प्रश्न 51. किसी धारावाही चालक में धारा घनत्व j, अनुगमन वेग va, प्रति एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या n तथा मूल आवेश e में सम्बन्ध स्थापित कीजिए। (2017)

या मुक्त इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग समझाइए ।

या अनुगमन वेग व धारा-घनत्व के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिए। (2016, 23)

या किसी चालक में प्रवाहित धारा तथा इसमें मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह (अनुगमन) वेग में सम्बन्ध स्थापित **कीजिए। (2018)**

या मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग के लिए विद्युत धारा के पद में व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। (2017)

या अपवाह वेग की परिभाषा दीजिए। अपवाह वेग एवं विद्युत धारा में सम्बन्ध स्थापित कीजिए। (2018, 22)

उत्तर- उत्तर अनुगमन वेग (अपवाह वेग)-किसी धातु के तार के सिरों को बैटरी से जोड़ देने पर तार के सिरों के बीच एक विभवान्तर स्थापित हो जाता है। इस विभवान्तर अथवा वैद्युत-क्षेत्र के कारण इलेक्ट्रॉन एक वैद्युत बल का अनुभव करते हैं जो इलेक्ट्रॉनों को त्वरण प्रदान करता है। परन्तु इस त्वरण से इलेक्ट्रॉनों की चाल लगातार बढ़ती नहीं जाती, बल्कि धातु के धन आयनों से टकराकर ये इलेक्ट्रॉन बैटरी से प्राप्त ऊर्जा को खोते रहते हैं। स्पष्ट है कि बैटरी का विभवान्तर इलेक्ट्रॉनों को त्वरित गति प्रदान नहीं कर पाता बल्कि तार की लम्बाई के अनुदिश एक लघु नियत वेग ही दे पाता है जो इलेक्ट्रॉनों की अनियमित गति पर आरोपित हो जाता है। इलेक्ट्रॉनों के इस लघु नियत वेग को ही 'अनुगमन वेग' (drift velocity) कहते हैं। इसे v_d से प्रदर्शित करते हैं।

धारा तथा अनुगमन वेग में सम्बन्ध- माना किसी धातु में किसी स्थान से t सेकण्ड में मुक्त इलेक्ट्रॉनों द्वारा ले जाया जाने वाला कुल आवेश q है, तब धातु में वैद्युत धारा

$$i = q/t \quad \ldots(1)$$

माना तार के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल A है तथा उसके प्रति एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या n व इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग vd है, तब

एक सेकण्ड में तार के क्षेत्रफल में से गुजरने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या = nAv_d

तब t सेकण्ड में तार के क्षेत्रफल में से गुजरने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या = $nAv_d \times t$

तथा । सेकण्ड में तार के क्षेत्रफल में से गुजरने वाले आवेश की मात्रा $q = nAv_d \times t \times e$

(जहाँ, e = इलेक्ट्रॉन का आवेश है)

q का मान समीकरण (1) में रखने पर $i = neAv_d$ .....(2)

यह वैद्युत धारा तथा अनुगमन वेग में सम्बन्ध है।

प्रश्न 38. ऐम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए। (2014, 15, 17, 18)

उत्तर- "किसी बन्द वक्र के परितः चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का रेखा- समाकलन (line-integral) उस बन्द वक्र द्वारा घिरे क्षेत्रफल में से गुजरने वाली कुल वैद्युत धारा का μ० गुना होता है, जहाँ μ० निर्वात् की निरपेक्ष चुम्बकशीलता है।"

प्रश्न 52. चुम्बकीय द्विध्रुव-आघूर्ण की परिभाषा लिखिए। चुम्बकीय द्विध्रुव- आघूर्ण सदिश राशि है अथवा अदिश राशि ? इसका मात्रक भी लिखिए। (2017)
या चुम्बकीय आघूर्ण की परिभाषा एवं मात्रक लिखिए। (2018)
या चुम्बकीय द्विध्रुव-आघूर्ण का सूत्र तथा इसका S.I. मात्रक लिखिए। (2014, 23)
या चुम्बकीय द्विध्रुव-आघूर्ण की परिभाषा लिखिए। समांग चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित चुम्बकीय द्विध्रुव पर लगने वाले बल के आघूर्ण का सूत्र प्राप्त कीजिए। (2015)

उत्तर - माना चुम्बकीय द्विध्रुव एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B में क्षेत्र की दिशा से कोण बनाते हुए रखा गया है। अतः द्विध्रुव पर लगने वाले बल-युग्म का आघूर्ण, $t = MB \sin A$ यदि $A = 90°$ तो $\sin A = 1$, तब चुम्बकीय द्विध्रुव पर लगने वाला बल-आघूर्ण अधिकतम होगा, अर्थात्

$$t_{max} = MB$$

अथवा $$M = t_{max}/B$$

यदि $B = 1$, $$M = t_{max}$$

अब अतः किसी चुम्बकीय द्विध्रुव (अथवा धारा लूप) का चुम्बकीय आघूर्ण वह बल-आघूर्ण है जो इस द्विध्रुव को एकसमान एकांक चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् रखने पर द्विध्रुव पर लगता है।

चुम्बकीय द्विध्रुव-आघूर्ण एक सदिश राशि है तथा इसकी दिशा द्विध्रुव के अक्ष के अनुदिश होती है। धारा लूप में चुम्बकीय-आघूर्ण की दिशा दायें हाथ के नियम द्वारा ज्ञात की जाती है।

इस नियम के अनुसार, यदि हम अपने दायें हाथ के पंजे को पूरा फैलाकर अँगुलियों को लूप के चारों ओर धारा की दिशा में मोड़ें तो अँगूठा चुम्बकीय-आघूर्ण की दिशा की ओर होगा।

प्रश्न 53. बायो-सेवर्ट का नियम समझाइए। (2017, 18, 22, 23)

उत्तर- <u>बायो-सेवर्ट कां नियम (Biot-Savart Law)</u> - सन् 1820 में बायो तथा सेवर्ट ने धारावाही चालकों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र का अध्ययन करने के लिए अनेक प्रयोग किये। इन प्रयोगों के आधार पर उन्होंने बताया कि किसी धारावाही चालक के एक अल्पांश / के द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में किसी बिन्दु P पर क्षेत्र का मान $\triangle B$ निम्नलिखित बातों पर निर्भर करता है-

(i) चुम्बकीय क्षेत्र AB, चालक में प्रवाहित धारा i के अनुक्रमानुपाती होता है।
(ii) चुम्बकीय क्षेत्र, चालक के अल्पांश की लम्बाई I के अनुक्रमानुपाती होता है।

(iii) चुम्बकीय क्षेत्र, अल्पांश की लम्बाई तथा अल्पांश को उस बिन्दु P से मिलाने वाली रेखा के बीच बनने वाले कोण की ज्या (sine) के अनुक्रमानुपाती होता है।
(iv) चुम्बकीय क्षेत्र बिन्दु P की अल्पांश से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

इसको बायो-सेवर्ट का नियम कहते हैं।

प्रश्न 54. स्वप्रेरण गुणांक से आप क्या समझते हैं?
(2017, 19, 20, 22, 23)

उत्तर- स्वप्रेरण गुणांक-किसी कुण्डली के स्वप्रेरण गुणांक का मान उस प्रेरित विद्युत वाहक बल के बराबर होता है जो उस कुण्डली में धारा परिवर्तन की दर एकांक होने पर उत्पन्न होता है।

प्रश्न 55. फैराडे के वैद्युत-चुम्बकीय प्रेरण सम्बन्धी नियम बताइए। (2015, 17, 18, 19, 20, 22, 23)

उत्तर- फैराडे के वैद्युत-चुम्बकीय प्रेरण के नियम-फैराडे ने वैद्युत-चुम्बकीय प्रेरण के निम्नलिखित दो नियम दिये हैं—

(i) <u>प्रथम नियम</u> - "जब किसी परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है तो उसमें एक विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है।" यदि परिपथ 'बन्द' है तो उसमें प्रेरित धारा बहने लगती है। यह धारा केवल तभी तक बहती है जब तक कि चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन

होता रहता है।

(ii) <u>द्वितीय नियम</u> - "प्रेरित विद्युत वाहक बल चुम्बकीय फ्लक्स के परिवर्तन की ऋणात्मक दर के बराबर होता है।"

यदि किसी समय परिपथ से गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स का मान P_1 है और Δt समयान्तर के बाद यह फ्लक्स $क_2$ हो जाता है, तो At समयान्तर में चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन = $(\Phi 2 - \Phi_1) = \Delta\Phi$ यदि परिपथ में प्रेरित वि० वा० बल e हो, तो **$e = -\Delta\Phi/\Delta t$**

ऋणात्मक चिह्न यह प्रदर्शित करता है कि वि० वा० बल सदैव चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करता है। यह लेन्ज का नियम कहलाता है। यदि चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर वेबर प्रति सेकण्ड में लें तो प्रेरित विद्युत वाहक बल वोल्ट में होता है।

यही फैराडे का वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण सम्बन्धी द्वितीय नियम है।

प्रश्न 56. धारावाही लम्बी परिनालिका के स्व-प्रेरकत्व का सूत्र स्थापित कीजिए। (2017, 18, 22)

या धारावाही परिनालिका के स्व-प्रेरण गुणांक का सूत्र ज्ञात कीजिए। (2020) (2019)

उत्तर- माना एक लम्बी वायु-क्रोड परिनालिका की लम्बाई l तथा परिच्छेद क्षेत्रफल A है। परिनालिका में फेरों की कुल संख्या N तथा उसमें प्रेरित धारा i है।

परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र $B = \mu_0 Ni/l$

जहाँ μ_0 निर्वात् की चुम्बकशीलता है।

कुण्डली के प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स $\Phi = BA = \mu_0 NiA/l$

परन्तु परिनालिका के सभी फेरों से बद्ध कुल चुम्बकीय फ्लक्स $N\Phi = Li$

जहाँ, L परिनालिका का स्व-प्रेरकत्व है।

अतः परिनालिका का स्व-प्रेरकत्व $L = N\Phi / i$

$$L = \mu_0 N^2 ZA/l \text{ हेनरी}$$

यदि परिनालिका को μ चुम्बकशीलता के पदार्थ की क्रोड पर लपेटकर बनाया गया है, तब

परिनालिका का स्व-प्रेरकत्व $L = \mu N^2 ZA/l$ हेनरी

जहाँ, $\mu = \mu_0 \mu_r$, यहाँ μ_r, परिनालिका की क्रोड के पदार्थ की सापेक्ष चुम्बकशीलता है।

प्रश्न 57. विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के अलग-अलग क्षेत्रों की किन्हीं चार प्रकार की तरंगों के नाम लिखिए। उनकी तरंगदैर्ध्य के औसत मान तथा कोई एक उपयोग लिखिए। (2015)

या अवरक्त विकिरण तथा गामा किरणों के एक-एक उपयोग लिखिए। (2014)

या विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के मुख्य भागों को उनकी तरंगदैर्ध्य परास के साथ लिखिए। (2015, 17)

या निम्न वैद्युत-चुम्बकीय तरंगों का एक-एक उपयोग लिखिए-

(i) सूक्ष्म तरंगें
(ii) अवरक्त तरंगें,
(iii) पराबैंगनी तरंगें,
(iv) X-किरणें

उत्तर- (i) गामा किरणें- (10^{-14} मीटर से 10^{-10} मीटर तक), नाभिक की संरचना के सम्बन्ध में सूचना देने में उपयोगी।
(ii) एक्स किरणें- (10^{-11} मीटर से 3×10^{-8} मीटर तक), चिकित्सा विभाग में सर्जरी में उपयोगी।

(iii) पराबैंगनी किरणें- (10^{-8} मीटर से 4×10^{-7} मीटर तक), खाने की वस्तुओं के संरक्षण में उपयोगी।

(iv) अवरक्त किरणें- (8×10^{-7} मीटर से 5×10^{-3} मीटर तक), कोहरे व धुन्ध के पार देखने में उपयोगी।

प्रश्न 33. लेंस के प्रकाशिक केन्द्र को परिभाषित कीजिए। (2023)

उत्तर- यदि लेन्स पर प्रकाश की कोई किरण इस प्रकार आपतित हो कि लेन्स से अपवर्तित होकर बाहर निकलने पर निर्गत किरण आपतित किरण के समान्तर हो, तो अपवर्तित किरण लेन्स की मुख्य अक्ष को जिस बिन्दु पर काटती है या काटती हुई प्रतीत होती है, उसे लेन्स का प्रकाशिक केन्द्र कहते हैं।

प्रश्न 58. एक उत्तल लेन्स तथा अवतल लेन्स की फोकस दूरी क्रमशः 10 सेमी व 50 सेमी है। दोनों लेन्स सम्पर्क में रखे हैं। इस युग्म से 25 सेमी की दूरी पर वस्तु रखी है। वस्तु के प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात कीजिए।

(2019, 20, 22)

उत्तर- दिया है, उत्तल लेन्स की फोकस दूरी, $f_1 = 10$ सेमी अवतल लेन्स की फोकस दूरी, $f2 = -50$ सेमी

दोनों लेन्स सम्पर्क में रखें हैं।

संयुक्त लेन्स की फोकस दूरी, $1/F = 1/f_1 + 1/f_2$

$$1/F = 1/10 + (1/-50)$$

$$1/F = 1/10 - (1/50)$$

$$= 2/25 \text{ cm}$$

युग्म से वस्तु की दूरी, $u = -25$ सेमी (दिया है) लेन्स के सूत्र, $1/F = 1/v - 1/u$

$$1/v = 1/F + 1/u$$

$$1/v = 2/25 + 1/-25$$

v = 25 सेमी

अतः वस्तु के प्रतिबिम्ब की स्थिति 25 सेमी है।

प्रश्न 59. प्रकाश के व्यतिकरण से क्या तात्पर्य है? इसके लिए आवश्यक प्रतिबन्ध क्या हैं ?

(2014, 15, 16, 19,22,23)

या दो प्रकाश पुंजों द्वारा बनी व्यतिकरण फ्रिन्जों को प्राप्त करने के लिये आवश्यक प्रतिबन्धों का उल्लेख कीजिए।

या प्रकाश के व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्तें बताइए। (2016, 23)

या व्यतिकरण से आप क्या समझते हैं? प्रकाश के व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्तें लिखिए। (2020)

उत्तर- समान आवृत्ति की दो प्रकाश-तरंगें जिनके आयाम समान हो, जब किसी माध्यम में एक साथ चलती हैं तो माध्यम के विभिन्न बिन्दुओं पर प्रकाश की तीव्रता उन तरंगों की अलग-अलग तीव्रताओं के योग से भिन्न होती है। कुछ स्थानों पर प्रकाश की तीव्रता न्यूनतम (लगभग शून्य) होती है, जबकि कुछ स्थानों पर प्रकाश की तीव्रता अधिकतम होती है। प्रकाश-तरंगों की इस घटना को प्रकाश का व्यतिकरण कहते हैं। जिन स्थानों पर तीव्रता न्यूनतम होती है, उन स्थानों पर हुए व्यतिकरण को **'विनाशी-व्यतिकरण'** तथा जिन स्थानों पर तीव्रता अधिकतम होती है, उन स्थानों पर हुए व्यतिकरण को **'संपोषी व्यतिकरण'** कहते हैं।

प्रकाश के व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्तें-प्रकाश के व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्तें निम्नलिखित हैं-

(i) दोनों प्रकाश-स्रोत 'कला सम्बद्ध' होने चाहिए, अर्थात् दोनों स्रोतों से प्राप्त तरंगों के बीच कलान्तर समय के साथ स्थिर रहना चाहिए।
(ii) दोनों तरंगों की आवृत्तियाँ (अथवा तरंगदैर्ध्य) बराबर होनी चाहिए।
(iii) दोनों तरंगों के आयाम बराबर होने चाहिए।
(iv) प्रकाश के दोनों स्रोतों के बीच दूरी बहुत कम होनी चाहिए जिससे दोनों तरंगाग्र एक ही दिशा में चलें और फ्रिन्जें अधिक चौड़ी बनें।
(v) दोनों प्रकाश-स्रोत बहुत संकीर्ण होने चाहिए।

प्रश्न 60. द्रव्य तरंगें क्या हैं? (2017, 18, 20)

या लूई डी-ब्रॉग्ली के द्रव्य तरंग की अवधारणा स्पष्ट कीजिए। (2016, 17, 19)

या डी-ब्रॉग्ली तरंगें क्या हैं ? (2017, 18, 22)

या द्रव्य तरंगें क्या हैं? डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य के लिए सूत्र लिखिए। (2015, 18)

या डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य लिखिए। द्रव्य तरंगे क्या हैं? (2022, 23)

उत्तर- <u>द्रव्य तरंगें (Matter Waves)</u> - सन् 1922 में डी-ब्रॉग्ली (de-Broglie) ने विचार रखा कि पदार्थ और विकिरण की पारस्परिक क्रिया समझने के लिए कणों को पृथक् रूप में न मानकर तरंग पद्धति से समन्वित माना जाये। उन्होंने बताया कि जब कोई द्रव्य-कण चलता है तो वह भी तरंग' की भाँति व्यवहार करता है। इस सिद्धान्त का सत्यापन डेवीसन (Davission) और जर्मर (Germer) ने अपने प्रयोगों द्वारा किया। उन्होंने स्थापित किया कि इलेक्ट्रॉन के किरण पूँज का विवर्तन देखा जा सकता है, जो एक तरंग का गुण है। अतः द्वैती प्रकृति न केवल प्रकाश में होती है बल्कि यह द्रव्य-कणों में भी होती है।

अतः "गतिमान द्रव्य-कणों (इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आदि) से तरंग सम्बद्ध होती है। इन तरंगों को द्रव्य तरंगें अथवा डी-ब्रॉग्ली तरंगें (de-Broglie's Waves) कहते हैं। द्रव्य तरंगों की तरंगदैर्ध्य डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य कहलाती है।"