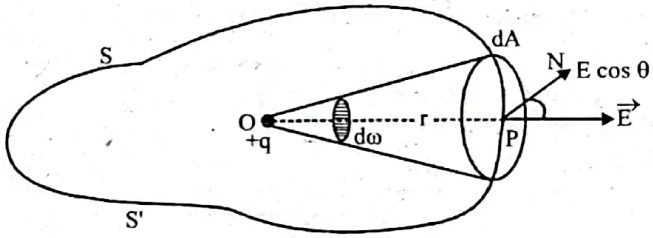
$$I_{av}=\frac{\int_0^T dq}{\int_0^T dt}=\frac{\int_0^T I.dt}{T}=\frac{\int_0^T I_0\sin\omega t.dt}{T}$$

$$=\frac{I_0}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^T=\frac{I_0}{\omega T}\left[\frac{\cos 2\pi}{T}.T-\cos 0\right]=-\frac{I_0}{2\pi}[1-1]=0$$

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

21. गॉस का प्रमेय (Gauss's theorem)–गॉस के प्रमेय के अनुसार किसी विद्युत क्षेत्र में किसी बंद तल पर कुल विद्युतीय फ्लक्स, तल में स्थित कुल विद्युत आवेश का $\frac{1}{\varepsilon_0}$ गुना होता है।

प्रमाण (Proof)–माना कि SS' एक बंद सतह है जिसके अंदर भिन्न-भिन्न आवेश हैं। इसके अंदर बिंदु O पर एक आवेश $+q$ है। सतह पर एक बिंदु P की कल्पना की p जिसकी O से दूरी r है।



बिन्दु p पर +q आवेश के गुण विद्युतीय क्षेत्र

$$\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{r^2}\left(\vec{OP}\text{ दिशा में}\right)$$

अब बिन्दु P के चारों ओर एक अल्प क्षेत्र dA की कल्पना की जो O पर ठोस कोण dω बनाता है। dA सतह के बिन्दु P पर PN लम्ब डाला जो $\vec{E}$ की दिशा के साथ θ कोण बनाता है।

∴ dA क्षेत्र पर विद्युतीय फ्लक्स

$$d\phi=\vec{E}.\vec{dA}=E.dA.\cos\theta$$

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

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}.d\omega$$

यहाँ $d\omega=\frac{dA\cos\theta}{r^2}=dA$ क्षेत्र के द्वारा O पर बनाया गया ठोस कोण

∴ +q के कारण पूरे बंद सतह पर कुल विद्युतीय फ्लक्स

$$\phi=\int_0^{4\pi}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}.d\omega=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int_0^{4\pi}d\omega=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\times 4\pi=\frac{q}{\varepsilon_0}=\frac{1}{\varepsilon_0}\times q$$

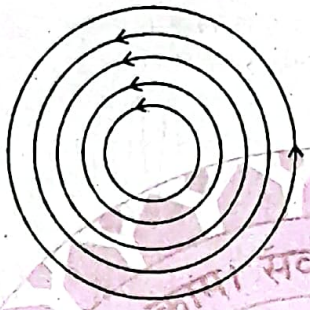
अगर बंद सतह के अंदर $q_1, q_2, q_3 \ldots\ldots q_n$ आवेश हो, तब SS' पर कुल विद्युतीय फ्लक्स,

$$\phi = \frac{1}{\varepsilon_0} \times (q_1 + q_2 + q_3 + \ldots\ldots + q_n)$$

i.e. $\boxed{\phi = \frac{1}{\varepsilon_0} \Sigma q}$ यही गौस का प्रमेय है।

22. जब चालक में स्थित लूप में चुंबकीय फ्लक्स बदलता है तो लूप में धारा प्रेरित होती है। अनेक लूपों में स्थापित ये धाराएँ भँवर धारायें कहलाती हैं।

इनकी खोज फोको ने 1875 ई॰ में की थी, अतः इन्हें फोको धारा भी कहते हैं।



यदि एक चालक असमान चुंबकीय क्षेत्र से गुजरता है, तो इसके पूरे आयतन में धारायें उत्पन्न होती हैं। दूसरी तरफ, यदि चुंबकीय क्षेत्र समय के साथ बदलता है तो चुंबकीय फ्लक्स भी बदलता है जिससे भँवर धारायें प्रेरित होती हैं।

अनेक लूपों में चलती भँवर धारायें जूल ऊष्मण उत्पन्न करती हैं। इस कारण ऊर्जा का तापीय ऊर्जा में ह्रास होता है। प्राथमिक कुण्डली का द्वितीयक कुण्डली से लौह चुम्बकीय माध्यम द्वारा सम्बन्धन होता है। द्वितीयक में चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तन से लौहचुम्बकीय कोर में भी फ्लक्स बदलता है। इस कारण भँवर धारा इस कोर में उत्पन्न होती है। इसके तापीय प्रभाव से ऊर्जा का क्षय होता है। ट्रांसफॉर्मर में यह वांछित नहीं है। अतः ट्रांसफॉर्मर में भँवर धारायें अवांछित होती हैं।

भँवर धारायें कम करने हेतु इनके मार्ग को अंशतः अवरुद्ध किया जाता है परतदार अचालक द्वारा। परतदार अचालक पतली परत होती है जिनसे भँवर धारा नहीं जा पाती। इस तरह ट्रांसफॉर्मर में लौह क्षय कम किया जाता है।

23. आवेशित चालक की ऊर्जा का व्यंजक–किसी आवेशित चालक की ऊर्जा ऐसे कार्यों का परिमाण होता है जिसके द्वारा वस्तु को समान आवेश दिया जाता है।

माना कि संधारित्र की धारिता C है तथा उस पर +q आवेश देने से उसका विभव V तक बढ़ाया गया है। प्रारम्भ में चालक अनावेशित होता है तथा उसे +Q आवेश से आवेशित करने में तथा n बार ले जाने में समान परिमाण के आवेश चालक पर रखा जाता है। इस तरह प्रत्येक समय $\frac{Q}{n}$ आवेश का परिमाण ले जाया जाता है। प्रारम्भ में चालक का विभव शून्य होता है इसलिए वह आवेशित नहीं होता है।

इसलिए अनन्त से चालक पर $\frac{Q}{n}$ आवेश के परिमाण को ले जाने में किया गया कार्य $W_1 = 0$

अब, चालक आवेशित है तथा उसका विभव, $V = \frac{Q}{C} = \frac{\frac{Q}{n}}{C} = \frac{Q}{nC}$ है।

इस प्रकार दूरी बार, अनन्त से चालक पर $\frac{\theta}{n}$ आवेश को ले जाने में किया गया कार्य, $W_2 =$ विभव $\times$ आवेश $= \frac{Q}{nC} \times \frac{Q}{n} = \frac{Q^2}{n^2C}$ तथा चालक पर आवेश $= \frac{Q}{n} + \frac{Q}{n} = \frac{2Q}{n}$ हो जाता है तथा विभव $= \frac{2Q}{nC}$

पुनः तीसरी बार, अनन्त से चालक पर $\frac{Q}{n}$ आवेश को ले जाने में किया गया कार्य,

$$W_3 = \frac{2Q}{nC} \times \frac{Q}{n} = \frac{2Q^2}{n^2C}$$

उसी प्रकार, $W_4 = \frac{3Q^2}{n^2C}, W_5 = \frac{4Q^2}{n^2C}$

तथा $W_n = \frac{(n-1)Q^2}{n^2C}$

अतः अनन्त से चालक पर +Q आवेश को ले जाने में कुल किया गया कार्य,

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + W_n$$

$$= 0 + \frac{Q^2}{n^2C} + \frac{2Q^2}{n^2C} + \frac{3Q^2}{n^2C} + \ldots\ldots\ldots + \frac{(n-1)Q^2}{n^2C}$$

$$= \frac{Q^2}{n^2C} [1 + 2 + + \ldots\ldots\ldots + (n-1)]$$

जो $(n-1)$ पद तक प्राकृतिक संख्या का योगफल है।

$$\therefore W = \frac{Q^2}{n^2C} \frac{(n-1)(n)}{2}$$

$$\left[\because 1 + 2 + 3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + (n-1) = \frac{(n-1)n}{2}\right]$$

या, $$W = \frac{Q^2}{2C}\left(1 - \frac{1}{n}\right),$$

जिसमें n के बहुत बड़ा होने पर $\frac{1}{n}$ को नगण्य माना जाता है। इसलिए कुल किया गया कार्य, $W = \frac{Q^2}{2C}$

इस प्रकार चालक को दिया गया आवेश, चालक में स्थितिज ऊर्जा के रूप में एकत्र हो जाता है।

$\therefore$ चालक की स्थितिज ऊर्जा, $P.E = \frac{Q^2}{2C}$

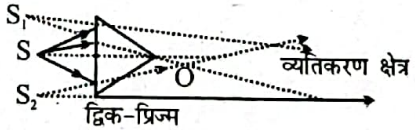
हम जानते हैं कि $Q = CV$

$$\therefore P.E. = \frac{C^2V^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2$$

पुनः हम जानते हैं कि, $C = \frac{Q}{V}$

$$\therefore P.E. = \frac{1}{2}\frac{Q}{V}V^2 = \frac{1}{2}QV$$

24. द्विप्रिज्म–प्रकाश के हस्तक्षेप के अवलोकन में एक ही स्रोत से प्राप्त की गई प्रतिबिम्ब के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले लगभग 180° शिखर कोण वाले त्रिकोणीय प्रिज्म को द्विप्रिज्म कहा जाता है।



द्विक-प्रिज्म से तरंगदैर्ध्य का निर्धारण–

चित्रानुसार पथान्तर (Path difference) = $S_2P - S_2P$

अब चित्र से, $(S_1P)^2 = D^2 + (x-d)^2$ तथा $(S_2P)^2 = D^2 + (x+d)^2$

अब $(S_2P)^2 - (S_1P)^2 = (x+d)^2 - (x-d)^2$

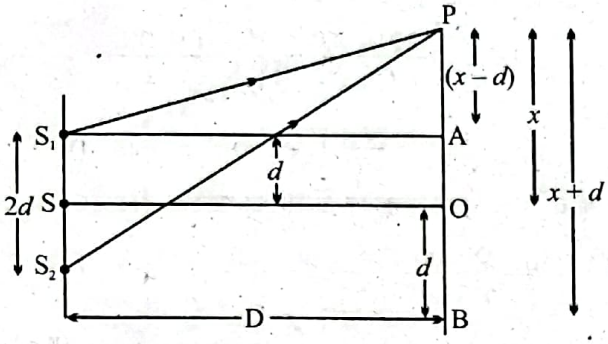
या, $(S_2P - S_1P)(S_2P + S_1P) = x^2 + d^2 + 2xd - x^2 - d^2 + 2xd$

या, $(S_2P - S_1P) = \dfrac{4xd}{(S_2P + S_1P)}$

यदि OP काफी कम हो तो $S_1P = S_2P = D$

अतः पथान्तर $= \dfrac{4xd}{D+D} = \dfrac{2xd}{D}$

संतोषी व्यतिकरण के लिए, पथान्तर $= \dfrac{2xd}{D} = n\lambda$, $x = n\dfrac{D\lambda}{2d}$



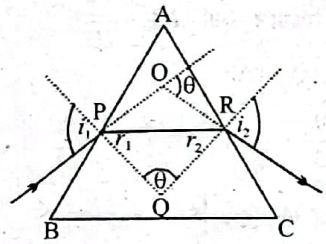
यदि nवें एवं $(x+1)$वें फ्रिन्ज की दूरी क्रमशः x_n तथा x_{n+1} हो तो फ्रिन्ज की चौड़ाई $(\beta) = x_{n+1} + x_n = \dfrac{(n+1)D\lambda}{2d} - \dfrac{nD\lambda}{2d} = \dfrac{D\lambda}{2d}$

$$\boxed{\lambda = \frac{2\beta d}{D}}$$

∴ यदि β, d एवं D मालूम हो तो λ का मान ज्ञात किया जा सकता है।

इसी प्रकार विनाशी व्यतिकरण में भी $\lambda = \dfrac{2\beta d}{D}$ ही प्राप्त होता है।

25. माना कि प्रकाश की किरण प्रिज्म के AB सतह पर आपतित होती है। प्रिज्म का कोण A है। प्रकाश किरण AB सतह पर i_1 कोण पर आपतित होती है तथा i_2 कोण से निर्गत होती है। इस अवस्था में विचलन कोण



$\sigma = (i_1 - r_1) + (i_2 + r_2) = (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2)$ ...(i)

अब Δ PQR में $r_1 + r_2 + \theta = 180°$

∴ $(r_1 + r_2) = (180° - \theta)$ ...(ii)

चतुर्भुज PQRA में $A + 90° + \theta + 90° = 360°$

या, $A + \theta = 180°$ या, $\theta = (180° - A)$ ...(iii)

∴ (ii) से, $r_1 + r_2 = 180° - 180° + A$

$r_1 + r_2 = A$ ...(iv)

समी॰ (i) एवं (iv) से, $\sigma = (i_1 + i_2) - A$ ...(v)

विचलन की न्यूनतम स्थिति में $i_1 = i_2$ तथा $r_1 = r_2$

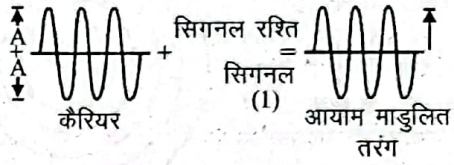
अतः $i_1 + i_1 = A + \delta m$ तथा $r_1 + r_1 = A$

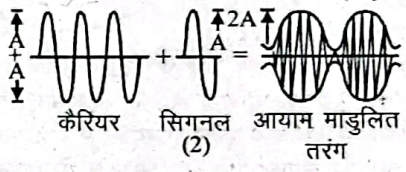
या, $i_1 = \dfrac{A + \delta m}{2}$ तथा $r_1 = \dfrac{A}{2}$ चूँकि $\mu = \dfrac{\sin i_1}{\sin r_1}$

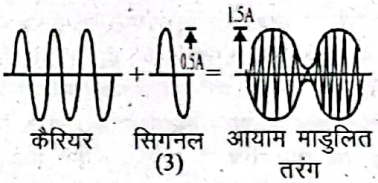
या, $\mu = \dfrac{\sin\dfrac{A + \delta m}{2}}{\sin\dfrac{A}{2}}$

26. आयाम मॉडुलन सूचकांक–कैरियम तरंग के आयाम में परिवर्तन तथा अभिलम्ब कैरियर तरंग के आयाम के अनुपात को मॉडुलन सूचकांक कहते हैं। इसे m द्वारा व्यक्त किया जाता है।

मॉडुलन सूचकांक का मान कैरियर तथा सिगनल के आयामों पर निर्भर करता है। चित्रानुसार मॉडुलन सूचकांक, m के विभिन्न मानों के लिए आयाम मॉडुलन प्रदर्शित है।







(i) जब सिगनल आयाम शून्य होता है तो चित्रानुसार (1) द्वारा कैरियर तरंग मॉडुलित नहीं होता है। कैरियर तरंग का आयाम अपरिवर्तित रहता है। कैरियर के आयाम में परिवर्तन = 0, अभिलम्ब कैरियर का आयाम = A होने पर, $m_a = 0/A = 0$ या 0% होता है।

(ii) जब सिगनल आयाम कैरियर आयाम के बराबर चित्रानुसार होता है तो कैरियर के आयाम 2A तथा शून्य के बीच परिवर्तित होता है।

कैरियर के आयाम में परिवर्तन $= 2A - A = A$

मॉडुलित सूचकांक $m_a = A/A = 1$ या 100% होता है।

(iii) जब सिगनल आयाम कैरियर आयाम के चित्रानुसार आधा होता है तो, कैरियर तरंग का आयाम 1.5 A तथा 0.5 A के बीच विचरित होता है।

कैरियर का आयाम परिवर्तन = 1.5 A – A = 0.5 A

मॉडुलन सूचकांक ma = 0.5 A/A = 0.5 या 50% होता है।

(iv) चित्रानुसार जब सिगनल आयाम कैरियर आयाम के 1.5 गुना होता है तो कैरियर का महत्तम मान 2.5A हो जाता है।

कैरियर तरंग का आयाम परिवर्तन = 2.5 A – A = 1.5 A

∴ मॉडुलन सूचकांक, m = 1.5 A/A = 1.5 A या, 150% है।

माना कि कैरियर तरंग अग्रलिखित रूप से प्रदर्शित है–

$e_c = E_c \sin \omega_c t$ ...(i)

जहाँ E_c कैरियर वोल्टता का शिखर आयाम है तथा मॉडुलित सिगनल निम्नलिखित प्रदर्शित है।

$e_m = E_m \sin \omega_m t$ ...(ii)

जहाँ E_m मॉडुलन सिगनल का आयाम है।

मॉडुलन तरंग का तात्कालिक मान

$e = (E_c + K_a E_m \omega_m t) \sin \omega_c t$ ...(iii)

$$= E_c\left(1+\frac{K_a E_m}{E_c}\sin\omega_m t\right)\sin\omega_c t = E_c(1+m_a\sin\omega_m t)\sin\omega_c t$$

जहाँ $m_a = \frac{K_a E_m}{E_c}$, इसे मॉडुलन इंडेक्स कहते हैं।

एक दिए गए सिगनल वोल्टता e_m के लिए आयाम में अधिकतम विचरण करता है तथा बहुधा 100% मॉडुलन के लिए 1 लिया जाता है।

समीकरण (iii) आयाम मॉडुलित तरंग को प्रदर्शित करता है, जिसे निम्नलिखित प्रकार से भी लिखा जा सकता है–

$$e = E_c\sin\omega_c t + m_a E_c\sin\omega_c t\sin\omega_m t$$

$$= E_c\sin\omega_c t + \frac{m_a E_c}{2}\cos(\omega_c-\omega_m)t - \frac{m_a E_c}{2}\cos(\omega_c+\omega_m)t$$

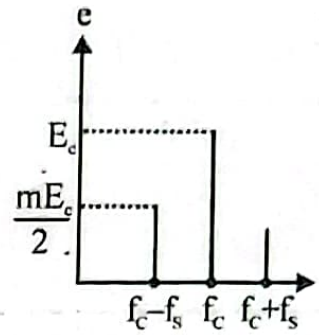
इस प्रकार आयाम मॉडुलित तरंग के तीन पद हैं। प्रथम पद विमॉडुलित तरंग को प्रदर्शित करता है। द्वितीय पद आयाम $\left(\frac{m_a E_c}{2}\right)$ तथा आवृत्ति $\left(\frac{\omega_c-\omega_m}{2\pi}\right)$ के अवयव को प्रदर्शित करता है तथा तृतीय पद आयाम $\left(\frac{m_a E_c}{2}\right)$ तथा आवृत्ति $\left(\frac{\omega_c-\omega_m}{2\pi}\right)$ के अवयव को प्रदर्शित करता है।

पार्श्व बैण्ड–आयाम मॉडुलित तरंग में, पार्श्व बैण्ड आवृत्तियाँ होती हैं, क्योंकि सिगनल आवृत्ति f_s पार्श्व बैण्ड में होता है।

$$\because\quad f_c = \frac{\omega_c}{2\pi}, f_c+f_s = \frac{\omega_c+\omega_m}{2\pi}, f_c-f_s = \frac{\omega_c-\omega_m}{2\pi}$$

जहाँ (f_c+f_s) तथा (f_c-f_s) पार्श्व बैण्ड आवृत्तियाँ कहलाती हैं। कैरियर आवृति तथा सिगनल आवृत्ति के अन्तर को अर्थात् (f_c+f_s) को अपर पार्श्व बैण्ड आवृति तथा कैरियर आवृति तथा सिगनल आवृति के अन्तर को अर्थात् (f_c-f_s) लोअर पार्श्व बैण्ड कहते हैं।

चित्रानुसार आयाम मॉडुलित तरंग की आवृति स्पेक्ट्रम प्रदर्शित है। इसमें आवृति अवयवों को उदग्र रेखाओं से प्रदर्शित किया गया है। प्रत्येक की ऊँचाई उपस्थित अवयवों के आयाम के बराबर होती है।



व्यवहार में रेडियो संचार में कैरियर आवृति f_c सिगनल आवृति f_s से कई गुना अधिक होती है। इसलिए पार्श्व बैण्ड आवृतियाँ कैरियर आवृति से जुड़ी होती है। यह भी देखा जाता है कि सिगनल आवृति द्वारा मॉडुलित कैरियर तीन लगातार सिगनलों के समतुल्य होते हैं, एक स्वयं कैरियर तथा दो दूसरे स्थायी आवृतियाँ f_c+f_s तथा f_c-f_s।

माना कि कैरियर आवृति 400 किलोहर्ट्ज है तथा सिगनल आवृति 1 किलोहर्ट्ज है तो आयाम मॉडुलित तरंग की तीन आवृतियाँ होती हैं, जैसे 400 किलोहर्ट्ज 401 किलोहर्ट्ज तथा 399 किलोहर्ट्ज। यह स्पष्ट है कि अपर पार्श्व बैण्ड आवृति (401 किलोहर्ट्ज) तथा लोअर पार्श्व बैण्ड आवृति 399 किलोहर्ट्ज कैरियर आवृति 400 किलोहर्ट्ज के बहुत नजदीक है।

बैण्ड चौड़ाई–चित्रानुसार आयाम मॉडुलित तरंग में बैण्ड चौड़ाई (f_c-f_s) से $(f_c+f_s)=2f_s$ है। इस प्रकार बैंण्ड चौड़ाई 399 से 401 किलोहर्ट्ज है जो कि सिगनल आवृति का दुगुना है।

अत: आयाम मॉडलन में बैण्ड चौड़ाई सिगनल आवृति से दुगुना होता है। युग्मित प्रवर्धक जिसे कि मॉडुलित तरंग को प्रवर्धित करना होता है, उसे पार्श्व बैण्ड आवृतियों में जोड़ने के लिए बैण्ड चौड़ाई की आवश्यकता होती है। युग्मित प्रवर्धक की पर्याप्त बैण्ड चौड़ाई नहीं होने पर अपर पार्श्व बैण्ड आवृतियाँ रेडियो रिसीवर द्वारा पुन: उत्पादित नहीं हो सकती है।