

Set-1

Series RQSP4/4

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/4/1

रोल नं.

Roll No.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)
PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

Time allowed : 3 hours

अधिकतम अंक : 70

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 23 हैं।	(I) Please check that this question paper contains 23 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है। प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा। 10.15 बजे से 10.30 बजे तक परीक्षार्थी केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the candidates will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश :

निम्नलिखित निर्देशों को बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड-क, ख, ग, घ तथा ङ।
- (iii) खण्ड – क – प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।
- (iv) खण्ड – ख – प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।
- (v) खण्ड – ग – प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 3 अंकों का है।
- (vi) खण्ड – घ – प्रश्न संख्या 29 एवं 30 केस अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।
- (vii) खण्ड – ङ – प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड-क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।
- (ix) ध्यान दें कि दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए एक अलग प्रश्न-पत्र है।
- (x) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

जहाँ आवश्यक हो, आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions very carefully and follow them :

- (i) *This question paper contains 33 questions. All questions are compulsory.*
- (ii) *Question paper is divided into FIVE sections – Section A, B, C, D and E.*
- (iii) *Section A – Question number 1 to 16 are Multiple Choice (MCQ) type questions. Each question carries 1 mark.*
- (iv) *Section B – Question number 17 to 21 are Very Short Answer type questions. Each question carries 2 mark.*
- (v) *Section C – Question number 22 to 28 are Short Answer type questions. Each question carries 3 mark.*
- (vi) *Section D : Question number 29 and 30 are Case-Based questions. Each question carries 4 mark.*
- (vii) *Section E – Question number 31 to 33 are Long Answer type questions. Each question carries 5 mark.*
- (viii) *There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section-A.*
- (ix) *Kindly note that there is a separate question paper for Visually Impaired candidates.*
- (x) *Use of calculators is NOT allowed.*

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

1. दो आवेश जिनमें प्रत्येक का आवेश + q है, एक-दूसरे से '2a' दूरी पर स्थित हैं। कोई तीसरा आवेश - 2q इन दोनों के मध्य बिन्दु पर स्थित है। इन निकाय की स्थितिज ऊर्जा है - 1
- (A) $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ (B) $-\frac{6q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$
- (C) $\frac{-7q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{9q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$
2. दो सर्वसम लघु चालक गेंदों B₁ और B₂ को क्रमशः -7 pC और + 4 pC आवेश दिए गए हैं। इन दोनों को किसी तीसरी सर्वसम गेंद B₃ द्वारा सम्पर्क में लाकर फिर पृथक कर दिया गया है। अब यदि सभी गेंदों पर अन्तिम आवेश -2 pC है, तो B₃ पर प्रारम्भिक आवेश क्या था ? 1
- (A) -2 pC (B) -3 pC
- (C) -5 pC (D) -15 pC
3. प्रकाश की क्वान्टम प्रकृति प्रकाशविद्युत प्रभाव की व्याख्या इस प्रकार करती है - 1
- (A) आपतित विकिरणों की कोई निम्नतम आवृत्ति होती है जिससे कम पर कोई इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नहीं होते।
- (B) फोटो-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा केवल आपतित विकिरणों की आवृत्ति पर निर्भर करती है।
- (C) जब धातु-पृष्ठ को प्रदीप्त किया जाता है तो कुछ समय पश्चात् पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं।
- (D) प्रकाश विद्युत धारा आपतित विकिरणों की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती है।
4. हाइड्रोजन परमाणु के बोर-मॉडल में n^{वीं} कक्षा की त्रिज्या (r_n) n के साथ किस प्रकार विचरण करती है ? 1
- (A) r_n ∝ n (B) r_n ∝ $\frac{1}{n}$
- (C) r_n ∝ n² (D) r_n ∝ $\frac{1}{n^2}$

SECTION – A

 $16 \times 1 = 16$

1. Two charges $+q$ each are kept '2a' distance apart. A third charge $-2q$ is placed midway between them. The potential energy of the system is – 1
- (A) $\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ (B) $-\frac{6q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$
- (C) $\frac{-7q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{9q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$
2. Two identical small conducting balls B_1 and B_2 are given -7 pC and $+4$ pC charges respectively. They are brought in contact with a third identical ball B_3 and then separated. If the final charge on each ball is -2 pC, the initial charge on B_3 was 1
- (A) -2 pC (B) -3 pC
- (C) -5 pC (D) -15 pC
3. The quantum nature of light explains the observations on photoelectric effect as – 1
- (A) there is a minimum frequency of incident radiation below which no electrons are emitted.
- (B) the maximum kinetic energy of photoelectrons depends only on the frequency of incident radiation.
- (C) when the metal surface is illuminated, electrons are ejected from the surface after sometime.
- (D) the photoelectric current is independent of the intensity of incident radiation.
4. The radius (r_n) of n^{th} orbit in Bohr model of hydrogen atom varies with n as 1
- (A) $r_n \propto n$ (B) $r_n \propto \frac{1}{n}$
- (C) $r_n \propto n^2$ (D) $r_n \propto \frac{1}{n^2}$

5. किसी सीधे तार को पूर्व-पश्चिम दिशा के अनुदिश क्षैतिजतः रखा गया है। यदि इस तार से पूर्व से पश्चिम दिशा में कोई अचर धारा प्रवाहित की जाए, तो बिंदु पर तार के ऊपर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा किस ओर होगी ?

- (A) पूर्व (B) पश्चिम
(C) उत्तर (D) दक्षिण

1

6. किसी प्रतिचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति होती है

- (A) कम और ऋणात्मक (B) कम और धनात्मक
(C) अधिक और ऋणात्मक (D) अधिक और धनात्मक

1

7. किसी गैल्वेनोमीटर को जिसका प्रतिरोध 100Ω है, 0.1Ω के प्रतिरोध का उपयोग करके $(0 - 1 \text{ A})$ परिसर के एमीटर में परिवर्तित किया गया है। यह जिस धारा के लिए पूर्ण पैमाना विक्षेपण दर्शाएगा, वह धारा है लगभग

- (A) 0.1 mA (B) 1 mA
(C) 10 mA (D) 0.1 A

1

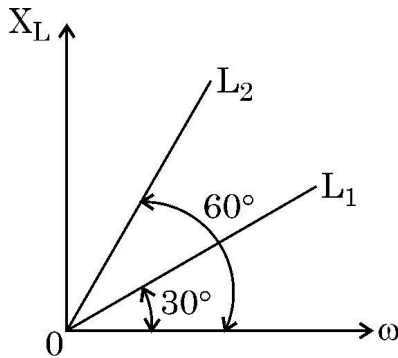
8. त्रिज्या R के किसी वृत्ताकार पाश A से कोई धारा I प्रवाहित हो रही है। त्रिज्या $r \left(= \frac{R}{20} \right)$ के किसी वृत्ताकार पाश B को A के तल में संकेन्द्री रखा गया है। पाश B से संबद्ध चुम्बकीय फ्लक्स निम्नलिखित में किसके अनुक्रमानुपाती है ?

- (A) R (B) \sqrt{R}
(C) $R^{\frac{3}{2}}$ (D) R^2

1

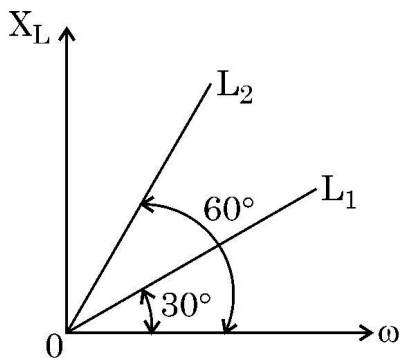
9. आरेख में दो आदर्श प्रेरकों, जिनके प्रेरकत्व L_1 और L_2 हैं, के प्रेरकीय प्रतिघात X_L का कोणीय आवृत्ति ω के साथ विचरण दर्शाया गया है। $\frac{L_1}{L_2}$ का मान है -

1



- (A) $\sqrt{3}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
(C) 3 (D) $\frac{1}{3}$

5. A straight wire is kept horizontally along east-west direction. If a steady current flows in wire from east to west, the magnetic field at a point above the wire will point towards 1
- (A) East (B) West
(C) North (D) South
6. The magnetic susceptibility for a diamagnetic material is 1
- (A) small and negative (B) small and positive
(C) large and negative (D) large and positive
7. A galvanometer of resistance 100Ω is converted into an ammeter of range $(0 - 1 \text{ A})$ using a resistance of 0.1Ω . The ammeter will show full scale deflection for a current of about 1
- (A) 0.1 mA (B) 1 mA
(C) 10 mA (D) 0.1 A
8. A circular loop A of radius R carries a current I . Another circular loop B of radius $r \left(= \frac{R}{20} \right)$ is placed concentrically in the plane of A. The magnetic flux linked with loop B is proportional to 1
- (A) R (B) \sqrt{R}
(C) $R^{\frac{3}{2}}$ (D) R^2
9. Figure shows the variation of inductive reactance X_L of two ideal inductors of inductance L_1 and L_2 , with angular frequency ω . The value of $\frac{L_1}{L_2}$ is 1



- (A) $\sqrt{3}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
(C) 3 (D) $\frac{1}{3}$

10. z-अक्ष के अनुदिश संचरण करती किसी विद्युत चुम्बकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र \vec{E} और चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} के बीच कलान्तर होता है – 1
- (A) शून्य (B) π
 (C) $\frac{\pi}{2}$ (D) $\frac{\pi}{4}$
11. N फेरों की कोई कुण्डली किसी चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में इस प्रकार स्थित है कि चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} कुण्डली के तल के लम्बवत है। \vec{B} में समय के साथ $B = B_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ के रूप में परिवर्तन होता है, यहाँ T आवर्तकाल है। कुण्डली में प्रेरित emf का परिमाण जिस समय पर अधिकतम होगा वह है 1
- (A) $t = \frac{nT}{8}$ (B) $t = \frac{nT}{4}$
 (C) $t = \frac{nT}{2}$ (D) $t = nT$
- यहाँ, $n = 1, 2, 3, 4, \dots$
12. हाइड्रोजन परमाणु की बामर श्रेणी में, जैसे ही स्पेक्ट्रमी रेखाओं की तरंगदैर्घ्य घटती है वह प्रतीत होती हैं 1
- (A) समान दूरी और समान तीव्रता
 (B) एक-दूसरे से अधिक दूरी पर तथा तीव्रता में अधिक प्रबल
 (C) एक-दूसरे के निकट दूरी पर तथा तीव्रता में अधिक प्रबल
 (D) एक-दूसरे के निकट दूरी पर तथा तीव्रता में अधिक दुर्बल
- नोट :** प्रश्न संख्या 13 से 16 में दो कथन दिए गए हैं – एक को **अभिकथन (A)** तथा दूसरे को **कारण (R)** लेबल किया गया है। इन प्रश्नों के सही उत्तरों का नीचे दिए कोड (A), (B), (C) और (D) में से चयन कीजिए :
- (A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R) अभिकथन (A) की सही व्याख्या है।
 (B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R) अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है।
 (C) अभिकथन (A) सत्य है और कारण (R) असत्य है।
 (D) यदि दोनों अभिकथन (A) और कारण (R) असत्य हैं।
13. **अभिकथन (A) :** पीले प्रकाश द्वारा किरणित किए जाने पर जिंक के पृष्ठ से इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन होता है।
कारण (R) : जिंक के कार्यफलन की तुलना में पीले प्रकाश के फोटॉन से संबद्ध ऊर्जा अधिक होती है। 1

10. The phase difference between electric field \vec{E} and magnetic field \vec{B} in an electromagnetic wave propagating along z-axis is – 1
- (A) zero (B) π
 (C) $\frac{\pi}{2}$ (D) $\frac{\pi}{4}$

11. A coil of N turns is placed in a magnetic field \vec{B} such that \vec{B} is perpendicular to the plane of the coil. \vec{B} changes with time as $B = B_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ where T is time period. The magnitude of emf induced in the coil will be maximum at 1
- (A) $t = \frac{nT}{8}$ (B) $t = \frac{nT}{4}$
 (C) $t = \frac{nT}{2}$ (D) $t = nT$

Here, $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

12. In Balmer series of hydrogen atom, as the wavelength of spectral lines decreases, they appear 1
- (A) equally spaced and equally intense.
 (B) further apart and stronger in intensity.
 (C) closer together and stronger in intensity.
 (D) closer together and weaker in intensity.

Note : For questions number 13 to 16, two statements are given – one labelled **Assertion (A)** and the other labelled **Reason (R)**. Select the correct answer to these questions from the codes (A), (B), (C) and (D) as given below :

- (A) If both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of Assertion (A).
 (B) If both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is not the correct explanation of Assertion (A).
 (C) If Assertion (A) is true and Reason (R) is false.
 (D) If both Assertion (A) and Reason (R) are false.
13. **Assertion (A) :** Electrons are ejected from the surface of zinc when it is irradiated by yellow light.
Reason (R) : Energy associated with a photon of yellow light is more than the work function of zinc. 1

14. **अभिकथन (A) :** धातुओं के लिए प्रतिरोध ताप गुणांक धनात्मक तथा p-प्रकार के अर्धचालकों के लिए प्रतिरोध ताप गुणांक ऋणात्मक होता है ।

कारण (R) : धातुओं में आवेश वाहक ऋणावेशित होते हैं जबकि p-प्रकार के अर्धचालकों में बहुसंख्यक आवेश वाहक धनावेशित होते हैं ।

1

15. **अभिकथन (A) :** जब किसी चालक में इलेक्ट्रॉन का अपवाह होता है तो इसका यह अर्थ नहीं होता है कि उस चालक के सभी मुक्त इलेक्ट्रॉन समान दिशा में गतिमान हैं ।

कारण (R) : अपवाह वेग इलेक्ट्रॉनों के बृहत् यादृच्छिक वेगों पर अध्यारोपित होता है ।

1

16. **अभिकथन (A) :** प्रकाश के व्यतिकरण और विवर्तन में प्रकाश ऊर्जा एक प्रदेश में घट जाती है और कोई काली फ्रिंज उत्पन्न करती है । किसी अन्य प्रदेश में यह बढ़ जाती है और कोई चमकीली फ्रिंज उत्पन्न करती है ।

कारण (R) : ऐसा इस कारण से होता है, क्योंकि व्यतिकरण और विवर्तन की परिघटनाओं में ऊर्जा का संरक्षण नहीं होता है ।

1

खण्ड – ख

5 × 2 = 10

17. किसी p-n संधि डायोड का (i) अग्रदिशिक बायसन और (ii) पश्चदिशिक बायसन में परिपथ आरेख खींचिए । इन दोनों प्रकरणों में I-V अभिलाक्षणिक भी खींचिए ।

2

18. किसी प्रोटॉन और किसी अल्फा कण को विभिन्न विभवों क्रमशः V_1 और V_2 के द्वारा इस प्रकार त्वरित किया गया है ताकि इन दोनों की दे ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य समान हों । $\frac{V_1}{V_2}$ ज्ञात कीजिए ।

2

19. कोई प्रकाश किरण अपवर्तनांक μ के समबाहु काँच के प्रिज्म के फलक पर अभिलम्बवत् आपतन करती है । जब इस प्रिज्म को किसी पारदर्शी माध्यम में पूर्णतः डुबोया जाता है तो यह प्रेक्षण किया जाता है कि निर्गत किरण संलग्न फलक को ठीक-ठीक स्पर्श करती है । इस माध्यम का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए ।

2

20. वोल्टता V पर दो विद्युत हीटरों के शक्ति अनुमतांक P_1 और P_2 हैं । इन दोनों को dc वोल्टता V से श्रेणी में संयोजित किया गया है । दोनों के संयोजन द्वारा उपभुक्त शक्ति ज्ञात कीजिए । यदि इन दोनों को समान स्रोत से पार्श्व में संयोजित किया जाए, तो क्या ये दोनों समान शक्ति उपभुक्त करेंगी ?

2

14. **Assertion (A)** : The temperature coefficient of resistance is positive for metals and negative for p-type semiconductors.

Reason (R) : The charge carriers in metals are negatively charged, whereas the majority charge carriers in p-type semiconductors are positively charged. 1

15. **Assertion (A)** : When electrons drift in a conductor, it does not mean that all free electrons in the conductor are moving in the same direction.

Reason (R) : The drift velocity is superposed over large random velocities of electrons. 1

16. **Assertion (A)** : In interference and diffraction of light, light energy reduces in one region producing a dark fringe. It increases in another region and produces a bright fringe.

Reason (R) : This happens because energy is not conserved in the phenomena of interference and diffraction. 1

SECTION – B

$5 \times 2 = 10$

17. Draw the circuit diagram of a p-n junction diode in (i) forward biasing and (ii) reverse biasing. Also draw its I-V characteristics in the two cases. 2

18. A proton and α -particle are accelerated through different potentials V_1 and V_2 respectively so that they have the same de Broglie wavelengths.

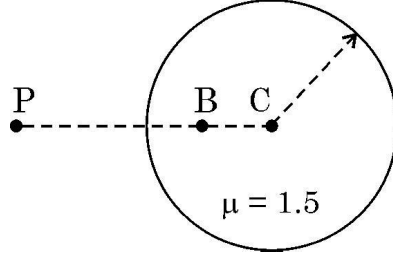
Find $\frac{V_1}{V_2}$. 2

19. A ray of light is incident normally on one face of an equilateral glass prism of refractive index μ . When the prism is completely immersed in a transparent medium, it is observed that the emergent ray just grazes the adjacent face. Find the refractive index of the medium. 2

20. Two electric heaters have power ratings P_1 and P_2 , at voltage V . They are connected in series to a dc source of voltage V . Find the power consumed by the combination. Will they consume the same power if connected in parallel across the same source ? 2

21. (a) आरेख में दर्शाए अनुसार अपवर्तनांक 1.5 और त्रिज्या 40 cm के किसी काँच के गोले में कोई वायु का बुलबुला बिन्दु B (CB = 20 cm) पर फंस गया है। बिन्दु P से प्रेक्षण करने पर इस बुलबुले के प्रतिबिम्ब की प्रकृति और स्थिति ज्ञात कीजिए।

2



अथवा

- (b) किसी अपवर्ती दूरदर्शक के सामान्य समायोजन में अभिदृश्यक और अभिनेत्र लेंस के बीच की दूरी 1.00 m है। यदि इस दूरदर्शक की आवर्धन क्षमता 19 है, तो अभिदृश्यक और अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

2

खण्ड – ग

7 × 3 = 21

22. (a) नाभिकीय विखण्डन और नाभिकीय संलयन के बीच विभेदन कीजिए।
- (b) ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ के विखण्डन गुणों और ${}_{92}\text{U}^{235}$ के विखण्डन-गुणों में अत्यधिक समानता है। यदि शुद्ध ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ के 1 g के सभी परमाणुओं का विखण्डन हो जाए, तो कितनी ऊर्जा (MeV में) मुक्त होगी? प्रति विखण्डन मुक्त औसत ऊर्जा 180 MeV है।

3

23. किसी प्रदेश में विद्युत क्षेत्र इस प्रकार दिया गया है –

$$\vec{E} = (10x + 4) \hat{i}$$

यहाँ x को m तथा E को N/C में लिया गया है। किया गया कार्य परिकलित कीजिए, जबकि किसी मात्रक आवेश को ले जाया गया है

- (i) (5 m, 0) से (10 m, 0) तक
- (ii) (5 m, 0) से (5 m, 10 m) तक

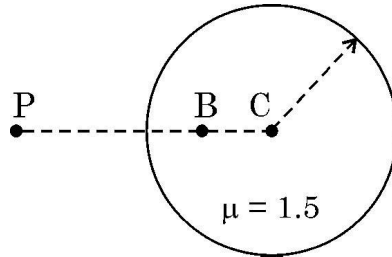
3

24. गाइगर मार्शडेन प्रयोग में प्रकीर्णन कोण (θ) के साथ संसूचित प्रकीर्णित कणों (N) के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए। इस ग्राफ द्वारा आप जिन दो निष्कर्षों को निकाल सकते हैं, उन्हें लिखिए। इस प्रयोग में उपगमन की निकटतम दूरी के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

3

21. (a) An air bubble is trapped at point B (CB = 20 cm) in a glass sphere of radius 40 cm and refractive index 1.5 as shown in figure. Find the nature and position of the image of the bubble as seen by an observer at point P.

2



OR

- (b) In normal adjustment, for a refracting telescope, the distance between objective and eye piece lens is 1.00 m. If the magnifying power of the telescope is 19, find the focal length of the objective and the eyepiece lens.

2

SECTION – C

7 × 3 = 21

22. (a) Differentiate between nuclear fission and fusion.
- (b) The fission properties of ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ are very similar to those of ${}_{92}\text{U}^{235}$. How much energy (in MeV), is released if all the atoms in 1 g of pure ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ undergo fission ? The average energy released per fission is 180 MeV.

3

23. The electric field in a region is given by

$$\vec{E} = (10x + 4) \hat{i}$$

where x is in m and E is in N/C. Calculate the amount of work done in taking a unit charge from

- (i) (5 m, 0) to (10 m, 0)
- (ii) (5 m, 0) to (5 m, 10 m)

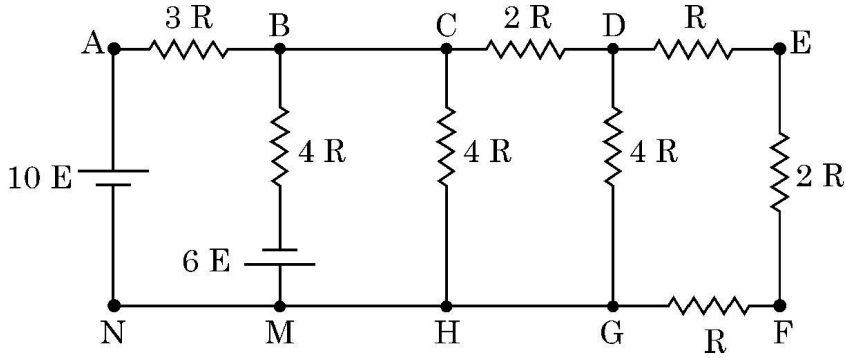
3

24. Draw the graph showing variation of scattered particles detected (N) with the scattering angle (θ) in Geiger-Marsden experiment. Write two conclusions that you can draw from this graph. Obtain the expression for the distance of closest approach in this experiment.

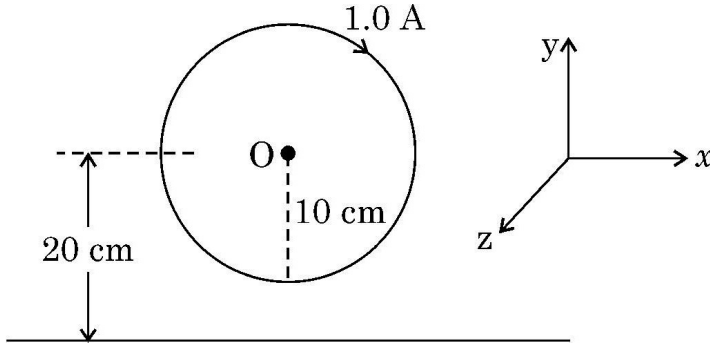
3

25. दर्शाए गए नेटवर्क की भुजा BM में धारा ज्ञात कीजिए :

3



26. 10 cm त्रिज्या का कोई वृत्ताकार पाश, जिससे 1.0 A धारा प्रवाहित हो रही है x - y तल में रखा है। आरेख में दर्शाए अनुसार इसी तल में कोई लम्बा सीधा तार x -अक्ष के समान्तर 20 cm दूरी पर रखा है।



बिन्दु O पर नेट चुम्बकीय क्षेत्र शून्य होने के लिए इस तार में कितनी और किस दिशा में धारा स्थापित की जानी चाहिए, ज्ञात कीजिए।

3

27. निम्नलिखित में प्रत्येक के लिए उपयोग की जाने वाली विद्युतचुम्बकीय तरंग का नाम और उसका तरंगदैर्घ्य परिसर लिखिए :

- FM रेडियो प्रसारण
- अस्थि भंग का संसूचन
- पेशियों के खिंचाव का उपचार

3

28. (a) (i) अन्योन्य प्रेरकत्व की परिभाषा और इसका SI मात्रक लिखिए।

3

- दो लंबी समाक्ष परिनालिकाओं, जिनकी लम्बाई समान l , फेरों की संख्या N_1 और N_2 तथा त्रिज्या r_1 और r_2 ($>r_1$) हैं, के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

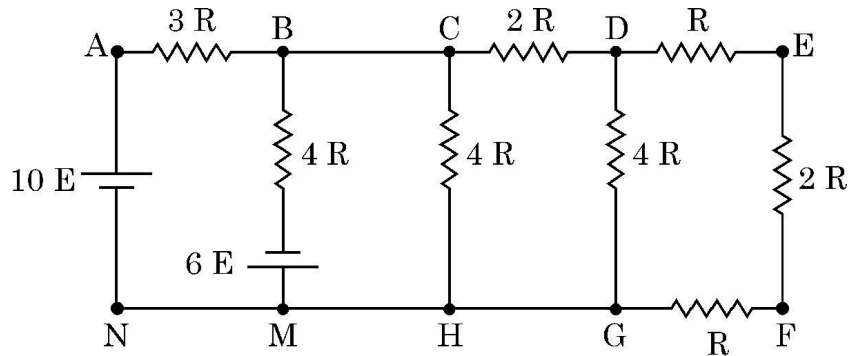
अथवा

- लौह चुम्बकीय पदार्थ किन्हीं कहते हैं ? चुम्बकीय डोमेन की संकल्पना का उपयोग करके उपयुक्त आरेख की सहायता से लौह चुम्बकत्व की व्याख्या कीजिए।

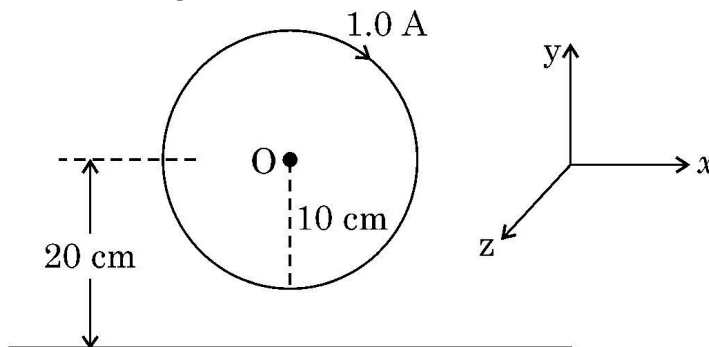
3

25. Find the current in branch BM in the network shown :

3



26. A circular loop of radius 10 cm carrying current of 1.0 A lies in x - y plane. A long straight wire lies in the same plane parallel to x -axis at a distance of 20 cm as shown in figure.



Find the direction and value of current that has to be maintained in the wire so that the net magnetic field at O is zero.

3

27. Name the electromagnetic waves with their wavelength range which are used for

- (i) FM radio broadcast
- (ii) detection of fracture in bones
- (iii) treatment of muscular strain

3

28. (a) (i) Define mutual inductance. Write its SI unit.

3

- (ii) Derive an expression for the mutual inductance of a system of two long coaxial solenoids of same length l , having turns N_1 and N_2 and of radii r_1 and r_2 ($> r_1$).

OR

(b) What are ferromagnetic materials ? Explain ferromagnetism with the help of suitable diagrams, using the concept of magnetic domain.

3

नोट : प्रश्न संख्या 29 से 30 केस आधारित प्रश्न हैं। नीचे दिए गए अनुच्छेद का अध्ययन करके प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

29. Ge या Si जैसे शुद्ध अर्धचालकों का जब किसी उचित अपद्रव्य की अल्प मात्रा से मादन किया जाता है तो वह अपद्रव्यी अर्धचालक बन जाते हैं। तापीय साम्य में इनमें इलेक्ट्रॉन और विवर सांद्रता नैज आवेश वाहकों की सांद्रता से संबंधित होती है। उचित अपद्रव्य से भारित करने पर कोई p-प्रकार अथवा n-प्रकार का अर्धचालक p-n संधि में परिवर्तित किया जा सकता है। किसी p-n संधि के निर्माण में दो प्रक्रियाएँ विसरण और अपवाह होती हैं। कोई अर्धचालक डायोड मूल रूप से कोई p-n संधि ही होता है जिसके दो सिरों पर बाह्य वोल्टता के अनुप्रयोग के लिए धातु-संस्पर्श प्रदान किए जाते हैं। अग्र दिशिक बायसित होने पर कोई p-n संधि धारा को केवल एक ही दिशा में प्रवाहित होने देती है। इसी गुण के कारण किसी डायोड का उपयोग विस्तृत रूप में, अर्ध तरंग अथवा पूर्ण तरंग अभिविन्यासों में प्रत्यावर्ती (ac) वोल्टताओं के दिष्टकरण के लिए किया जाता है।

4 × 1 = 4

(i) जब Ge का मादन पंचसंयोजक अपद्रव्य के साथ किया जाता है, तो अपमिश्रक से दुर्बल-बंध से जुड़े इलेक्ट्रॉन को मुक्त कराने के लिए आवश्यक ऊर्जा होती है लगभग

- (A) 0.001 eV (B) 0.01 eV
(C) 0.72 eV (D) 1.1 eV

(ii) किसी दिए ताप पर किसी अर्धचालक में नैज आवेश वाहकों की संख्या $2.0 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ है। इसका मादन पंचसंयोजक अपद्रव्यी परमाणुओं से किया गया है। इसके परिणामस्वरूप इसमें विवरों (होलों) की संख्या $8 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ हो जाती है। इस अर्धचालक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या है

- (A) $2 \times 10^{24} \text{ m}^{-3}$ (B) $4 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$
(C) $1 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$ (D) $5 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$

(iii) (a) किसी p-n संधि के बनते समय

- (A) इलेक्ट्रॉनों का p-क्षेत्र से n-क्षेत्र की ओर विसरण होता है तथा होलों का n-क्षेत्र से p-क्षेत्र की ओर विसरण होता है।
(B) इलेक्ट्रॉन और होल दोनों का ही n-क्षेत्र से p-क्षेत्र की ओर विसरण होता है।
(C) इलेक्ट्रॉनों का n-क्षेत्र से p-क्षेत्र की ओर विसरण होता है तथा होलों का p-क्षेत्र से n-क्षेत्र की ओर विसरण होता है।
(D) इलेक्ट्रॉनों और होल दोनों का ही p-क्षेत्र से n-क्षेत्र की ओर विसरण होता है।

अथवा

(iii) (b) किसी p-n संधि के बनते समय आरम्भ में

- (A) विसरण धारा बृहत् तथा अपवाह धारा लघु होती है।
(B) विसरण धारा लघु तथा अपवाह धारा बृहत् होती है।
(C) विसरण धारा तथा अपवाह धारा दोनों ही बृहत् होती हैं।
(D) विसरण धारा तथा अपवाह धारा दोनों ही लघु होती हैं।

SECTION – D**2 × 4 = 8**

Note : Questions number **29** to **30** are Case Study based questions. Read the following paragraph and answer the questions that follow.

29. A pure semiconductor like Ge or Si, when doped with a small amount of suitable impurity, becomes an extrinsic semiconductor. In thermal equilibrium, the electron and hole concentration in it are related to the concentration of intrinsic charge carriers. A p-type or n-type semiconductor can be converted into a p-n junction by doping it with suitable impurity. Two processes, diffusion and drift take place during formation of a p-n junction. A semiconductor diode is basically a p-n junction with metallic contacts provided at the ends for the application of an external voltage. A p-n junction diode allows currents to pass only in one direction when it is forward biased. Due to this property, a diode is widely used to rectify alternating voltages, in half-wave or full wave configuration.

4 × 1 = 4

- (i) When Ge is doped with pentavalent impurity, the energy required to free the weakly bound electron from the dopant is about
- (A) 0.001 eV (B) 0.01 eV
(C) 0.72 eV (D) 1.1 eV
- (ii) At a given temperature, the number of intrinsic charge carriers in a semiconductor is $2.0 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. It is doped with pentavalent impurity atoms. As a result, the number of holes in it becomes $8 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$. The number of electrons in the semiconductor is
- (A) $2 \times 10^{24} \text{ m}^{-3}$ (B) $4 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$
(C) $1 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$ (D) $5 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$
- (iii) (a) During the formation of a p-n junction –
- (A) electrons diffuse from p-region into n-region and holes diffuse from n-region into p-region.
(B) both electrons and holes diffuse from n-region into p-region.
(C) electrons diffuse from n-region into p-region and holes diffuse from p-region into n-region.
(D) both electrons and holes diffuse from p-region into n-region.

OR

- (iii) (b) Initially during the formation of a p-n junction –
- (A) diffusion current is large and drift current is small.
(B) diffusion current is small and drift current is large.
(C) both the diffusion and the drift currents are large.
(D) both the diffusion and the drift currents are small.

(iv) किसी ac वोल्टता $V = 0.5 \sin(100 \pi t)$ वोल्ट को बारी-बारी से किसी अर्ध तरंग दिष्टकारी तथा पूर्ण तरंग दिष्टकारी के सिरों से संयोजित किया गया है। इनके सिरों पर निर्गत वोल्टता की आवृत्ति क्रमशः होगी

- (A) 25 Hz, 50 Hz (B) 25 Hz, 100 Hz
(C) 50 Hz, 50 Hz (D) 50 Hz, 100 Hz

30. कोई लेंस दो पृष्ठों से घिरा ऐसा पारदर्शी प्रकाशिक माध्यम होता है जिसके दोनों पृष्ठों में कम से कम एक गोलीय होना चाहिए। किसी एकल गोलीय पृष्ठ द्वारा निर्मित प्रतिबिम्ब के लिए सूत्र का उपयोग किसी लेंस के दो पृष्ठों पर क्रमिक रूप में करके पतले लेंसों के लिए लेंस सूत्र जिसे लेंस मेकर सूत्र और इस प्रकार मूल लेंस सूत्र प्राप्त किया जाता है। किसी लेंस की फोकस दूरी (अथवा क्षमता) लेंस के दोनों पृष्ठों की त्रिज्याओं तथा प्रतिवेश के सापेक्ष लेंस के पदार्थ के अपवर्तनांक पर निर्भर करता है। किसी पदार्थ का अपवर्तनांक उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करता है। लेंसों का संयोजन वांछित क्षमता और आवर्धन के अपसारी और अभिसारी लेंसों को प्राप्त करने में हमारी सहायता करता है। $4 \times 1 = 4$

(i) 20 cm फोकस दूरी का कोई पतला अपसारी लेंस 15 cm फोकस दूरी के पतले अभिसारी लेंस के सम्पर्क में समाक्ष रखा है। इस संयोजन की क्षमता है –

- (A) $-\frac{5}{6} D$ (B) $-\frac{5}{3} D$
(C) $\frac{4}{3} D$ (D) $\frac{3}{2} D$

(ii) किसी उत्तल लेंस के दो पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या R और 2R हैं। यदि इस लेंस की फोकस दूरी $\left(\frac{4}{3}\right) R$ है, तो लेंस के पदार्थ का अपवर्तनांक है :

- (A) $\frac{5}{3}$ (B) $\frac{4}{3}$
(C) $\frac{3}{2}$ (D) $\frac{7}{5}$

(iii) किसी समतलोत्तल लेंस की फोकस दूरी

- (A) पानी में डुबोने पर बढ़ जाती है।
(B) आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य में कमी होने पर बढ़ जाती है।
(C) इसके पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या में कमी होने पर बढ़ जाती है।
(D) मुख्य अक्ष के अनुदिश दो सर्वसम भागों में काटे जाने पर घट जाती है।

(iv) An ac voltage $V = 0.5 \sin (100 \pi t)$ volt is applied, in turn, across a half-wave rectifier and a full-wave rectifier. The frequency of the output voltage across them respectively will be

- (A) 25 Hz, 50 Hz (B) 25 Hz, 100 Hz
(C) 50 Hz, 50 Hz (D) 50 Hz, 100 Hz

30. A lens is a transparent optical medium bounded by two surfaces; at least one of which should be spherical. Applying the formula of image formation by a single spherical surface successively at the two surfaces of a thin lens, a formula known as lens maker's formula and hence the basic lens formula can be obtained. The focal length (or power) of a lens depends on the radii of its surfaces and the refractive index of its material with respect to the surrounding medium. The refractive index of a material depends on the wavelength of light used. Combination of lenses helps us to obtain diverging or converging lenses of desired power and magnification. $4 \times 1 = 4$

(i) A thin converging lens of focal length 20 cm and a thin diverging lens of focal length 15 cm are placed coaxially in contact. The power of the combination is

- (A) $\frac{-5}{6}$ D (B) $\frac{-5}{3}$ D
(C) $\frac{4}{3}$ D (D) $\frac{3}{2}$ D

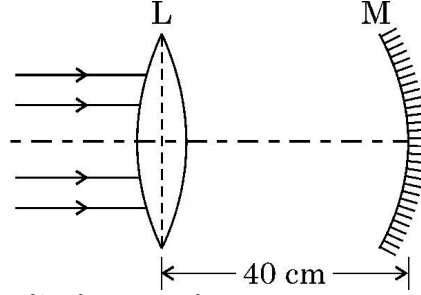
(ii) The radii of curvature of two surfaces of a convex lens are R and 2R. If the focal length of this lens is $\left(\frac{4}{3}\right)R$, the refractive index of the material of the lens is :

- (A) $\frac{5}{3}$ (B) $\frac{4}{3}$
(C) $\frac{3}{2}$ (D) $\frac{7}{5}$

(iii) The focal length of an equiconvex lens

- (A) increases when the lens is dipped in water.
(B) increases when the wavelength of incident light decreases.
(C) increases with decrease in radius of curvature of its surface.
(D) decreases when the lens is cut into two identical parts along its principal axis.

- (iv) (a) आरेख में दर्शाए अनुसार 10 cm फोकस दूरी का कोई उत्तल पतला लेंस L और 15 cm फोकस दूरी का कोई अवतल दर्पण M एक-दूसरे से 40 cm की दूरी पर समाक्ष स्थित हैं। मुख्य अक्ष से समान्तर कोई प्रकाश पुंज लेंस पर आपतन करता है। अंतिम प्रतिबिम्ब लेंस के सापेक्ष कहाँ और कितनी दूरी पर बनेगा ?



- (A) 10 cm, लेंस के बायीं ओर (B) 10 cm, लेंस के दायीं ओर
(C) 20 cm, लेंस के बायीं ओर (D) 20 cm, लेंस के दायीं ओर

अथवा

- (iv) (b) 16 cm फोकस दूरी के किसी उत्तल लेंस L_1 पर कोई प्रकाश पुंज, जो लेंस के मुख्य अक्ष के समान्तर है, आपतन कर रहा है। लेंस L_1 के समाक्ष कोई अन्य उत्तल लेंस L_2 जिसकी फोकस दूरी 12 cm है, 40 cm दूरी पर स्थित है। अंतिम प्रतिबिम्ब की प्रकृति और लेंस L_2 से दूरी होगी क्रमशः

- (A) वास्तविक, 24 cm (B) आभासी, 12 cm
(C) वास्तविक, 32 cm (D) आभासी, 18 cm

खण्ड – ड

3 × 5 = 15

31. (a) (i) किसी उत्तल दर्पण द्वारा किसी बिम्ब का प्रतिबिम्ब बनना दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए और इससे दर्पण समीकरण प्राप्त कीजिए।
(ii) प्रकाशिक यंत्रों के अभिदृश्यक और अभिनेत्र लेंस (नेत्रिका) दोनों के लिए बहुघटक लेंसों का उपयोग क्यों किया जाता है ?
(iii) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा किसी लघु बिम्ब का आवर्धन 200 है। नेत्रिका की फोकस दूरी 2 cm है तथा अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है। अभिदृश्यक द्वारा उत्पन्न आवर्धन ज्ञात कीजिए।

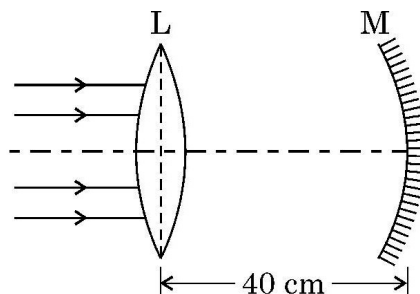
5

अथवा

- (b) (i) किसी तरंगाग्र और किसी किरण के बीच विभेदन कीजिए।
(ii) हाइगेन्स सिद्धान्त लिखिए तथा उपयुक्त आरेख का उपयोग करके परावर्तन के नियमों का सत्यापन कीजिए।
(iii) यंग के द्विझिरी प्रयोग में झिरियों S_1 और S_2 के बीच की दूरी 3 mm है तथा पर्दे की झिरियों से दूरी 1.0 m है। यह प्रेक्षण किया गया है कि चौथी चमकीली फ्रिन्ज दूसरी काली फ्रिन्ज से 5 mm की दूरी पर है। उपयोग किए जाने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए।

5

- (iv) (a) A thin convex lens L of focal length 10 cm and a concave mirror M of focal length 15 cm are placed coaxially 40 cm apart as shown in figure. A beam of light coming parallel to the principal axis is incident on the lens. The final image will be formed at a distance of



- (A) 10 cm, left of lens (B) 10 cm, right of lens
(C) 20 cm, left of lens (D) 20 cm, right of lens

OR

- (b) A beam of light coming parallel to the principal axis of a convex lens L_1 of focal length 16 cm is incident on it. Another convex lens L_2 of focal length 12 cm is placed coaxially at a distance 40 cm from L_1 . The nature and distance of the final image from L_2 will be

- (A) real, 24 cm (B) virtual, 12 cm
(C) real, 32 cm (D) virtual, 18 cm

SECTION – E

3 × 5 = 15

31. (a) (i) Draw a ray diagram for the formation of the image of an object by a convex mirror. Hence, obtain the mirror equation.
(ii) Why are multi-component lenses used for both the objective and the eyepiece in optical instruments ?
(iii) The magnification of a small object produced by a compound microscope is 200. The focal length of the eyepiece is 2 cm and the final image is formed at infinity. Find the magnification produced by the objective. 5

OR

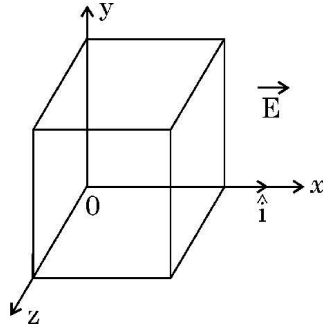
- (b) (i) Differentiate between a wavefront and a ray.
(ii) State Huygen's principle and verify laws of reflection using suitable diagram.
(iii) In Young's double slit experiment, the slits S_1 and S_2 are 3 mm apart and the screen is placed 1.0 m away from the slits. It is observed that the fourth bright fringe is at a distance of 5 mm from the second dark fringe. Find the wavelength of light used. 5

32. (a) (i) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र जिसकी पट्टिकाओं के बीच पृथकन d तथा पट्टिकाओं का क्षेत्रफल A है, की पट्टिकाओं के बीच परावैद्युतांक 'K' और मोटाई 't' का कोई गुटका रखा गया है। इस संधारित्र की धारिता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।
- (ii) दो विभिन्न धारिताओं के संधारित्रों को पहले (1) श्रेणी में और फिर (2) पार्श्व में किसी 100 V के dc स्रोत से संयोजित किया गया है। यदि इन दोनों प्रकरणों में संयोजनों में संचित कुल ऊर्जा क्रमशः 40 mJ और 250 mJ हैं, तो इन संधारित्रों की धारिताएँ ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

- (b) (i) गाउस नियम का उपयोग करके यह दर्शाइए कि किसी एकसमान आवेशित अनन्त समतल चादर के कारण किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{n}$ से व्यक्त होता है। यहाँ प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।
- (ii) किसी प्रदेश में विद्युत क्षेत्र \vec{E} को इस प्रकार व्यक्त किया गया है
- $$\vec{E} = (5x^2 + 2) \hat{i}$$
- यहाँ E को N/C तथा x को मीटरों में व्यक्त किया गया है। इस प्रदेश में भुजा 10 cm के किसी घन को आरेख में दर्शाए अनुसार स्थित किया गया है। परिकलित कीजिए।



- (1) इस घन से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स, तथा
- (2) इस घन द्वारा परिवद्ध नेट आवेश।

5

33. (a) (i) उन कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर किसी LCR श्रेणी परिपथ की अनुनाद की आवृत्ति निर्भर करती है। अनुप्रयुक्त ac स्रोत की आवृत्ति के साथ LCR श्रेणी परिपथ की प्रतिबाधा में विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए।
- (ii) उपयुक्त आरेख की सहायता से किसी उच्चायी ट्रान्सफॉर्मर की कार्यविधि की व्याख्या कीजिए।
- (iii) किसी वास्तविक ट्रान्सफॉर्मर में ऊर्जा-क्षय के दो कारण लिखिए।

5

अथवा

- (b) (i) आरेख की सहायता से किसी ac जनित्र की संरचना और कार्यविधि की संक्षेप में व्याख्या कीजिए।
- (ii) कोई इलेक्ट्रॉन किसी प्रोटॉन की परिक्रमा त्रिज्या r की कक्षा में चाल v से कर रहा है। इस इलेक्ट्रॉन से संबद्ध चुम्बकीय आघूर्ण के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

5

32. (a) (i) A dielectric slab of dielectric constant 'K' and thickness 't' is inserted between plates of a parallel plate capacitor of plate separation d and plate area A. Obtain an expression for its capacitance.
- (ii) Two capacitors of different capacitances are connected first (1) in series and then (2) in parallel across a dc source of 100 V. If the total energy stored in the combination in the two cases are 40 mJ and 250 mJ respectively, find the capacitance of the capacitors.

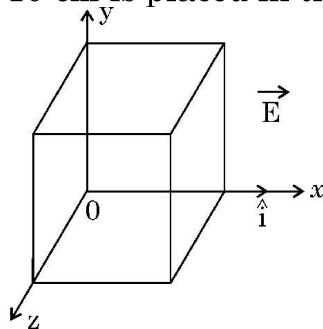
5

OR

- (b) (i) Using Gauss's law, show that the electric field \vec{E} at a point due to a uniformly charged infinite plane sheet is given by $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{n}$ where symbols have their usual meanings.

- (ii) Electric field \vec{E} in a region is given by $\vec{E} = (5x^2 + 2) \hat{i}$ where E is in N/C and x is in meters.

A cube of side 10 cm is placed in the region as shown in figure.



Calculate (1) the electric flux through the cube, and (2) the net charge enclosed by the cube.

5

33. (a) (i) Mention the factors on which the resonant frequency of a series LCR circuit depends. Plot a graph showing variation of impedance of a series LCR circuit with the frequency of the applied a.c. source.
- (ii) With the help of a suitable diagram, explain the working of a step-up transformer.
- (iii) Write two causes of energy loss in a real transformer.

5

OR

- (b) (i) With the help of a diagram, briefly explain the construction and working of ac generator.
- (ii) An electron is revolving around a proton in an orbit of radius r with a speed v. Obtain expression for magnetic moment associated with the electron.

5

रोल नं.

Roll No.



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें ।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

अधिकतम अंक : 70

Time allowed : 3 hours

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 27 हैं ।	(I) Please check that this question paper contains 27 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं ।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें ।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें ।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है । प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा । 10.15 बजे से 10.30 बजे तक छात्र केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे ।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the students will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश:

निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 3 अंकों का है।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।
- (ix) ध्यान दें कि दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए एक अलग प्रश्न-पत्र है।
- (x) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

जहाँ आवश्यक हो, आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m}_e\text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions carefully and follow them :

- (i) This question paper contains **33** questions. **All** questions are **compulsory**.
- (ii) This question paper is divided into **five** sections – **Sections A, B, C, D and E**.
- (iii) In **Section A** – Questions no. **1 to 16** are Multiple Choice type questions. Each question carries **1** mark.
- (iv) In **Section B** – Questions no. **17 to 21** are Very Short Answer type questions. Each question carries **2** marks.
- (v) In **Section C** – Questions no. **22 to 28** are Short Answer type questions. Each question carries **3** marks.
- (vi) In **Section D** – Questions no. **29 and 30** are case study based questions. Each question carries **4** marks.
- (vii) In **Section E** – Questions no. **31 to 33** are Long Answer type questions. Each question carries **5** marks.
- (viii) There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section A.
- (ix) Kindly note that there is a separate question paper for Visually Impaired candidates.
- (x) Use of calculators is **not** allowed.

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

खण्ड क

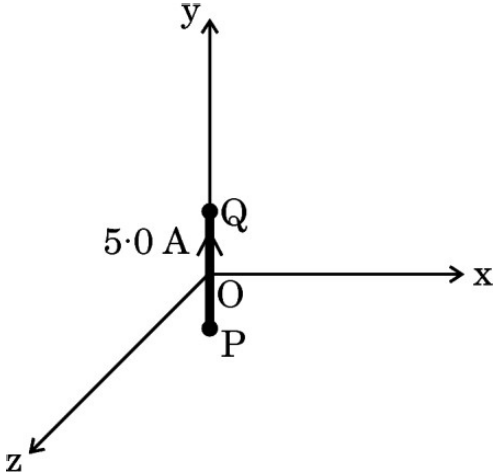
1. आवेशों $q_1, q_2, q_3 \dots$ के किसी समूह पर विचार कीजिए जो इस प्रकार है कि $\Sigma q \neq 0$. तब किसी अधिक दूरी पर इस समूह के कारण समविभव हैं लगभग :

- (A) समतल (B) गोलीय पृष्ठ
(C) परवलयज पृष्ठ (D) दीर्घवृत्तज पृष्ठ

2. किसी प्रोटॉन को बिन्दु P_1 से बिन्दु P_2 तक ले जाया गया है, ये दोनों बिन्दु किसी विद्युत क्षेत्र में स्थित हैं। बिन्दु P_1 और P_2 पर विभव क्रमशः $-5 V$ और $+5 V$ हैं। यह मानते हुए कि बिन्दुओं P_1 और P_2 पर प्रोटॉन की गतिज ऊर्जाएँ शून्य हैं, तो प्रोटॉन पर किया गया कार्य है :

- (A) $-1.6 \times 10^{-18} J$ (B) $1.6 \times 10^{-18} J$
(C) शून्य (D) $0.8 \times 10^{-18} J$

3. आरेख में दर्शाए अनुसार तार के किसी 2.0 cm लम्बे खण्ड से, जो y -अक्ष के अनुदिश रखा गया है, धनात्मक y -दिशा में 5.0 A धारा प्रवाहित हो रही है। इस खण्ड (परिपथ के भाग) के कारण बिन्दु $(3 \text{ m}, 4 \text{ m}, 0)$ पर चुम्बकीय क्षेत्र है :



- (A) $(0.12 \text{ nT}) \hat{j}$ (B) $-(0.10 \text{ nT}) \hat{j}$
(C) $-(0.24 \text{ nT}) \hat{k}$ (D) $(0.24 \text{ nT}) \hat{k}$

4. किसी तार का वृत्ताकार पाश, जिससे कोई धारा 'I' प्रवाहित हो रही है, अपने केन्द्र को मूल-बिन्दु के संपाती रखते हुए xy -तल में स्थित है। इस पाश पर $+z$ -अक्ष के अनुदिश दिशिक कोई एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र लगाया गया है। यह पाश :

- (A) x -अक्ष के अनुदिश गति करेगा (B) $-y$ -अक्ष के अनुदिश गति करेगा
(C) z -अक्ष के अनुदिश गति करेगा (D) स्थिर रहेगा

SECTION A

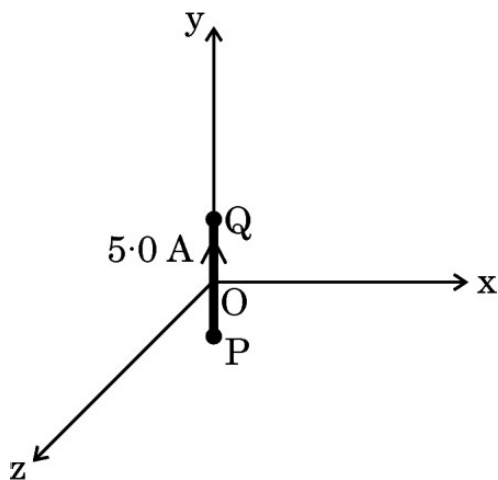
1. Consider a group of charges $q_1, q_2, q_3 \dots$ such that $\Sigma q \neq 0$. Then equipotentials at a large distance, due to this group are approximately :

(A) Plane	(B) Spherical surface
(C) Paraboloidal surface	(D) Ellipsoidal surface

2. A proton is taken from point P_1 to point P_2 , both located in an electric field. The potentials at points P_1 and P_2 are -5 V and $+5 \text{ V}$ respectively. Assuming that kinetic energies of the proton at points P_1 and P_2 are zero, the work done on the proton is :

(A) $-1.6 \times 10^{-18} \text{ J}$	(B) $1.6 \times 10^{-18} \text{ J}$
(C) Zero	(D) $0.8 \times 10^{-18} \text{ J}$

3. A 2.0 cm segment of wire, carrying 5.0 A current in positive y -direction lies along y -axis, as shown in the figure. The magnetic field at a point $(3 \text{ m}, 4 \text{ m}, 0)$ due to this segment (part of a circuit) is :



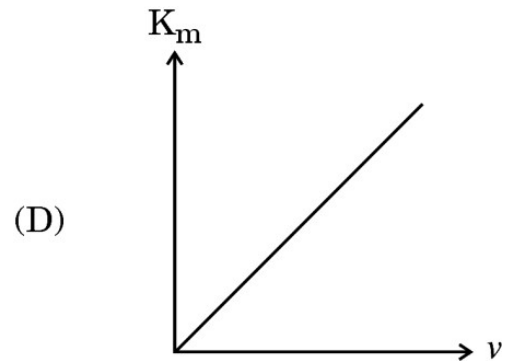
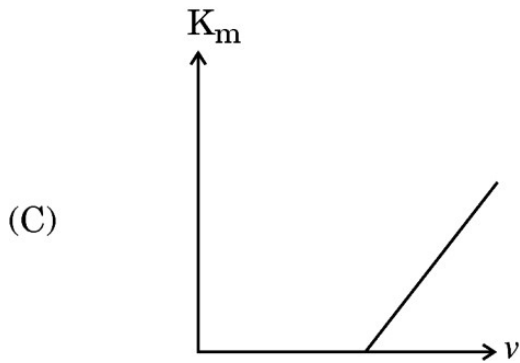
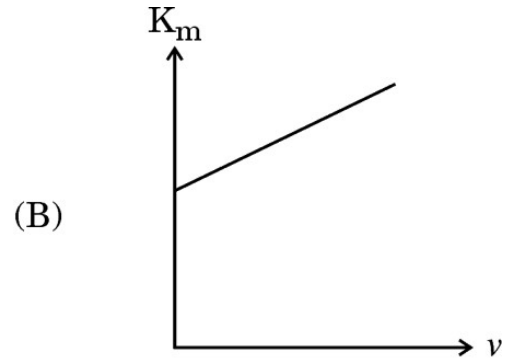
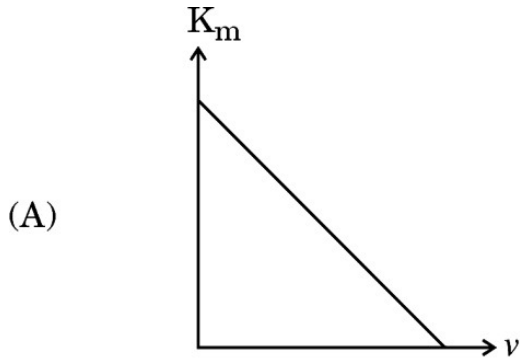
- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| (A) $(0.12 \text{ nT}) \hat{j}$ | (B) $-(0.10 \text{ nT}) \hat{j}$ |
| (C) $-(0.24 \text{ nT}) \hat{k}$ | (D) $(0.24 \text{ nT}) \hat{k}$ |
4. A circular loop of wire, carrying a current 'I' is lying in xy -plane with its centre coinciding with the origin. It is subjected to a uniform magnetic field pointing along $+z$ -axis. The loop will :

(A) move along x -axis	(B) move along $-y$ -axis
(C) move along z -axis	(D) remain stationary

5. कोई धारावाही वृत्ताकार पाश जिसका चुम्बकीय आघूर्ण \vec{M} है, किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में ऊर्ध्वाधर तल में इस प्रकार निलंबित है कि इसका तल \vec{B} के अभिलम्बवत् है। इस पाश को \vec{B} के लम्बवत् अक्ष के परितः 45° पर घूर्णित कराने में किया गया कार्य किसके निकटतम है ?
- (A) $-0.3 MB$ (B) $0.3 MB$
(C) $-1.7 MB$ (D) $1.7 MB$
6. 15 mH की किसी कुण्डली से धारा में शून्य से 4 A तक की वृद्धि 0.004 s में एकसमान रूप से की गई है। इस कुण्डली में प्रेरित वि.वा. बल (emf) होगा :
- (A) 22.5 V (B) 17.5 V
(C) 15.0 V (D) 12.5 V
7. किसी ऐसी परिनालिका पर विचार कीजिए जिसकी लम्बाई l , अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल A तथा फेरों की संख्या नियत है। इस परिनालिका के स्वप्रेरकत्व में वृद्धि होगी यदि :
- (A) l और A दोनों में वृद्धि हो
(B) l में कमी और A में वृद्धि हो
(C) l में वृद्धि और A में कमी हो
(D) l और A दोनों में कमी हो
8. निम्नलिखित में से किसकी आवृत्ति अधिकतम है ?
- (A) अवरक्त किरणें (B) गामा किरणें
(C) रेडियो तरंगें (D) सूक्ष्म तरंगें
9. समान वेग से गतिमान कोई प्रोटॉन और कोई ऐल्फा कण किसी लक्ष्य नाभिक पर उपगमन करते हैं। ये क्षणिक विराम में आते हैं और फिर अपनी दिशाओं को व्युत्क्रमित करते हैं। प्रोटॉन के उपगमन की निकटतम दूरी तथा ऐल्फा कण के उपगमन की निकटतम दूरी का अनुपात होगा :
- (A) $\frac{1}{2}$ (B) 2
(C) $\frac{1}{4}$ (D) 4

5. A current carrying circular loop of magnetic moment \vec{M} is suspended in a vertical plane in an external magnetic field \vec{B} such that its plane is normal to \vec{B} . The work done in rotating this loop by 45° about an axis perpendicular to \vec{B} is closest to :
- (A) $-0.3 MB$ (B) $0.3 MB$
 (C) $-1.7 MB$ (D) $1.7 MB$
6. The current in a coil of 15 mH increases uniformly from zero to 4 A in 0.004 s. The emf induced in the coil will be :
- (A) 22.5 V (B) 17.5 V
 (C) 15.0 V (D) 12.5 V
7. Consider a solenoid of length l and area of cross-section A with fixed number of turns. The self-inductance of the solenoid will increase if :
- (A) both l and A are increased
 (B) l is decreased and A is increased
 (C) l is increased and A is decreased
 (D) both l and A are decreased
8. Which one of the following has the highest frequency ?
- (A) Infrared rays (B) Gamma rays
 (C) Radio waves (D) Microwaves
9. A proton and an alpha particle having equal velocities approach a target nucleus. They come momentarily to rest and then reverse their directions. The ratio of the distance of closest approach of the proton to that of the alpha particle will be :
- (A) $\frac{1}{2}$ (B) 2
 (C) $\frac{1}{4}$ (D) 4

10. किसी दिए गए प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ के लिए उत्सर्जित फोटो-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा (K_m) और आपतित विकिरणों की आवृत्ति (ν) के बीच खींचे गए निम्नलिखित ग्राफों में से कौन-सा सही है ?



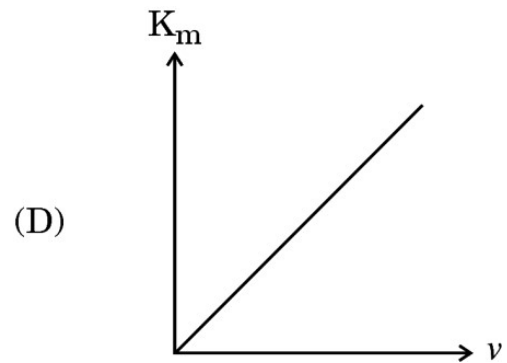
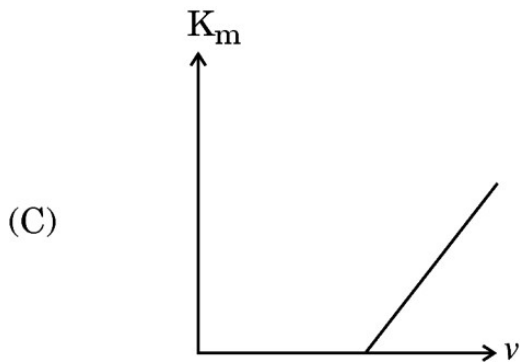
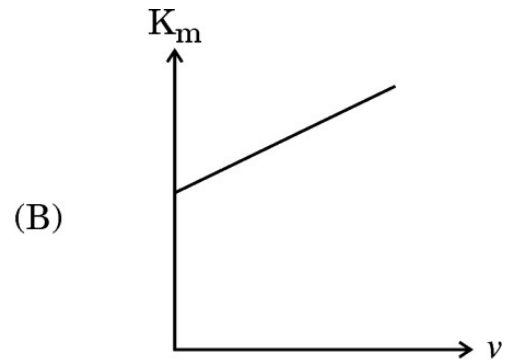
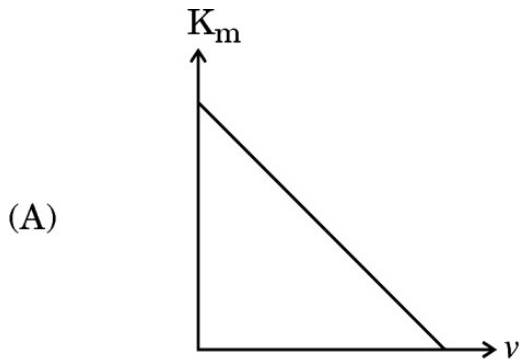
11. हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में कोई इलेक्ट्रॉन $n = 2$ स्तर से $n = 1$ स्तर को संक्रमण करता है । इसके परिक्रमण काल में :

- (A) 87.5% की वृद्धि होगी
 (B) 87.5% की कमी होगी
 (C) 43.75% की वृद्धि होगी
 (D) 43.75% की कमी होगी

12. Si का मादन पंचसंयोजी तत्त्व के साथ किया गया है । अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन को मुक्त करने के लिए आवश्यक ऊर्जा है लगभग :

- (A) 0.01 eV (B) 0.05 eV
 (C) 0.72 eV (D) 1.1 eV

10. Which one of the following is the correct graph between the maximum kinetic energy (K_m) of the emitted photoelectrons and the frequency of incident radiation (ν) for a given photosensitive surface ?



11. An electron makes a transition from $n = 2$ level to $n = 1$ level in the Bohr model of a hydrogen atom. Its period of revolution :

- (A) increases by 87.5%
(B) decreases by 87.5%
(C) increases by 43.75%
(D) decreases by 43.75%

12. Si is doped with a pentavalent element. The energy required to set the additional electron free is about :

- (A) 0.01 eV (B) 0.05 eV
(C) 0.72 eV (D) 1.1 eV

प्रश्न संख्या 13 से 16 अभिकथन (A) और कारण (R) प्रकार के प्रश्न हैं। दो कथन दिए गए हैं — जिनमें एक को अभिकथन (A) तथा दूसरे को कारण (R) द्वारा अंकित किया गया है। सही उत्तर नीचे दिए गए कोडों (A), (B), (C) और (D) में से चुनकर दीजिए।

- (A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या करता है।
- (B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं, परन्तु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या **नहीं** करता है।
- (C) अभिकथन (A) सही है, परन्तु कारण (R) ग़लत है।
- (D) अभिकथन (A) ग़लत है तथा कारण (R) भी ग़लत है।

13. अभिकथन (A) : किसी अर्धचालक में, चालन बैंड के इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा संयोजकता बैंड के इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा से कम होती है।

कारण (R) : किसी अर्धचालक में दाता ऊर्जा स्तर संयोजकता बैंड के ठीक ऊपर होता है।

14. अभिकथन (A) : प्रकाश-विद्युत प्रभाव प्रकाश की कणात्मक प्रकृति को निदर्शित करता है।

कारण (R) : प्रकाश-विद्युत धारा आपतित विकिरणों की आवृत्ति के अनुक्रमानुपाती होती है।

15. अभिकथन (A) : कोई प्रोटॉन और कोई इलेक्ट्रॉन किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में समान संवेग \vec{p} से इस प्रकार प्रवेश करते हैं कि \vec{p} चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} के लम्बवत् है। ये दोनों समान त्रिज्या के वृत्तीय पथ पर गमन करेंगे।

कारण (R) : किसी चुम्बकीय क्षेत्र में कक्षीय त्रिज्या r का मान $\frac{p}{qB}$ के बराबर होता है।

16. अभिकथन (A) : कोई उत्तल लेंस किसी द्रव में डुबोए जाने पर लुप्त हो जाता है।

कारण (R) : लेंस के पदार्थ और द्रव दोनों के अपवर्तनांक समान हैं।

Questions number **13** to **16** are Assertion (A) and Reason (R) type questions. Two statements are given — one labelled Assertion (A) and the other labelled Reason (R). Select the correct answer from the codes (A), (B), (C) and (D) as given below.

- (A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A).
- (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is **not** the correct explanation of the Assertion (A).
- (C) Assertion (A) is true, but Reason (R) is false.
- (D) Assertion (A) is false and Reason (R) is also false.

13. *Assertion (A)* : In a semiconductor, the electrons in the conduction band have lesser energy than those in the valence band.

Reason (R) : Donor energy level is just above the valence band in a semiconductor.

14. *Assertion (A)* : Photoelectric effect demonstrates the particle nature of light.

Reason (R) : Photoelectric current is proportional to frequency of incident radiation.

15. *Assertion (A)* : A proton and an electron enter a uniform magnetic field \vec{B} with the same momentum \vec{p} such that \vec{p} is perpendicular to \vec{B} . They describe circular paths of the same radius.

Reason (R) : In a magnetic field, orbital radius r is equal to $\frac{p}{qB}$.

16. *Assertion (A)* : A convex lens, when immersed in a liquid, disappears.

Reason (R) : The refractive indices of material of the lens and the liquid are equal.

खण्ड ख

17. (क) किसी चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के 'विश्रांति काल' से क्या तात्पर्य है ? यह दर्शाइए कि किसी चालक के प्रतिरोध को $R = \frac{ml}{ne^2\tau A}$ द्वारा व्यक्त किया जा सकता है, यहाँ प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं ।

2

अथवा

- (ख) किसी व्हीटस्टोन सेतु का परिपथ आरेख खींचिए । वह शर्त प्राप्त कीजिए जब इस परिपथ के गैल्वेनोमीटर से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है ।

2

18. किसी खगोलीय दूरदर्शक की आवर्धन क्षमता 24 है । सामान्य समायोजन में, इसके दो लेंसों के बीच की दूरी 150 cm है । अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए ।

2

19. निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए :

2

(क) किसी सरल सूक्ष्मदर्शी में, बिम्ब का कोणीय साइज़ प्रतिबिम्ब के कोणीय साइज़ के बराबर होता है । फिर भी यह आवर्धन प्रदान करता है ।

(ख) समतल और उत्तल दर्पण दोनों ही किसी बिम्ब का आभासी प्रतिबिम्ब बनाते हैं । क्या किन्हीं परिस्थितियों के अधीन ये वास्तविक प्रतिबिम्ब बना सकते हैं ?

20. हमारे नेत्रों द्वारा अवगमी की जाने वाली श्वेत प्रकाश की न्यूनतम तीव्रता लगभग 0.1 nWm^{-2} है । पुतली (क्षेत्रफल 0.4 cm^2) में प्रति सेकण्ड प्रवेश करने वाले इस प्रकाश के फोटॉनों की संख्या परिकलित कीजिए ।

2

(श्वेत प्रकाश की औसत तरंगदैर्घ्य 500 nm तथा प्लांक नियतांक $= 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ लीजिए)

21. मान लीजिए किसी शुद्ध Si क्रिस्टल में प्रति घन मीटर 5×10^{28} परमाणु हैं । इसका मादन बोरॉन की 1 ppm सांद्रता द्वारा किया गया है । होलों और इलेक्ट्रॉनों की सांद्रता परिकलित कीजिए, दिया गया है $n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$ । क्या यह मादित क्रिस्टल n-प्रकार का है अथवा p-प्रकार का, उल्लेख कीजिए ।

2

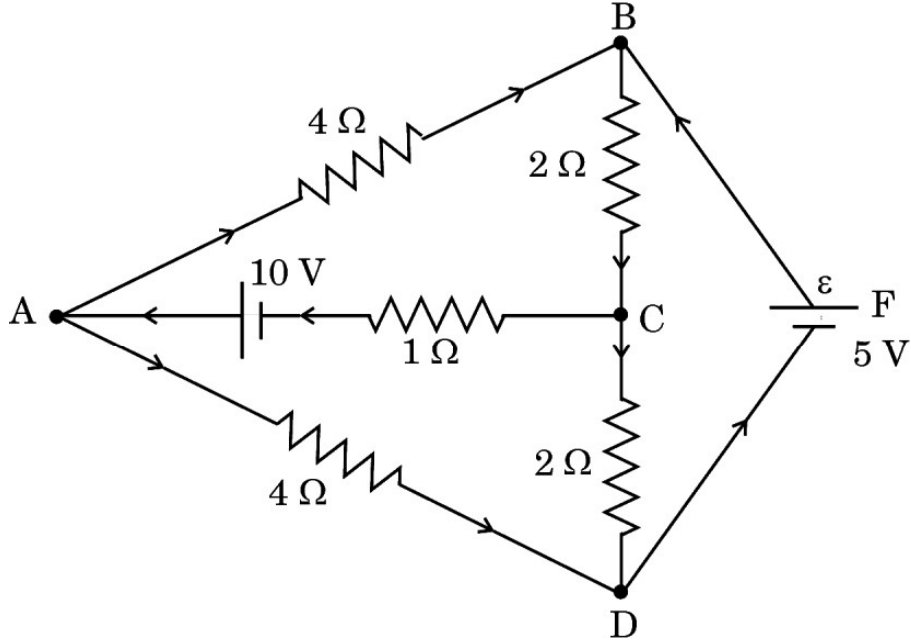
SECTION B

17. (a) What is meant by 'relaxation time' of free electrons in a conductor ? Show that the resistance of a conductor can be expressed by $R = \frac{ml}{ne^2\tau A}$, where symbols have their usual meanings. 2
- OR**
- (b) Draw the circuit diagram of a Wheatstone bridge. Obtain the condition when no current flows through the galvanometer in it. 2
18. The magnifying power of an astronomical telescope is 24. In normal adjustment, distance between its two lenses is 150 cm. Find the focal length of the objective lens. 2
19. Explain the following : 2
- (a) For a simple microscope, the angular size of the object equals the angular size of the image. Yet it offers magnification.
- (b) Both plane and convex mirrors produce virtual images of objects. Can they produce real images under some circumstances ?
20. The minimum intensity of white light that our eyes can perceive is about 0.1 nWm^{-2} . Calculate the number of photons of this light entering our pupil (area 0.4 cm^2) per second. 2
- (Take average wavelength of white light = 500 nm and Planck's constant = $6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$)
21. Suppose a pure Si crystal has $5 \times 10^{28} \text{ atoms m}^{-3}$. It is doped by 1 ppm concentration of boron. Calculate the concentration of holes and electrons, given that $n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$. Is the doped crystal n-type or p-type ? 2

खण्ड ग

22. आरेख में दर्शाए गए नेटवर्क की शाखा AB, AC तथा BC में धारा निर्धारित कीजिए ।

3



23. दो धारावाही लम्बे सीधे समान्तर चालक एक-दूसरे पर बल आरोपित करते हैं । क्यों ? दो धारावाही लम्बे सीधे समान्तर चालकों, जिनसे विपरीत दिशाओं में धारा प्रवाहित हो रही है, के बीच उनकी प्रति एकांक लम्बाई पर बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । इन दोनों चालकों के बीच बल की प्रकृति की व्याख्या कीजिए ।

3

24. किसी विद्युत परिपथ पर, जिसमें कोई परिपथ अवयव 'X' है जिसमें धारा वोल्टता से $\frac{\pi}{2}$ अग्र है, कोई ज्यावक्रिय वोल्टता अनुप्रयुक्त की गई है ।

(क) परिपथ में परिपथ अवयव 'X' की पहचान कीजिए ।

(ख) इसके प्रतिघात के लिए सूत्र लिखिए ।

(ग) ac वोल्टता की आवृत्ति के साथ प्रतिघात के विचरण को ग्राफ द्वारा दर्शाइए ।

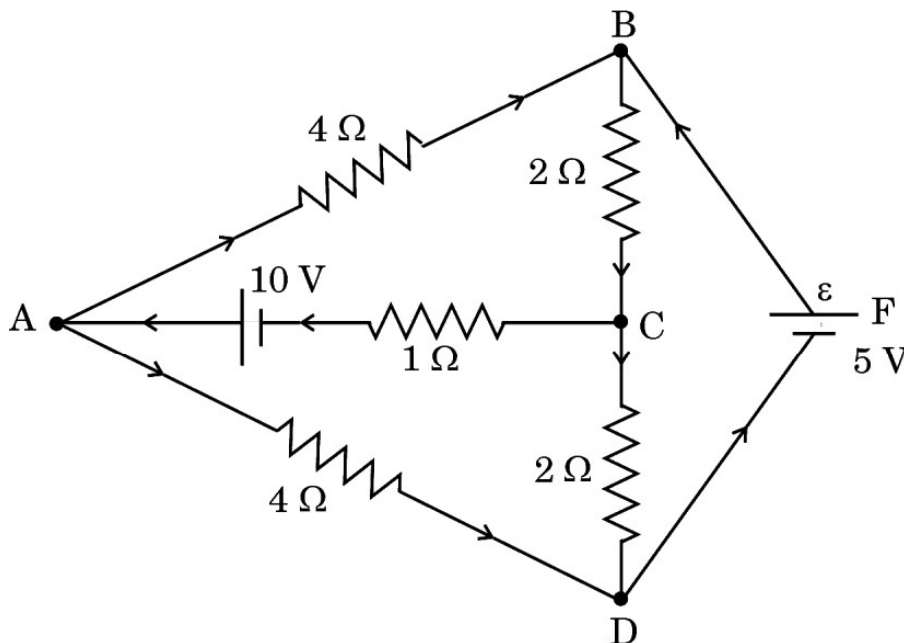
(घ) इस अवयव के व्यवहार की व्याख्या उस स्थिति में कीजिए जब इसका उपयोग किसी (i) ac परिपथ, और (ii) dc परिपथ में किया जाता है ।

3

SECTION C

22. Determine the current in branches AB, AC and BC of the network shown in figure.

3



23. Two long straight parallel conductors carrying currents, exert a force on each other. Why? Derive an expression for the force per unit length between two long straight parallel conductors carrying currents in opposite directions. Explain the nature of the force between these conductors.

3

24. A sinusoidal voltage is applied to an electric circuit containing a circuit element 'X' in which the current leads the voltage by $\frac{\pi}{2}$.

- (a) Identify the circuit element 'X' in the circuit.
- (b) Write the formula for its reactance.
- (c) Show graphically the variation of this reactance with frequency of ac voltage.
- (d) Explain the behaviour of this element when it is used in (i) an ac circuit, and (ii) a dc circuit.

3

25. निर्वात में किसी विद्युत-चुम्बकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र को इस प्रकार दिया गया है :

$$\vec{E} = (6.3 \text{ N/C}) [\cos (1.5 \text{ rad/m}) y + (4.5 \times 10^8 \text{ rad/s}) t] \hat{i}$$

(क) तरंग की तरंगदैर्घ्य और आवृत्ति ज्ञात कीजिए ।

(ख) इस तरंग के चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम क्या है ?

(ग) इस तरंग के चुम्बकीय क्षेत्र के लिए व्यंजक लिखिए ।

3

26. बोर का प्रथम और द्वितीय अभिगृहीत लिखिए । इनका उपयोग करके हाइड्रोजन परमाणु की n वीं कक्षा की त्रिज्या के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

3

27. (क) परमाणु द्रव्यमान मात्रक (u) को परिभाषित कीजिए ।

(ख) किसी ड्यूटेरॉन को इसके अवयवों (प्रोटॉन और न्यूट्रॉन) में पृथक् करने के लिए आवश्यक ऊर्जा परिकलित कीजिए । दिया गया है :

3

$$m(D) = 2.014102 \text{ u}$$

$$m_H = 1.007825 \text{ u}$$

$$m_n = 1.008665 \text{ u}$$

28. (क) किसी p-n संधि डायोड का $V - I$ अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए परिपथ आरेख खींचिए । (i) अग्रदिशिक बायस, और (ii) पश्चदिशिक बायस में $V - I$ अभिलाक्षणिक के मुख्य लक्षणों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए ।

3

अथवा

(ख) ऊर्जा बैंड आरेखों के आधार पर किसी (i) विद्युतरोधी, (ii) अर्धचालक और (iii) चालक के बीच विभेदन कीजिए ।

3

25. The electric field in an electromagnetic wave in vacuum is given by :

$$\vec{E} = (6.3 \text{ N/C}) [\cos (1.5 \text{ rad/m}) y + (4.5 \times 10^8 \text{ rad/s}) t] \hat{i}$$

- (a) Find the wavelength and frequency of the wave.
(b) What is the amplitude of the magnetic field of the wave ?
(c) Write an expression for the magnetic field of this wave.

3

26. State Bohr's first and second postulates. Use them to derive an expression for the radius of the n^{th} orbit in a hydrogen atom.

3

27. (a) Define atomic mass unit (u).

- (b) Calculate the energy required to separate a deuteron into its constituent parts (a proton and a neutron). Given :

3

$$m(\text{D}) = 2.014102 \text{ u}$$

$$m_{\text{H}} = 1.007825 \text{ u}$$

$$m_{\text{n}} = 1.008665 \text{ u}$$

28. (a) Draw the circuit diagrams for obtaining the V – I characteristics of a p-n junction diode. Explain briefly the salient features of the V – I characteristics in (i) forward biasing, and (ii) reverse biasing.

3

OR

- (b) On the basis of energy band diagrams, distinguish between (i) an insulator, (ii) a semiconductor, and (iii) a conductor.

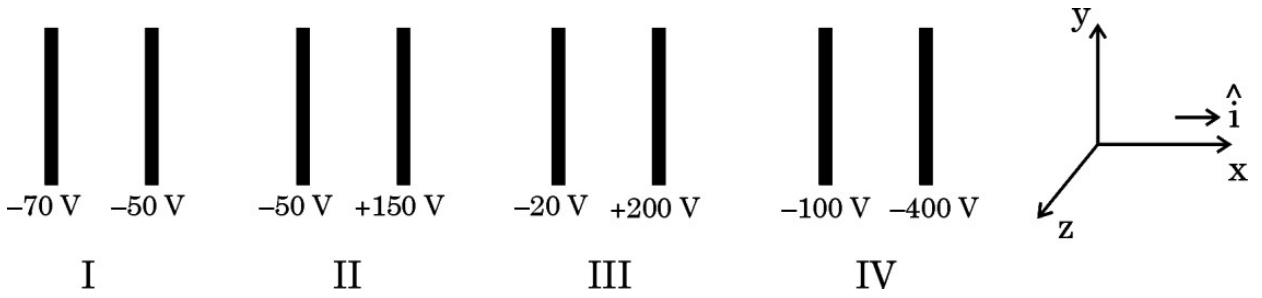
3

खण्ड घ

प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। निम्नलिखित अनुच्छेदों को पढ़ कर दिए गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

29. आरेख में समान्तर सर्वसम चालक पट्टिकाओं के चार जोड़े, जिनमें सभी में पट्टिकाओं के बीच 2.0 cm दूरी का समान पृथकन है, x-अक्ष के लम्बवत् व्यवस्थित किए गए हैं। प्रत्येक पट्टिका का विद्युत विभव अंकित है। पट्टिकाओं के किसी जोड़े के बीच विद्युत क्षेत्र एकसमान है तथा पट्टिकाओं के अभिलम्बवत् है।

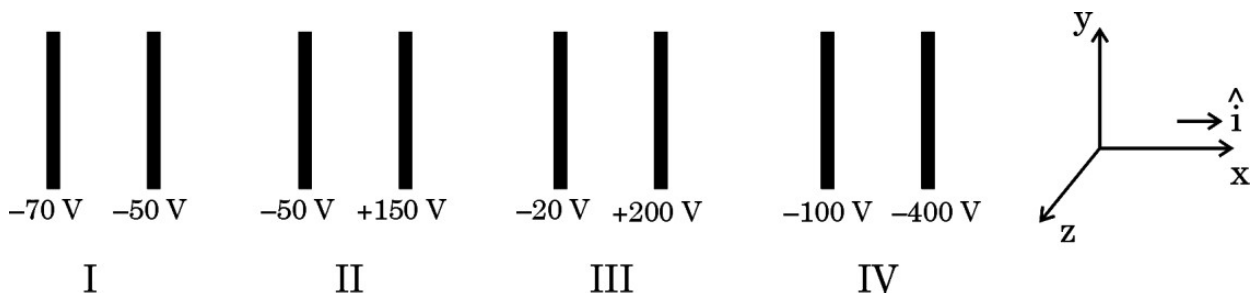


- (i) पट्टिकाओं के किस जोड़े के लिए विद्युत क्षेत्र \vec{E} , \hat{i} के अनुदिश है ? 1
- (A) I (B) II
(C) III (D) IV
- (ii) किसी इलेक्ट्रॉन को जोड़े IV की पट्टिकाओं के बीच मध्य मुक्त किया गया है। यह : 1
- (A) नियत चाल से \hat{i} के अनुदिश गमन करेगा
(B) नियत चाल से $-\hat{i}$ के अनुदिश गमन करेगा
(C) \hat{i} के अनुदिश त्वरित होगा
(D) $-\hat{i}$ के अनुदिश त्वरित होगा
- (iii) मान लीजिए किसी भी सेट की बायीं पट्टिका जिसे $x = 0$ m पर लिया गया है, पर विभव V_0 है। तब उन पट्टिकाओं के बीच सेट के किसी बिन्दु ($0 \leq x \leq 2$ cm) पर विभव V को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है : 1
- (A) $V = V_0 + \alpha x$ (B) $V = V_0 + \alpha x^2$
(C) $V = V_0 + \alpha x^{1/2}$ (D) $V = V_0 + \alpha x^{3/2}$
- यहाँ α कोई धनात्मक अथवा ऋणात्मक नियतांक है।

SECTION D
Case Study Based Questions

Questions number 29 and 30 are case study based questions. Read the following paragraphs and answer the questions that follow.

29. The figure shows four pairs of parallel identical conducting plates, separated by the same distance 2.0 cm and arranged perpendicular to x-axis. The electric potential of each plate is mentioned. The electric field between a pair of plates is uniform and normal to the plates.



- (i) For which pair of the plates is the electric field \vec{E} along \hat{i} ? 1
- (A) I (B) II
(C) III (D) IV
- (ii) An electron is released midway between the plates of pair IV. It will : 1
- (A) move along \hat{i} at constant speed
(B) move along $-\hat{i}$ at constant speed
(C) accelerate along \hat{i}
(D) accelerate along $-\hat{i}$
- (iii) Let V_0 be the potential at the left plate of any set, taken to be at $x = 0$ m. Then potential V at any point ($0 \leq x \leq 2$ cm) between the plates of that set can be expressed as : 1
- (A) $V = V_0 + \alpha x$ (B) $V = V_0 + \alpha x^2$
(C) $V = V_0 + \alpha x^{1/2}$ (D) $V = V_0 + \alpha x^{3/2}$
- where α is a constant, positive or negative.

(iv) (क) मान लीजिए पट्टिकाओं के जोड़ों I, II, III और IV के बीच विद्युत क्षेत्रों के परिमाण क्रमशः E_1 , E_2 , E_3 और E_4 हैं। तब :

- (A) $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$ (B) $E_3 > E_4 > E_1 > E_2$
(C) $E_4 > E_3 > E_2 > E_1$ (D) $E_2 > E_3 > E_4 > E_1$

अथवा

(ख) किसी इलेक्ट्रॉन को सेट I की दायीं पट्टिका से सीधे ही बायीं पट्टिका की ओर प्रक्षेपित किया गया है। यह ठीक पट्टिका पर विराम में आ जाता है। जिस चाल से इसे प्रक्षेपित किया गया था वह है लगभग :

($e/m = 1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ लीजिए)

- (A) $1.3 \times 10^5 \text{ m/s}$ (B) $2.6 \times 10^6 \text{ m/s}$
(C) $6.5 \times 10^5 \text{ m/s}$ (D) $5.2 \times 10^7 \text{ m/s}$

30. विवर्तन और व्यतिकरण निकटतम परिघटनाएँ हैं जो एक साथ घटती हैं। विवर्तन ऐसी परिघटना है जिसमें प्रकाश बाधा के कोणों (शीर्षों) पर झुकता है, जबकि प्रकाश के व्यतिकरण में तरंगों के संयोजन से एक नया तरंग पैटर्न बनता है। व्यतिकरण के लिए कम-से-कम विवर्तन करती दो तरंगों का होना आवश्यक है। अतः विवर्तन बिना व्यतिकरण के हो सकता है, जबकि व्यतिकरण बिना विवर्तन के नहीं हो सकता है।

किसी अपारदर्शी पदार्थ में दो झिरियाँ हैं, जिनमें प्रत्येक की चौड़ाई $2 \mu\text{m}$ है तथा उनके बीच की दूरी $6 \mu\text{m}$ है, झिरियों पर तरंगदैर्घ्य 450 nm के एकवर्णी प्रकाश का लम्बवत् आपतन कराकर परदे पर संयुक्त व्यतिकरण और विवर्तन पैटर्न प्राप्त होता है।

(i) विवर्तन पैटर्न के आवरण के केन्द्रीय शीर्ष के भीतर बनने वाले व्यतिकरण फ्रिंजों के शीर्षों की संख्या होगी :

- (A) 2 (B) 3
(C) 4 (D) 6

(ii) झिरियों के बीच की दूरी को समान रखते हुए यदि झिरियों की चौड़ाई दो गुनी कर दें, तो बनने वाले व्यतिकरण के शीर्षों की संख्या होगी :

- (A) 1 (B) 2
(C) 3 (D) 4

- (iv) (a) Let E_1, E_2, E_3 and E_4 be the magnitudes of the electric field between the pairs of plates, I, II, III and IV respectively. Then : 1
- (A) $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$ (B) $E_3 > E_4 > E_1 > E_2$
(C) $E_4 > E_3 > E_2 > E_1$ (D) $E_2 > E_3 > E_4 > E_1$

OR

- (b) An electron is projected from the right plate of set I directly towards its left plate. It just comes to rest at the plate. The speed with which it was projected is about : 1
(Take $(e/m) = 1.76 \times 10^{11}$ C/kg)
- (A) 1.3×10^5 m/s (B) 2.6×10^6 m/s
(C) 6.5×10^5 m/s (D) 5.2×10^7 m/s

30. Diffraction and interference are closely related phenomena that occur together. Diffraction is the phenomenon of bending of light around the edges of the obstacle, while interference is the combination of waves that results in a new wave pattern. In order to get interference, there must be at least two waves that are diffracting. So while diffraction can occur without interference, interference cannot occur without diffraction.

Two slits of width $2 \mu\text{m}$ each in an opaque material are separated by a distance of $6 \mu\text{m}$. Monochromatic light of wavelength 450 nm is incident normally on the slits. One finds a combined interference and diffraction pattern on the screen.

- (i) The number of peaks of the interference fringes formed within the central peak of the envelope of the diffraction pattern will be : 1
- (A) 2 (B) 3
(C) 4 (D) 6
- (ii) The number of peaks of the interference formed if the slit width is doubled while keeping the distance between the slits same will be : 1
- (A) 1 (B) 2
(C) 3 (D) 4

- (iii) (क) यदि 450 nm के स्थान पर 680 nm तरंगदैर्घ्य के प्रकाश का एक अन्य प्रकाश प्रयोग किया जाता है, तो विवर्तन पैटर्न के आवरण के केन्द्रीय शीर्ष में बनने वाले व्यतिकरण के शीर्षों की संख्या होगी :

1

- (A) 2 (B) 4
(C) 6 (D) 9

अथवा

- (ख) इस प्रकरण अध्ययन में वर्णित एकल झिरी द्वारा प्रकाश के विवर्तन पर विचार कीजिए। पहला निम्निष्ठ जिस कोण θ पर गिरेगा, वह कोण है :

1

- (A) $\sin^{-1}(0.12)$ (B) $\sin^{-1}(0.225)$
(C) $\sin^{-1}(0.32)$ (D) $\sin^{-1}(0.45)$

- (iv) झिरियों से $\frac{4}{3}$ m की दूरी पर स्थित परदे के 1 m पर व्यतिकरण के कारण बनने वाली चमकीली फ्रिंजों की संख्या है :

1

- (A) 2 (B) 3
(C) 6 (D) 10

खण्ड ड

31. (क) (i) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र, जिसकी पट्टिकाओं के बीच कोई परावैद्युत माध्यम है, की धारिता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

- (ii) 0.2 m त्रिज्या के किसी धात्विक खोखले गोले को $6 \mu\text{C}$ आवेश दिया गया है। इस गोले के (i) पृष्ठ और (ii) केन्द्र पर विभव ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

- (ख) (i) त्रिज्या R के किसी पतले चालक गोलीय खोल पर $+Q$ आवेश स्थित है। गाउस के प्रमेय का उपयोग करके खोल के किसी बिन्दु (i) जो खोल के भीतर है, तथा (ii) जो खोल से बाहर है, पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

- (ii) यह दर्शाइए कि समान आवेश घनत्व (σ) के लिए चालक पट्टिका अथवा पृष्ठ के प्रकरण में विद्युत क्षेत्र किसी कुचालक शीट के विद्युत क्षेत्र का दो गुना होता है।

5

- (iii) (a) If instead of 450 nm light, another light of wavelength 680 nm is used, number of peaks of the interference formed in the central peak of the envelope of the diffraction pattern will be : 1
- (A) 2 (B) 4
(C) 6 (D) 9

OR

- (b) Consider the diffraction of light by a single slit described in this case study. The first minimum falls at an angle θ equal to : 1
- (A) $\sin^{-1}(0.12)$ (B) $\sin^{-1}(0.225)$
(C) $\sin^{-1}(0.32)$ (D) $\sin^{-1}(0.45)$
- (iv) The number of bright fringes formed due to interference on 1 m of screen placed at $\frac{4}{3}$ m away from the slits is : 1
- (A) 2 (B) 3
(C) 6 (D) 10

SECTION E

31. (a) (i) Obtain the expression for the capacitance of a parallel plate capacitor with a dielectric medium between its plates.
- (ii) A charge of 6 μC is given to a hollow metallic sphere of radius 0.2 m. Find the potential at (i) the surface and (ii) the centre of the sphere. 5

OR

- (b) (i) A charge + Q is placed on a thin conducting spherical shell of radius R. Use Gauss's theorem to derive an expression for the electric field at a point lying (i) inside and (ii) outside the shell.
- (ii) Show that the electric field for same charge density (σ) is twice in case of a conducting plate or surface than in a nonconducting sheet. 5

32. (क) (i) (1) किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता से क्या तात्पर्य है ? उन कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर यह निर्भर करती है ।
- (2) किसी गैल्वेनोमीटर जिसका प्रतिरोध G है, को किसी प्रतिरोध R का उपयोग करके $(0 - V)$ परिसर के वोल्टमीटर में परिवर्तित किया गया है । इसी गैल्वेनोमीटर को $\left(0 - \frac{V}{2}\right)$ परिसर के वोल्टमीटर में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक प्रतिरोध का मान, R और G के पदों में ज्ञात कीजिए ।

- (ii) 5Ω प्रतिरोध की किसी कुण्डली से गुज़रने वाले चुम्बकीय फ्लक्स में समय के साथ इस प्रकार वृद्धि होती है :

$$\phi = (2.0 t^3 + 5.0 t^2 + 6.0 t) \text{ mWb}$$

$t = 2 \text{ s}$ पर कुण्डली में प्रेरित धारा का परिमाण ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) N फेरों तथा अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल A की किसी आयताकार कुण्डली को स्थायी कोणीय चाल ω से किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन कराया गया है । किसी भी समय पर कुण्डली में प्रेरित वि.वा. बल (emf) के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

- (ii) दो समतलीय तथा संकेन्द्री वृत्ताकार पाश L_1 और L_2 अपने केन्द्रों को संपाती रखते हुए समाक्ष स्थित हैं । L_1 और L_2 की त्रिज्याएँ क्रमशः 1 cm और 100 cm हैं । इन पाशों का अन्योन्य प्रेरकत्व परिकलित कीजिए । ($\pi^2 = 10$ लीजिए)

5

33. (क) (i) किसी त्रिभुजाकार प्रिज़्म से अपवर्तन को दर्शाने वाली प्रकाश किरण का पथ आरेखित कीजिए और A , i और e के पदों में विचलन कोण (δ) के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए । यहाँ प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । आपतन कोण के साथ विचलन कोण के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए ।

- 32.** (a) (i) (1) What is meant by current sensitivity of a galvanometer ?
Mention the factors on which it depends.
- (2) A galvanometer of resistance G is converted into a voltmeter of range $(0 - V)$ by using a resistance R . Find the resistance, in terms of R and G , required to convert it into a voltmeter of range $\left(0 - \frac{V}{2}\right)$.

- (ii) The magnetic flux through a coil of resistance 5Ω increases with time as :

$$\phi = (2.0 t^3 + 5.0 t^2 + 6.0 t) \text{ mWb}$$

Find the magnitude of induced current through the coil at $t = 2 \text{ s}$.

5

OR

- (b) (i) A rectangular coil of N turns and area of cross-section A is rotated at a steady angular speed ω in a uniform magnetic field. Obtain an expression for the emf induced in the coil at any instant of time.

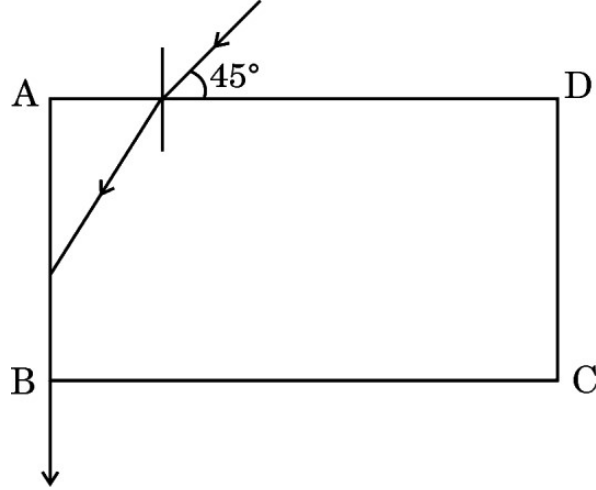
- (ii) Two coplanar and concentric circular loops L_1 and L_2 are placed coaxially with their centres coinciding. The radii of L_1 and L_2 are 1 cm and 100 cm respectively. Calculate the mutual inductance of the loops. (Take $\pi^2 = 10$)

5

- 33.** (a) (i) Trace the path of a ray of light showing refraction through a triangular prism and hence obtain an expression for angle of deviation (δ) in terms of A , i and e , where symbols have their usual meanings. Draw a graph showing the variation of angle of deviation with the angle of incidence.

- (ii) आरेख में कोई प्रकाश किरण किसी पारदर्शी द्रव से भरे पतले काँच के बॉक्स पर उसके एक फलक से 45° के कोण पर आपतन करती है। निर्गत किरण फलक AB के अनुदिश गमन करती है। द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए।

5



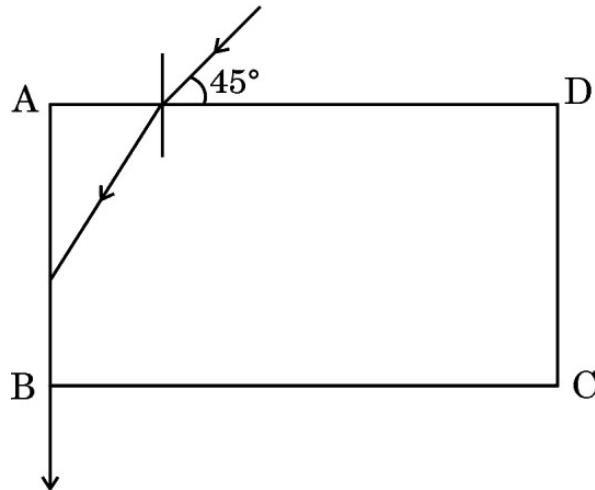
अथवा

- (ख) (i) दो कला-संबद्ध प्रकाश स्रोतों से निकलने वाली दो प्रकाश तरंगों, जिनमें प्रत्येक का आयाम 'a' तथा आवृत्ति ω है, के विस्थापन $y_1 = a \cos \omega t$ और $y_2 = a \cos (\omega t + \phi)$ द्वारा निरूपित किए गए हैं। यहाँ ϕ दोनों तरंगों के बीच कलान्तर है। ये दोनों प्रकाश तरंगें किसी बिन्दु पर अध्यारोपण करती हैं। उस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।
- (ii) यंग के द्विझिरी प्रयोग में, जब दो झिरियों से निकलने वाली तरंगें किसी परदे के दो बिन्दुओं पर (i) $\frac{\lambda}{6}$ और (ii) $\frac{\lambda}{12}$ के पथान्तर पर पहुँचती हैं, तो इन बिन्दुओं पर तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

5

- (ii) In the figure, a ray of light is incident on a transparent liquid contained in a thin glass box at an angle of 45° with its one face. The emergent ray passes along the face AB. Find the refractive index of the liquid.

5



OR

- (b) (i) The displacement of two light waves, each of amplitude 'a' and frequency ω , emanating from two coherent sources of light, are given by $y_1 = a \cos \omega t$ and $y_2 = a \cos (\omega t + \phi)$. ϕ is the phase difference between the two waves. These light waves superpose at a point. Obtain the expression for the resultant intensity at that point.
- (ii) In Young's double slit experiment, find the ratio of intensities at two points on a screen when waves emanating from two slits reaching these points have path differences (i) $\frac{\lambda}{6}$ and (ii) $\frac{\lambda}{12}$.

5

रोल नं.

Roll No.



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

अधिकतम अंक : 70

Time allowed : 3 hours

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 27 हैं।	(I) Please check that this question paper contains 27 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है। प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा। 10.15 बजे से 10.30 बजे तक छात्र केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the students will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश:

निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 3 अंकों का है।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।
- (ix) ध्यान दें कि दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए एक अलग प्रश्न-पत्र है।
- (x) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

जहाँ आवश्यक हो, आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m}_e\text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions carefully and follow them :

- (i) This question paper contains **33** questions. **All** questions are **compulsory**.
- (ii) This question paper is divided into **five** sections – **Sections A, B, C, D and E**.
- (iii) In **Section A** – Questions no. **1 to 16** are Multiple Choice type questions. Each question carries **1** mark.
- (iv) In **Section B** – Questions no. **17 to 21** are Very Short Answer type questions. Each question carries **2** marks.
- (v) In **Section C** – Questions no. **22 to 28** are Short Answer type questions. Each question carries **3** marks.
- (vi) In **Section D** – Questions no. **29 and 30** are case study based questions. Each question carries **4** marks.
- (vii) In **Section E** – Questions no. **31 to 33** are Long Answer type questions. Each question carries **5** marks.
- (viii) There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section A.
- (ix) Kindly note that there is a separate question paper for Visually Impaired candidates.
- (x) Use of calculators is **not** allowed.

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

खण्ड क

1. दो आवेशित कण P और Q जिनके समान आवेश परन्तु विभिन्न द्रव्यमान m_P और m_Q हैं, विराम से आरम्भ करके किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र \vec{E} में समान दूरी क्रमशः t_P और t_Q समय में तय करते हैं। गुरुत्व के प्रभाव की उपेक्षा करते हुए, अनुपात $\left(\frac{t_P}{t_Q}\right)$ होगा :

(A) $\frac{m_P}{m_Q}$

(B) $\frac{m_Q}{m_P}$

(C) $\sqrt{\frac{m_P}{m_Q}}$

(D) $\sqrt{\frac{m_Q}{m_P}}$

2. किसी चालक में जिसके सिरों पर विभवान्तर V है इलेक्ट्रॉनों के अपवाह की चाल v_d है। यदि V घटकर $\left(\frac{V}{2}\right)$ हो जाए, तो अपवाह चाल हो जाएगी :

(A) $\frac{v_d}{2}$

(B) v_d

(C) $2 v_d$

(D) $4 v_d$

3. 4.4 m लम्बे तार, जिसे वृत्ताकार पाश की आकृति में मोड़ा गया है, से 1.0 A धारा प्रवाहित हो रही है। इस पाश का चुम्बकीय आघूर्ण होगा :

(A) 0.7 Am^2

(B) 1.54 Am^2

(C) 2.10 Am^2

(D) 3.5 Am^2

SECTION A

1. Two charged particles P and Q, having the same charge but different masses m_P and m_Q , start from rest and travel equal distances in a uniform electric field \vec{E} in time t_P and t_Q respectively. Neglecting the effect of gravity, the ratio $\left(\frac{t_P}{t_Q}\right)$ is :

(A) $\frac{m_P}{m_Q}$

(B) $\frac{m_Q}{m_P}$

(C) $\sqrt{\frac{m_P}{m_Q}}$

(D) $\sqrt{\frac{m_Q}{m_P}}$

2. Electrons drift with speed v_d in a conductor with potential difference V across its ends. If V is reduced to $\left(\frac{V}{2}\right)$, their drift speed will become :

(A) $\frac{v_d}{2}$

(B) v_d

(C) $2 v_d$

(D) $4 v_d$

3. A wire of length 4.4 m is bent round in the shape of a circular loop and carries a current of 1.0 A. The magnetic moment of the loop will be :

(A) 0.7 Am^2

(B) 1.54 Am^2

(C) 2.10 Am^2

(D) 3.5 Am^2

4. 10 cm त्रिज्या की कोई वृत्ताकार कुण्डली किसी चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (1.0 \hat{i} + 0.5 \hat{j}) \text{ mT}$ में इस प्रकार रखी है कि कुण्डली के पृष्ठ के अभिलम्बवत बाहर की ओर एकांक सदिश का मान $(0.6 \hat{i} + 0.8 \hat{j})$ है। कुण्डली से संबद्ध चुम्बकीय फ्लक्स है :
- (A) $0.314 \mu\text{Wb}$ (B) $3.14 \mu\text{Wb}$
(C) $31.4 \mu\text{Wb}$ (D) $1.256 \mu\text{Wb}$
5. निम्नलिखित में से कौन-सी राशि/राशियाँ किसी आदर्श ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में समान रहती है/हैं ?
विद्युत धारा, वोल्टता, शक्ति, चुम्बकीय फ्लक्स
- (A) केवल विद्युत धारा
(B) केवल वोल्टता
(C) केवल शक्ति
(D) चुम्बकीय फ्लक्स और शक्ति दोनों
6. किसी $100\sqrt{2} \text{ V}$, 50 Hz के ac स्रोत से कोई प्रतिरोधक और कोई आदर्श प्रेरक श्रेणी में संयोजित हैं। जब किसी वोल्टमीटर को प्रतिरोधक अथवा प्रेरक के सिरों से संयोजित किया जाता है, तो उसका पाठ्यांक समान होता है। वोल्टमीटर का पाठ्यांक है :
- (A) $100\sqrt{2} \text{ V}$ (B) 100 V
(C) $50\sqrt{2} \text{ V}$ (D) 50 V
7. तरंगदैर्घ्य 10 nm की विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को कहते हैं :
- (A) अवरक्त तरंगें (B) पराबैंगनी किरणें
(C) गामा किरणें (D) X-किरणें
8. किसी प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ का कार्य-फलन 3.315 eV है। इस पृष्ठ से इलेक्ट्रॉनों के प्रकाशिक-उत्सर्जन के लिए अंतक तरंगदैर्घ्य है :
- (A) 150 nm (B) 200 nm
(C) 375 nm (D) 500 nm

4. A circular coil of radius 10 cm is placed in a magnetic field $\vec{B} = (1.0 \hat{i} + 0.5 \hat{j})$ mT such that the outward unit vector normal to the surface of the coil is $(0.6 \hat{i} + 0.8 \hat{j})$. The magnetic flux linked with the coil is :
- (A) $0.314 \mu\text{Wb}$ (B) $3.14 \mu\text{Wb}$
 (C) $31.4 \mu\text{Wb}$ (D) $1.256 \mu\text{Wb}$
5. Which of the following quantity/quantities remains same in primary and secondary coils of an ideal transformer ?
 Current, Voltage, Power, Magnetic flux
- (A) Current only
 (B) Voltage only
 (C) Power only
 (D) Magnetic flux and Power both
6. A resistor and an ideal inductor are connected in series to a $100\sqrt{2}$ V, 50 Hz ac source. When a voltmeter is connected across the resistor or the inductor, it shows the same reading. The reading of the voltmeter is :
- (A) $100\sqrt{2}$ V (B) 100 V
 (C) $50\sqrt{2}$ V (D) 50 V
7. Electromagnetic waves with wavelength 10 nm are called :
- (A) Infrared waves (B) Ultraviolet rays
 (C) Gamma rays (D) X-rays
8. The work function for a photosensitive surface is 3.315 eV. The cut-off wavelength for photoemission of electrons from this surface is :
- (A) 150 nm (B) 200 nm
 (C) 375 nm (D) 500 nm

9. किसी परमाणु के ऊर्जा स्तर A, B और C ऊर्जा के बढ़ते हुए मानों अर्थात् $E_A < E_B < E_C$ के तदनुरूप हैं। मान लीजिए संक्रमण C से B, B से A तथा C से A के तदनुरूप विकिरणों के तरंगदैर्घ्य क्रमशः λ_1, λ_2 और λ_3 हैं। तब λ_1, λ_2 और λ_3 के बीच सही संबंध है :

(A) $\lambda_1^2 + \lambda_2^2 = \lambda_3^2$

(B) $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_3}$

(C) $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 0$

(D) $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$

10. गाइगर-मार्सडन के किसी प्रयोग में कोई ऐल्फा कण किसी गोल्ड नाभिक पर गतिज ऊर्जा K से उपगमन करता है। यह नाभिक से किसी दूरी d पर क्षणिक रुकता है और अपनी दिशा उत्क्रमित कर लेता है। तब d किसके अनुक्रमानुपाती है ?

(A) $\frac{1}{\sqrt{K}}$

(B) \sqrt{K}

(C) $\frac{1}{K}$

(D) K

11. किसी नैज Si को किसके साथ मादित करने पर n-प्रकार का अर्धचालक Si प्राप्त होता है ?

(A) Al

(B) B

(C) P

(D) In

12. जब किसी p-n संधि डायोड को पश्चदिशिक बायसित किया जाता है, तब :

(A) रोधिका की ऊँचाई घटती है तथा हासी क्षेत्र की चौड़ाई बढ़ जाती है।

(B) रोधिका की ऊँचाई बढ़ती है तथा हासी क्षेत्र की चौड़ाई बढ़ जाती है।

(C) रोधिका की ऊँचाई घटती है तथा हासी क्षेत्र की चौड़ाई सिकुड़ जाती है।

(D) रोधिका की ऊँचाई बढ़ती है तथा हासी क्षेत्र की चौड़ाई सिकुड़ जाती है।

प्रश्न संख्या 13 से 16 अभिकथन (A) और कारण (R) प्रकार के प्रश्न हैं। दो कथन दिए गए हैं — जिनमें एक को अभिकथन (A) तथा दूसरे को कारण (R) द्वारा अंकित किया गया है। सही उत्तर नीचे दिए गए कोडों (A), (B), (C) और (D) में से चुनकर दीजिए।

(A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या करता है।

(B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं, परन्तु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं करता है।

(C) अभिकथन (A) सही है, परन्तु कारण (R) ग़लत है।

(D) अभिकथन (A) ग़लत है तथा कारण (R) भी ग़लत है।

9. Energy levels A, B and C of an atom correspond to increasing values of energy i.e. $E_A < E_B < E_C$. Let λ_1 , λ_2 and λ_3 be the wavelengths of radiation corresponding to the transitions C to B, B to A and C to A, respectively. The correct relation between λ_1 , λ_2 and λ_3 is :
- (A) $\lambda_1^2 + \lambda_2^2 = \lambda_3^2$ (B) $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_3}$
 (C) $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 0$ (D) $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$
10. An alpha particle approaches a gold nucleus in Geiger-Marsden experiment with kinetic energy K. It momentarily stops at a distance d from the nucleus and reverses its direction. Then d is proportional to :
- (A) $\frac{1}{\sqrt{K}}$ (B) \sqrt{K}
 (C) $\frac{1}{K}$ (D) K
11. An n-type semiconducting Si is obtained by doping intrinsic Si with :
- (A) Al (B) B
 (C) P (D) In
12. When a p-n junction diode is subjected to reverse biasing :
- (A) the barrier height decreases and the depletion region widens.
 (B) the barrier height increases and the depletion region widens.
 (C) the barrier height decreases and the depletion region shrinks.
 (D) the barrier height increases and the depletion region shrinks.

Questions number 13 to 16 are Assertion (A) and Reason (R) type questions. Two statements are given — one labelled Assertion (A) and the other labelled Reason (R). Select the correct answer from the codes (A), (B), (C) and (D) as given below.

- (A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A).
 (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is **not** the correct explanation of the Assertion (A).
 (C) Assertion (A) is true, but Reason (R) is false.
 (D) Assertion (A) is false and Reason (R) is also false.

13. अभिकथन (A) : आपतित विकिरणों की दी गयी आवृत्ति और त्वरक विभव के लिए प्रकाश-विद्युत धारा के मान में आपतित विकिरणों की तीव्रता में वृद्धि के साथ वृद्धि होती है ।

कारण (R) : आपतित विकिरणों की तीव्रता में वृद्धि के फलस्वरूप प्रति सेकण्ड उत्सर्जित होने वाले प्रकाशिक-इलेक्ट्रॉनों की संख्या में वृद्धि होती है और इस प्रकार प्रकाश-विद्युत धारा में वृद्धि हो जाती है ।

14. अभिकथन (A) : लेंज़ का नियम ऊर्जा संरक्षण नियम का ही एक निष्कर्ष है ।

कारण (R) : किसी आदर्श प्रेरक में शक्ति क्षय नहीं होता है ।

15. अभिकथन (A) : कोई इलेक्ट्रॉन और कोई प्रोटॉन समान संवेग \vec{p} से किसी चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में इस प्रकार प्रवेश करते हैं कि $\vec{p} \perp \vec{B}$ है । तब ये दोनों समान त्रिज्या के वृत्ताकार पथ पर गमन करते हैं ।

कारण (R) : चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में गमन करने वाले द्रव्यमान m और आवेश q के आवेशित कण के वृत्ताकार पथ की त्रिज्या, $r = \frac{mv}{qB}$ द्वारा दर्शायी जाती है ।

16. अभिकथन (A) : किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता ऋणात्मक होती है ।

कारण (R) : बिम्ब के सापेक्ष अंतिम प्रतिबिम्ब सीधा बनता है ।

खण्ड ख

17. किसी चालक की प्रतिरोधकता की परिभाषा लिखिए । किसी चालक की प्रतिरोधकता निम्नलिखित पर किस प्रकार निर्भर करती है :

(क) चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों का संख्या घनत्व (n)

(ख) उनका विश्रांति काल (τ)

13. *Assertion (A)* : Photoelectric current increases with an increase in intensity of incident radiation, for a given frequency of incident radiation and the accelerating potential.

Reason (R) : Increase in the intensity of incident radiation results in an increase in the number of photoelectrons emitted per second and hence an increase in the photocurrent.

14. *Assertion (A)* : Lenz's law is a consequence of the law of conservation of energy.

Reason (R) : There is no power loss in an ideal inductor.

15. *Assertion (A)* : An electron and a proton enter with the same momentum \vec{p} in a magnetic field \vec{B} such that $\vec{p} \perp \vec{B}$. Then both describe a circular path of the same radius.

Reason (R) : The radius of the circular path described by the charged particle (charge q , mass m) moving in the magnetic field \vec{B} is given by $r = \frac{mv}{qB}$.

16. *Assertion (A)* : The magnifying power of a compound microscope is negative.

Reason (R) : The final image formed is erect with respect to the object.

SECTION B

17. Define resistivity of a conductor. How does the resistivity of a conductor depend upon the following :

2

(a) Number density of free electrons in the conductor (n)

(b) Their relaxation time (τ)

18. (क) दो कलासंबद्ध प्रकाश स्रोतों से निकलने वाली तरंगों, जिनमें प्रत्येक का आयाम 'a' तथा आवृत्ति 'ω' है, किसी बिन्दु पर अध्यारोपण करती हैं। यदि इन दोनों तरंगों के बीच कलान्तर ϕ है, तो इस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

2

अथवा

- (ख) यंग के द्विझिरी प्रयोग में व्यतिकरण पैटर्न पर क्या प्रभाव होगा जब (i) स्रोत झिरी को झिरियों के तल के निकट लाया जाए, और (ii) झिरियों के बीच पृथक्कन में वृद्धि की जाए ? अपने उत्तरों की पुष्टि कीजिए।

2

19. किसी उत्तल लेंस ($n = 1.52$) की वायु में फोकस दूरी 15.0 cm है। अपवर्तनांक 1.65 के द्रव में डुबोने पर इस लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। लेंस की प्रकृति क्या होगी ?

2

20. कार्बन के समस्थानिक $^{12}_6\text{C}$ का नाभिकीय द्रव्यमान 12.000000 u है। इसके नाभिक की बंधन ऊर्जा परिकलित कीजिए।

दिया गया है : $m_p = 1.007825 \text{ u}$; $m_n = 1.008665 \text{ u}$.

2

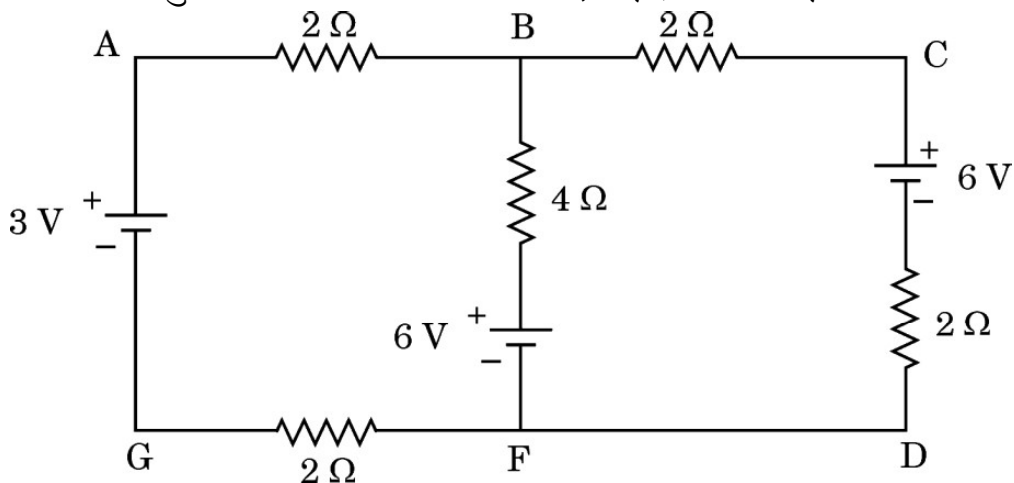
21. किसी नैज अर्धचालक के ऊर्जा अन्तराल में क्या प्रभावी अन्तर होता है जब उसे अपमिश्रित किया जाता है : (क) त्रिसंयोजी अपद्रव्य के साथ, और (ख) पंचसंयोजी अपद्रव्य के साथ ? प्रत्येक स्थिति में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

2

खण्ड ग

22. आरेख में तीन आदर्श बैटरियों के साथ विद्युत परिपथ दर्शाया गया है। इसकी शाखाओं AG, BF और CD में विद्युत धाराओं के परिमाण और दिशाएँ ज्ञात कीजिए।

3



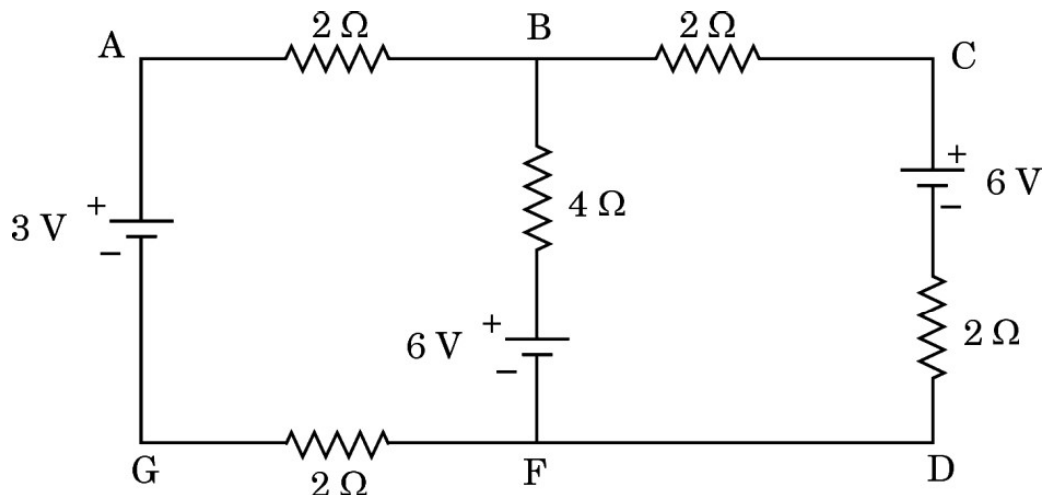
18. (a) Two waves, each of amplitude 'a' and frequency ' ω ' emanating from two coherent sources of light superpose at a point. If the phase difference between the two waves is ϕ , obtain an expression for the resultant intensity at that point. 2

OR

- (b) What is the effect on the interference pattern in Young's double-slit experiment when (i) the source slit is moved closer to the plane of the slits, and (ii) the separation between the two slits is increased? Justify your answers. 2
19. A convex lens ($n = 1.52$) has a focal length of 15.0 cm in air. Find its focal length when it is immersed in liquid of refractive index 1.65. What will be the nature of the lens? 2
20. The carbon isotope $^{12}_6\text{C}$ has a nuclear mass of 12.000000 u. Calculate the binding energy of its nucleus.
Given $m_p = 1.007825$ u; $m_n = 1.008665$ u. 2
21. How does the energy gap of an intrinsic semiconductor effectively change when doped with a (a) trivalent impurity, and (b) pentavalent impurity? Justify your answer in each case. 2

SECTION C

22. The figure shows a circuit with three ideal batteries. Find the magnitude and direction of currents in the branches AG, BF and CD. 3



23. (क) किसी माध्यम में विद्युत-चुम्बकीय तरंग की चाल किन कारकों पर निर्भर करती है ?
 (ख) कोई विद्युत-चुम्बकीय तरंग किस प्रकार उत्पन्न की जाती है ?
 (ग) z-अक्ष के अनुदिश संचरण करती किसी विद्युत-चुम्बकीय तरंग का व्यवस्था आरेख विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्रों को चित्रित करते हुए खींचिए ।

3

24. त्रिज्या 1.6 cm तथा प्रतिरोध 5.0Ω की 100 फेरों वाली कोई कुण्डली त्रिज्या 1.8 cm और 250 फेरे प्रति सेन्टीमीटर वाली परिनालिका के समाक्ष है । परिनालिका में विद्युत धारा 25 ms में 1.5 A से घटकर शून्य हो जाती है । इस अवधि में कुण्डली में प्रेरित धारा परिकलित कीजिए । ($\pi^2 = 10$ लीजिए)

3

25. (क) दो लम्बे सीधे समान्तर चालकों से विपरीत दिशाओं में स्थायी धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं । इन दोनों चालकों के बीच अन्योन्य बल की प्रकृति की व्याख्या कीजिए । दोनों चालकों के बीच बल के परिमाण के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए और इस प्रकार एक ऐम्पियर की परिभाषा दीजिए ।

3

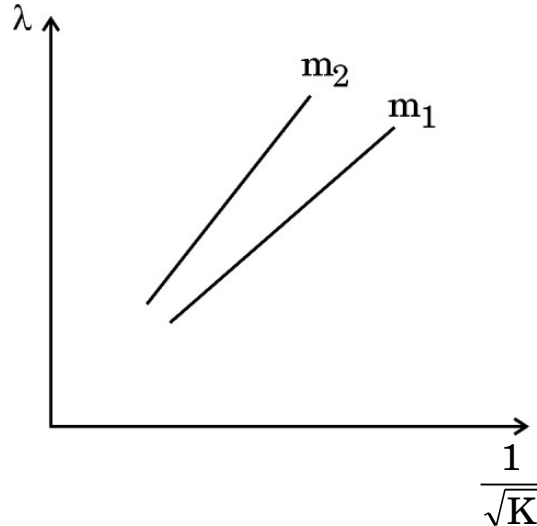
अथवा

- (ख) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में स्थित किसी धारावाही पाश पर कार्यरत बल-आघूर्ण $\vec{\tau}$ के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए । आवश्यक आरेख भी खींचिए ।
26. बोर के अभिगृहीतों का उपयोग करके हाइड्रोजन परमाणु में nवीं कक्षा के किसी इलेक्ट्रॉन की त्रिज्या के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । बोर त्रिज्या a_0 का संख्यात्मक मान भी ज्ञात कीजिए ।

3

3

27. दो कणों, जिनके द्रव्यमान m_1 और m_2 हैं, के लिए दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य λ को $\frac{1}{\sqrt{K}}$ के फलन के रूप में आरेख में दर्शाया गया है । यहाँ K गतिमान कणों की ऊर्जा है ।



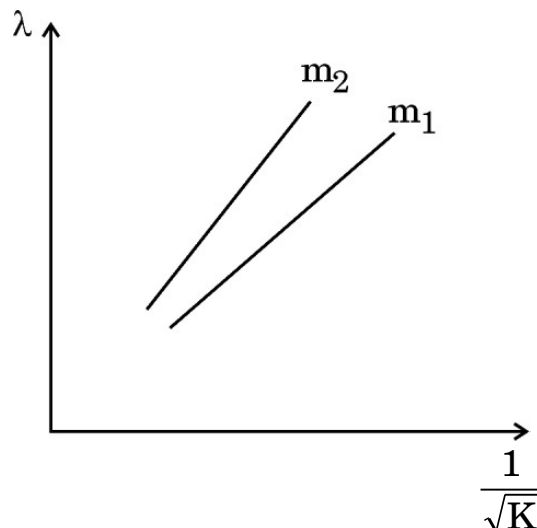
- (क) यहाँ किसी रेखा की प्रवणता (ढाल) क्या निरूपित करती है ?
 (ख) इनमें से कौन-सा कण अधिक भारी है ?
 (ग) क्या यह ग्राफ किसी फोटॉन के लिए भी वैध है ?
 प्रत्येक प्रकरण में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए ।

3

23. (a) On what factors does the speed of an electromagnetic wave in a medium depend ?
 (b) How is an electromagnetic wave produced ?
 (c) Sketch a schematic diagram depicting the electric and magnetic fields for an electromagnetic wave propagating along z-axis. 3
24. A 100-turn coil of radius 1.6 cm and resistance 5.0 Ω is co-axial with a solenoid of 250 turns/cm and radius 1.8 cm. The solenoid current drops from 1.5 A to zero in 25 ms. Calculate the current induced in the coil in this duration. (Take $\pi^2 = 10$) 3
25. (a) Two long, straight, parallel conductors carry steady currents in opposite directions. Explain the nature of the force of interaction between them. Obtain an expression for the magnitude of the force between the two conductors. Hence define one ampere. 3

OR

- (b) Obtain an expression for the torque $\vec{\tau}$ acting on a current carrying loop in a uniform magnetic field \vec{B} . Draw the necessary diagram. 3
26. Using Bohr's postulates, derive the expression for the radius of the n^{th} orbit of an electron in a hydrogen atom. Also find the numerical value of Bohr's radius a_0 . 3
27. de Broglie wavelength λ as a function of $\frac{1}{\sqrt{K}}$, for two particles of masses m_1 and m_2 are shown in the figure. Here, K is the energy of the moving particles.



- (a) What does the slope of a line represent ?
 (b) Which of the two particles is heavier ?
 (c) Is this graph also valid for a photon ?

Justify your answer in each case. 3

28. परिपथ आरेख की सहायता से किसी p-n संधि डायोड की पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में कार्यविधि की व्याख्या कीजिए। इसके निवेशी और निर्गत तरंगरूप भी खींचिए।

3

खण्ड घ

प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। निम्नलिखित अनुच्छेदों को पढ़ कर दिए गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

29. जब किसी सेल के टर्मिनलों को किसी R प्रतिरोध के चालक से संयोजित किया जाता है, तो परिपथ से विद्युत धारा प्रवाहित होती है। सेल का विद्युत-अपघट्य भी धारा के पथ में चालक की भाँति कुछ प्रतिरोध लगाता है। विद्युत-अपघट्य द्वारा लगाए गए इस प्रतिरोध को सेल का आन्तरिक प्रतिरोध (r) कहते हैं। यह प्रतिरोध विद्युत-अपघट्य की प्रकृति, विद्युत-अपघट्य में इलेक्ट्रोडों के डूबे हुए क्षेत्रफल तथा ताप पर निर्भर करता है। आन्तरिक प्रतिरोध के कारण सेल द्वारा आपूर्त ऊर्जा का कुछ भाग ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाता है।

जब सेल से कोई धारा नहीं ली जा रही होती है, तो उसके दो इलेक्ट्रोडों के बीच विभवान्तर को सेल का वि.वा. बल (emf) (ϵ) कहते हैं। सेल से धारा लेते समय दो इलेक्ट्रोडों के बीच विभवान्तर को टर्मिनल विभवान्तर (V) कहते हैं।

(i) असत्य कथन चुनिए :

1

- (A) सेल को अनावेशित करते समय बन्द परिपथ में किसी सेल के दो टर्मिनलों के बीच विभवान्तर (V), सेल के वि.वा. बल (emf) (ϵ) से सदैव कम होता है।
(B) विद्युत-अपघट्य का ताप घटने पर सेल का आन्तरिक प्रतिरोध घट जाता है।
(C) सेल से धारा लेते समय $V = \epsilon - Ir$ होता है।
(D) सेल के दो टर्मिनलों के बीच विभवान्तर (V) और इससे प्रवाहित धारा (I) के बीच ग्राफ सरल रेखा होता है जिसकी प्रवणता ऋणात्मक होती है।

(ii) 2.0 V और 6.0 V वि.वा. बल (emf) वाले दो सेल, जिनके आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.1 Ω और 0.4 Ω हैं, पार्श्व में संयोजित हैं। इस संयोजन का तुल्य वि.वा. बल (emf) होगा :

1

- (A) 2.0 V (B) 2.8 V
(C) 6.0 V (D) 8.0 V

28. With the help of a circuit diagram, explain the working of a p-n junction diode as a full wave rectifier. Draw its input and output waveforms. 3

SECTION D
Case Study Based Questions

Questions number 29 and 30 are case study based questions. Read the following paragraphs and answer the questions that follow.

29. When the terminals of a cell are connected to a conductor of resistance R , an electric current flows through the circuit. The electrolyte of the cell also offers some resistance in the path of the current, like the conductor. This resistance offered by the electrolyte is called internal resistance of the cell (r). It depends upon the nature of the electrolyte, the area of the electrodes immersed in the electrolyte and the temperature. Due to internal resistance, a part of the energy supplied by the cell is wasted in the form of heat.

When no current is drawn from the cell, the potential difference between the two electrodes is known as emf of the cell (ϵ). With a current drawn from the cell, the potential difference between the two electrodes is termed as terminal potential difference (V).

- (i) Choose the **incorrect** statement : 1
- (A) The potential difference (V) between the two terminals of a cell in a closed circuit is always less than its emf (ϵ), during discharge of the cell.
 - (B) The internal resistance of a cell decreases with the decrease in temperature of the electrolyte.
 - (C) When current is drawn from the cell then $V = \epsilon - Ir$.
 - (D) The graph between potential difference between the two terminals of the cell (V) and the current (I) through it is a straight line with a negative slope.
- (ii) Two cells of emfs 2.0 V and 6.0 V and internal resistances 0.1 Ω and 0.4 Ω respectively, are connected in parallel. The equivalent emf of the combination will be : 1
- (A) 2.0 V
 - (B) 2.8 V
 - (C) 6.0 V
 - (D) 8.0 V

(iii) विलयन में डूबे हुए इलेक्ट्रोड विद्युत-अपघट्य से आवेशों का आदान-प्रदान करते हैं। अपने से संलग्न विद्युत-अपघट्य के सापेक्ष धनात्मक इलेक्ट्रोड का विभव V_+ ($V_+ > 0$) तथा ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का विभव $- (V_-)$ ($V_- \geq 0$) हो जाता है। जब सेल से कोई धारा नहीं ली जा रही होती है, तब

- (A) $\epsilon = V_+ + V_- > 0$ (B) $\epsilon = V_+ - V_- > 0$
 (C) $\epsilon = V_+ + V_- < 0$ (D) $\epsilon = V_+ + V_- = 0$

(iv) (क) 2 V वि.वा. बल (emf) और 0.1Ω आन्तरिक प्रतिरोध के पाँच सर्वसम सेलों को पार्श्व में संयोजित किया गया है। इस संयोजन को फिर 9.98Ω के बाह्य प्रतिरोधक से संयोजित किया गया है। प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा है :

- (A) 0.05 A (B) 0.1 A
 (C) 0.15 A (D) 0.2 A

अथवा

(ख) खुले परिपथ में किसी सेल के सिरोँ पर विभवान्तर 6 V है। 2 A विद्युत धारा लेने पर यह विभवान्तर 4 V हो जाता है। सेल का आन्तरिक प्रतिरोध है :

- (A) 1.0Ω (B) 1.5Ω
 (C) 2.0Ω (D) 2.5Ω

30. जब कोई प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में संचरण करती है, तो वह अभिलम्ब से दूर मुड़ जाती है। जब आपतन कोण में वृद्धि करते हैं, तो अपवर्तित किरण अभिलम्ब से और अधिक मुड़ती जाती है। सघन माध्यम में किसी विशेष आपतन कोण के लिए अपवर्तित किरण दोनों माध्यमों के अन्तरापृष्ठ को ठीक-ठीक स्पर्श करती है। इस आपतन कोण को सम्मिलित माध्यमों के युगल (जोड़े) के लिए क्रांतिक कोण कहते हैं।

(i) क्रांतिक कोण पर आपतन करने वाली किरण के लिए परावर्तन कोण का मान होता है :

- (A) 0° (B) $< 90^\circ$
 (C) $> 90^\circ$ (D) 90°

(ii) जल ($n = \frac{4}{3}$) में गमन करती कोई 600 nm तरंगदैर्घ्य की प्रकाश किरण जल-वायु अन्तरापृष्ठ पर क्रांतिक कोण से कम कोण पर आपतन करती है। अपवर्तित किरण से संबद्ध तरंगदैर्घ्य है :

- (A) 400 nm (B) 450 nm
 (C) 600 nm (D) 800 nm

(iii) Dipped in the solution, the electrode exchanges charges with the electrolyte. The positive electrode develops a potential V_+ ($V_+ > 0$), and the negative electrode develops a potential $- (V_-)$ ($V_- \geq 0$), relative to the electrolyte adjacent to it. When no current is drawn from the cell then : 1

- (A) $\epsilon = V_+ + V_- > 0$ (B) $\epsilon = V_+ - V_- > 0$
(C) $\epsilon = V_+ + V_- < 0$ (D) $\epsilon = V_+ + V_- = 0$

(iv) (a) Five identical cells, each of emf 2 V and internal resistance 0.1Ω are connected in parallel. This combination in turn is connected to an external resistor of 9.98Ω . The current flowing through the resistor is : 1

- (A) 0.05 A (B) 0.1 A
(C) 0.15 A (D) 0.2 A

OR

(b) Potential difference across a cell in the open circuit is 6 V. It becomes 4 V when a current of 2 A is drawn from it. The internal resistance of the cell is : 1

- (A) 1.0Ω (B) 1.5Ω
(C) 2.0Ω (D) 2.5Ω

30. When a ray of light propagates from a denser medium to a rarer medium, it bends away from the normal. When the incident angle is increased, the refracted ray deviates more from the normal. For a particular angle of incidence in the denser medium, the refracted ray just grazes the interface of the two surfaces. This angle of incidence is called the critical angle for the pair of media involved.

(i) For a ray incident at the critical angle, the angle of reflection is : 1

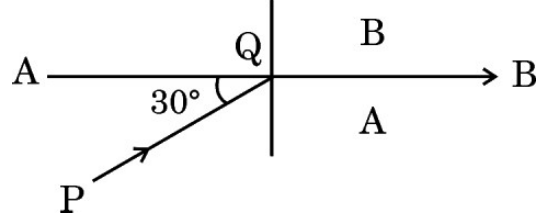
- (A) 0° (B) $< 90^\circ$
(C) $> 90^\circ$ (D) 90°

(ii) A ray of light of wavelength 600 nm is incident in water $\left(n = \frac{4}{3}\right)$ on the water-air interface at an angle less than the critical angle. The wavelength associated with the refracted ray is : 1

- (A) 400 nm (B) 450 nm
(C) 600 nm (D) 800 nm

- (iii) (क) आरेख में दो माध्यमों A और B के बीच अन्तरापृष्ठ AB को दर्शाया गया है। सघन माध्यम A में, आपतित किरण PQ क्षैतिज से 30° का कोण बनाती है। अपवर्तित किरण अन्तरापृष्ठ के समान्तर है। माध्यम A के सापेक्ष माध्यम B का अपवर्तनांक है :

1



- (A) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (B) $\frac{\sqrt{5}}{2}$
 (C) $\frac{4}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

अथवा

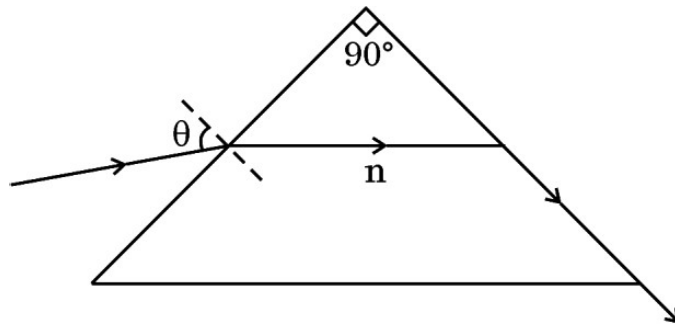
- (ख) दो माध्यम A और B किसी समतल सीमा द्वारा पृथक्कित हैं। A और B माध्यम में प्रकाश की चाल क्रमशः $2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ और $2.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ है। माध्यम A से माध्यम B में गमन करने वाली प्रकाश की किरण के लिए क्रांतिक कोण है :

1

- (A) $\sin^{-1} \frac{1}{2}$ (B) $\sin^{-1} \frac{4}{5}$
 (C) $\sin^{-1} \frac{3}{5}$ (D) $\sin^{-1} \frac{2}{5}$

- (iv) आरेख में किसी त्रिभुजाकार प्रिज़्म से गमन करती किसी प्रकाश की किरण का पथ दर्शाया गया है। इस परिघटना में कोण θ का मान है :

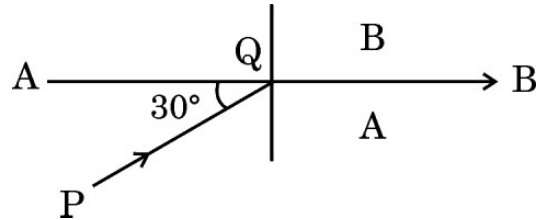
1



- (A) $\sin^{-1} \sqrt{n^2 - 1}$ (B) $\sin^{-1} (n^2 - 1)$
 (C) $\sin^{-1} \left[\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \right]$ (D) $\sin^{-1} \left[\frac{1}{(n^2 - 1)} \right]$

- (iii) (a) The interface AB between the two media A and B is shown in the figure. In the denser medium A, the incident ray PQ makes an angle of 30° with the horizontal. The refracted ray is parallel to the interface. The refractive index of medium B w.r.t. medium A is :

1



- (A) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (B) $\frac{\sqrt{5}}{2}$
 (C) $\frac{4}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

OR

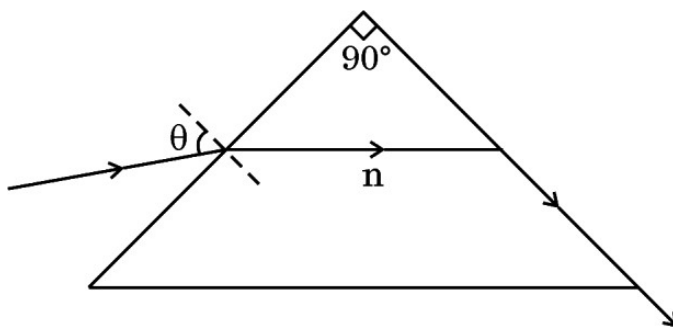
- (b) Two media A and B are separated by a plane boundary. The speed of light in medium A and B is $2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ and $2.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ respectively. The critical angle for a ray of light going from medium A to medium B is :

1

- (A) $\sin^{-1} \frac{1}{2}$ (B) $\sin^{-1} \frac{4}{5}$
 (C) $\sin^{-1} \frac{3}{5}$ (D) $\sin^{-1} \frac{2}{5}$

- (iv) The figure shows the path of a light ray through a triangular prism. In this phenomenon, the angle θ is given by :

1



- (A) $\sin^{-1} \sqrt{n^2 - 1}$ (B) $\sin^{-1} (n^2 - 1)$
 (C) $\sin^{-1} \left[\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \right]$ (D) $\sin^{-1} \left[\frac{1}{(n^2 - 1)} \right]$

खण्ड ड

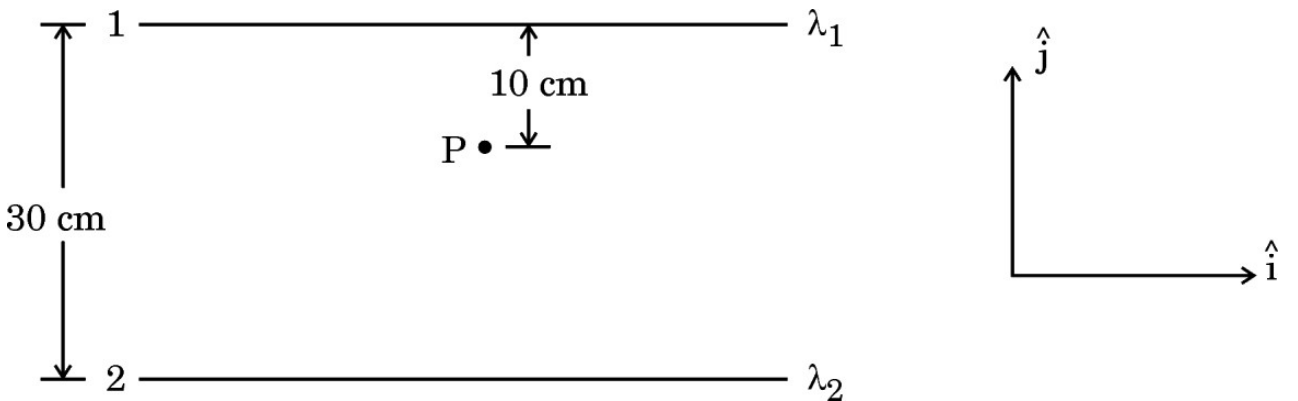
31. (क) (i) द्विध्रुव आघूर्ण \vec{p} के किसी लघु द्विध्रुव के कारण, द्विध्रुव के साइज की तुलना में उसके केन्द्र से बहुत अधिक दूरी पर स्थित किसी बिन्दु \vec{r} पर, विद्युत विभव के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।
- (ii) किसी समबाहु त्रिभुज के शीर्षों पर तीन बिन्दु आवेश q , $2q$ और nq स्थित हैं । यदि इस निकाय की स्थितिज ऊर्जा शून्य है, तो n का मान ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) स्थिरवैद्युतिकी का गाउस नियम लिखिए । इस नियम का अनुप्रयोग करके किसी एकसमान आवेशित अनन्त समतल चादर के निकट किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र \vec{E} प्राप्त कीजिए ।
- (ii) दो लम्बे सीधे तार 1 और 2 आरेख में दर्शाए अनुसार रखे गए हैं । इन दोनों तारों के रैखिक आवेश घनत्व क्रमशः $\lambda_1 = 10 \mu\text{C/m}$ और $\lambda_2 = -20 \mu\text{C/m}$ हैं । बिन्दु P पर स्थित किसी इलेक्ट्रॉन द्वारा अनुभव किया जाने वाला नेट बल \vec{F} ज्ञात कीजिए ।

5



SECTION E

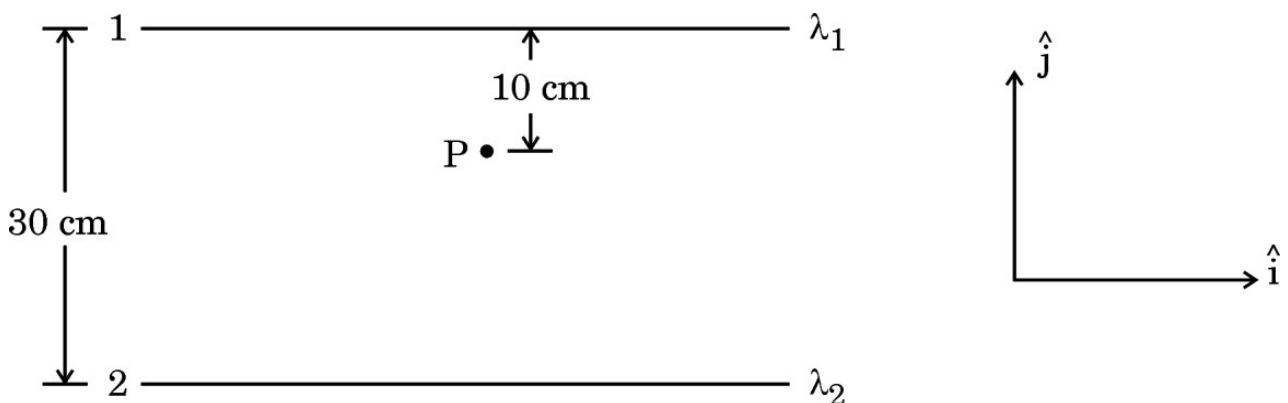
31. (a) (i) Obtain an expression for the electric potential due to a small dipole of dipole moment \vec{p} , at a point \vec{r} from its centre, for much larger distances compared to the size of the dipole.
- (ii) Three point charges q , $2q$ and nq are placed at the vertices of an equilateral triangle. If the potential energy of the system is zero, find the value of n .

5

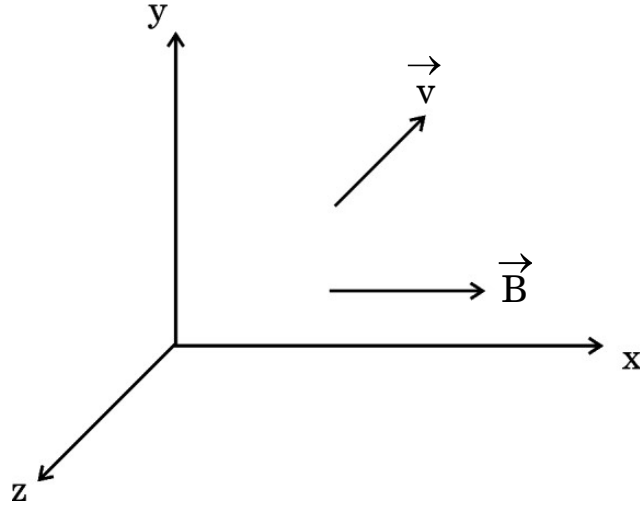
OR

- (b) (i) State Gauss's Law in electrostatics. Apply this to obtain the electric field \vec{E} at a point near a uniformly charged infinite plane sheet.
- (ii) Two long straight wires 1 and 2 are kept as shown in the figure. The linear charge density of the two wires are $\lambda_1 = 10 \mu\text{C/m}$ and $\lambda_2 = -20 \mu\text{C/m}$. Find the net force \vec{F} experienced by an electron held at point P.

5



32. (क) (i) आरेख में दर्शाए अनुसार द्रव्यमान m और आवेश q का कोई कण किसी चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में वेग \vec{v} से गतिमान है। यह दर्शाइए कि यह कण कुण्डलिनी पथ पर गमन करता है। इस प्रकार इसके परिक्रमण की आवृत्ति प्राप्त कीजिए।



- (ii) किसी हाइड्रोजन परमाणु में कोई इलेक्ट्रॉन 2 \AA त्रिज्या की किसी कक्षा में 8×10^{14} परिक्रमण प्रति सेकण्ड से गति कर रहा है। इस इलेक्ट्रॉन की कक्षीय गति से संबद्ध चुम्बकीय आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

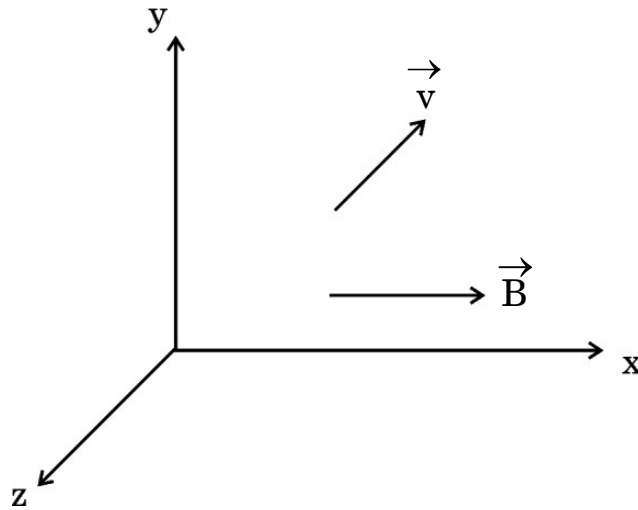
5

अथवा

- (ख) (i) किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता किसे कहते हैं? दर्शाइए कि किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता में वृद्धि किस प्रकार की जा सकती है। “किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता में वृद्धि होने पर यह आवश्यक नहीं है कि उसकी वोल्टता सुग्राहिता में भी वृद्धि हो।” व्याख्या कीजिए।
- (ii) किसी चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध 15Ω है तथा वह पूर्ण पैमाना विक्षेपण के लिए 20 mA धारा लेता है। इस गैल्वेनोमीटर को $(0 - 100 \text{ V})$ परिसर के वोल्टमीटर में किस प्रकार परिवर्तित किया जा सकता है?

5

32. (a) (i) A particle of mass m and charge q is moving with a velocity \vec{v} in a magnetic field \vec{B} as shown in the figure. Show that it follows a helical path. Hence, obtain its frequency of revolution.



- (ii) In a hydrogen atom, the electron moves in an orbit of radius 2 \AA making 8×10^{14} revolutions per second. Find the magnetic moment associated with the orbital motion of the electron. 5

OR

- (b) (i) What is current sensitivity of a galvanometer? Show how the current sensitivity of a galvanometer may be increased. "Increasing the current sensitivity of a galvanometer may not necessarily increase its voltage sensitivity." Explain.
- (ii) A moving coil galvanometer has a resistance 15Ω and takes 20 mA to produce full scale deflection. How can this galvanometer be converted into a voltmeter of range 0 to 100 V ? 5

33. (क) (i) यंग के द्विझिरी प्रयोग के व्यतिकरण पैटर्न और एकल झिरी के कारण विवर्तन पैटर्न के बीच कोई दो अन्तर दीजिए ।

(ii) द्विझिरी व्यतिकरण पैटर्न के प्रकरण में तीव्रता वितरण ग्राफ खींचिए ।

(iii) तरंगदैर्घ्य λ के एकवर्णीय प्रकाश का उपयोग करने पर यंग के द्विझिरी प्रयोग में पर्दे के जिस बिन्दु पर पथान्तर λ है, वहाँ प्रकाश की तीव्रता K मात्रक है । पर्दे के जिस बिन्दु पर पथान्तर $\frac{\lambda}{6}$ है, वहाँ प्रकाश की तीव्रता ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

(ख) (i) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा स्पष्ट दर्शन की न्यूनतम दूरी पर प्रतिबिम्ब बनना दर्शाने के लिए नामांकित किरण आरेख खींचिए । इसकी आवर्धन क्षमता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

(ii) कोई दूरदर्शी (दूरबीन) 100 cm और 5 cm फोकस दूरी के दो लेंसों से मिलकर बना है । उस स्थिति में इसकी आवर्धन क्षमता ज्ञात कीजिए जिसमें अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है ।

5

33. (a) (i) Give any two differences between the interference pattern obtained in Young's double-slit experiment and a diffraction pattern due to a single slit.
- (ii) Draw an intensity distribution graph in case of a double-slit interference pattern.
- (iii) In Young's double-slit experiment using monochromatic light of wavelength λ , the intensity of light at a point on the screen, where path difference is λ , is K units. Find the intensity of light at a point on the screen where the path difference is $\frac{\lambda}{6}$.

5

OR

- (b) (i) Draw a labelled ray diagram of a compound microscope showing image formation at least distance of distinct vision. Derive an expression for its magnifying power.
- (ii) A telescope consists of two lenses of focal length 100 cm and 5 cm. Find the magnifying power when the final image is formed at infinity.

5

रोल नं.

Roll No.



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

अधिकतम अंक : 70

Time allowed : 3 hours

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 27 हैं।	(I) Please check that this question paper contains 27 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है। प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा। 10.15 बजे से 10.30 बजे तक छात्र केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the students will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश:

निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 3 अंकों का है।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 29 तथा 30 केस अध्ययन-आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।
- (ix) ध्यान दें कि दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए एक अलग प्रश्न-पत्र है।
- (x) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

जहाँ आवश्यक हो, आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m}_e\text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions carefully and follow them :

- (i) This question paper contains **33** questions. **All** questions are **compulsory**.
- (ii) This question paper is divided into **five** sections – **Sections A, B, C, D and E**.
- (iii) In **Section A** – Questions no. **1 to 16** are Multiple Choice type questions. Each question carries **1** mark.
- (iv) In **Section B** – Questions no. **17 to 21** are Very Short Answer type questions. Each question carries **2** marks.
- (v) In **Section C** – Questions no. **22 to 28** are Short Answer type questions. Each question carries **3** marks.
- (vi) In **Section D** – Questions no. **29 and 30** are case study-based questions. Each question carries **4** marks.
- (vii) In **Section E** – Questions no. **31 to 33** are Long Answer type questions. Each question carries **5** marks.
- (viii) There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section A.
- (ix) Kindly note that there is a separate question paper for Visually Impaired candidates.
- (x) Use of calculators is **not** allowed.

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

खण्ड क

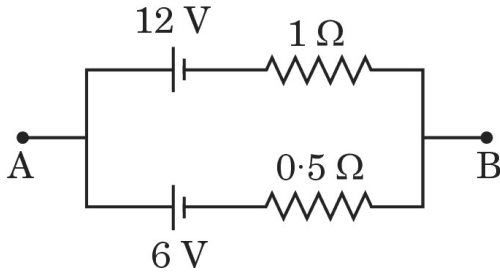
1. किसी पतली प्लास्टिक की छड़ को त्रिज्या R के वृत्ताकार वलय के रूप में मोड़ा गया है। इसे आवेश घनत्व λ से एकसमान आवेशित किया गया है। इसके केन्द्र पर विद्युत-क्षेत्र का परिमाण है :

(A) $\frac{\lambda}{2\epsilon_0 R}$ (B) शून्य (C) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{\lambda}{4\epsilon_0 R}$

2. दस संधारित्र, जिनमें प्रत्येक की धारिता $1 \mu\text{F}$ है, को 100 V के स्रोत से पार्श्व में संयोजित किया गया है। इस निकाय में संचित कुल ऊर्जा है :

(A) 10^{-2} J (B) 10^{-3} J
 (C) $0.5 \times 10^{-3} \text{ J}$ (D) $5.0 \times 10^{-2} \text{ J}$

3. आरेख में दर्शाए गए परिपथ पर विचार कीजिए। इसके बिन्दु A और B के बीच विभवान्तर है :



(A) 6 V (B) 8 V (C) 9 V (D) 12 V

4. कोई पाश, जिससे धारा I दक्षिणावर्त प्रवाहित हो रही है, $x - y$ तल में, z -अक्ष के अनुदिश किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित है। इस पाश की प्रवृत्ति होगी :

(A) x -अक्ष के अनुदिश गति करने की (B) y -अक्ष के अनुदिश गति करने की
 (C) सिकुड़ने की (D) फैलने की

5. कोई 10 cm लम्बा तार y -अक्ष के अनुदिश रखा है। इससे धनात्मक y -दिशा में 1.0 A की धारा प्रवाहित हो रही है। इस क्षेत्र में कोई चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (5 \text{ mT})\hat{j} - (8 \text{ mT})\hat{k}$ विद्यमान है। इस तार पर बल है :

(A) $(0.8 \text{ mN})\hat{i}$ (B) $-(0.8 \text{ mN})\hat{i}$
 (C) $(80 \text{ mN})\hat{i}$ (D) $-(80 \text{ mN})\hat{i}$

SECTION A

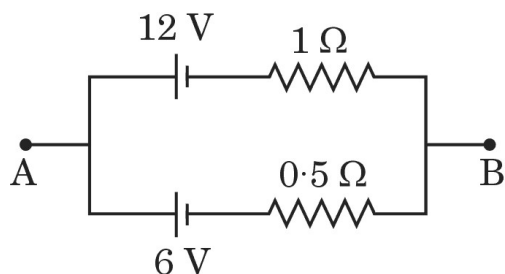
1. A thin plastic rod is bent into a circular ring of radius R . It is uniformly charged with charge density λ . The magnitude of the electric field at its centre is :

(A) $\frac{\lambda}{2\epsilon_0 R}$ (B) Zero (C) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{\lambda}{4\epsilon_0 R}$

2. Ten capacitors, each of capacitance $1 \mu\text{F}$, are connected in parallel to a source of 100 V . The total energy stored in the system is equal to :

(A) 10^{-2} J (B) 10^{-3} J
 (C) $0.5 \times 10^{-3} \text{ J}$ (D) $5.0 \times 10^{-2} \text{ J}$

3. Consider the circuit shown in the figure. The potential difference between points A and B is :



(A) 6 V (B) 8 V (C) 9 V (D) 12 V

4. A loop carrying a current I clockwise is placed in $x - y$ plane, in a uniform magnetic field directed along z -axis. The tendency of the loop will be to :

(A) move along x -axis (B) move along y -axis
 (C) shrink (D) expand

5. A 10 cm long wire lies along y -axis. It carries a current of 1.0 A in positive y -direction. A magnetic field $\vec{B} = (5 \text{ mT})\hat{j} - (8 \text{ mT})\hat{k}$ exists in the region. The force on the wire is :

(A) $(0.8 \text{ mN})\hat{i}$ (B) $-(0.8 \text{ mN})\hat{i}$
 (C) $(80 \text{ mN})\hat{i}$ (D) $-(80 \text{ mN})\hat{i}$

6. प्रतिरोध $G \Omega$ के किसी गैल्वेनोमीटर को 0 से 1 A परिसर के ऐमीटर में परिवर्तित किया गया है। यदि इस गैल्वेनोमीटर में प्रवाहित धारा 1 A की 0.1% है, तो ऐमीटर का प्रतिरोध है :
- (A) $\frac{G}{999} \Omega$ (B) $\frac{G}{1000} \Omega$ (C) $\frac{G}{1001} \Omega$ (D) $\frac{G}{100-1} \Omega$
7. आवृत्ति ω के किसी ac स्रोत से संयोजित धारिता C के किसी संधारित्र की प्रतिघात 'X' है। यदि संधारित्र की धारिता को दो गुना और स्रोत की आवृत्ति को तीन गुना कर दिया जाए, तो प्रतिघात हो जाएगी :
- (A) $\frac{X}{6}$ (B) $6X$ (C) $\frac{2}{3}X$ (D) $\frac{3}{2}X$
8. चार क्षेत्र I, II, III तथा IV में विद्युत-क्षेत्र निम्नलिखित रूप में वर्णित हैं :
- क्षेत्र I : $E_x = E_0 \sin(kz - \omega t)$
 क्षेत्र II : $E_x = E_0$
 क्षेत्र III : $E_x = E_0 \sin kz$
 क्षेत्र IV : $E_x = E_0 \cos kz$
- किस क्षेत्र में विस्थापन धारा होगी ?
- (A) I (B) IV (C) II (D) III
9. इलेक्ट्रॉन का वह संक्रमण, जिसके द्वारा हाइड्रोजन परमाणु के स्पेक्ट्रम में बामर श्रेणी की दूसरी स्पेक्ट्रमी रेखा प्राप्त होती है, संगत होता है :
- (A) $n_f = 2$ तथा $n_i = 3$ (B) $n_f = 3$ तथा $n_i = 4$
 (C) $n_f = 2$ तथा $n_i = 4$ (D) $n_f = 2$ तथा $n_i = \infty$
10. Ge का मादन As के साथ किया गया है। इसके कारण :
- (A) Ge के जालक की संरचना विकृत हो जाती है।
 (B) चालन इलेक्ट्रॉनों की संख्या में वृद्धि होती है।
 (C) होलों की संख्या में वृद्धि होती है।
 (D) चालन इलेक्ट्रॉनों की संख्या में हास होता है।
11. दो पुंज, A और B जिनके फोटॉनों की ऊर्जा क्रमशः 3.3 eV और 11.3 eV हैं, क्रमवार किसी धात्विक पृष्ठ (कार्य-फलन 2.3 eV) को प्रदीप्त करते हैं। पुंज A के कारण उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम चाल का पुंज B के कारण उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम चाल से अनुपात है :
- (A) 3 (B) 9 (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{1}{9}$

6. A galvanometer of resistance $G \Omega$ is converted into an ammeter of range 0 to I A. If the current through the galvanometer is 0.1% of I A, the resistance of the ammeter is :
- (A) $\frac{G}{999} \Omega$ (B) $\frac{G}{1000} \Omega$ (C) $\frac{G}{1001} \Omega$ (D) $\frac{G}{100 \cdot 1} \Omega$
7. The reactance of a capacitor of capacitance C connected to an ac source of frequency ω is 'X'. If the capacitance of the capacitor is doubled and the frequency of the source is tripled, the reactance will become :
- (A) $\frac{X}{6}$ (B) $6X$ (C) $\frac{2}{3}X$ (D) $\frac{3}{2}X$
8. In the four regions, I, II, III and IV, the electric fields are described as :
- Region I : $E_x = E_0 \sin(kz - \omega t)$
 Region II : $E_x = E_0$
 Region III : $E_x = E_0 \sin kz$
 Region IV : $E_x = E_0 \cos kz$
- The displacement current will exist in the region :
- (A) I (B) IV (C) II (D) III
9. The transition of electron that gives rise to the formation of the second spectral line of the Balmer series in the spectrum of hydrogen atom corresponds to :
- (A) $n_f = 2$ and $n_i = 3$ (B) $n_f = 3$ and $n_i = 4$
 (C) $n_f = 2$ and $n_i = 4$ (D) $n_f = 2$ and $n_i = \infty$
10. Ge is doped with As. Due to doping,
- (A) the structure of Ge lattice is distorted.
 (B) the number of conduction electrons increases.
 (C) the number of holes increases.
 (D) the number of conduction electrons decreases.
11. Two beams, A and B whose photon energies are 3.3 eV and 11.3 eV respectively, illuminate a metallic surface (work function 2.3 eV) successively. The ratio of maximum speed of electrons emitted due to beam A to that due to beam B is :
- (A) 3 (B) 9 (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{1}{9}$

12. किसी गतिमान इलेक्ट्रॉन और किसी गतिमान प्रोटॉन से सम्बद्ध तरंगों का तरंगदैर्घ्य λ समान है। इसका यह अभिप्राय है कि इनका/इनकी समान है :

- (A) संवेग (B) कोणीय संवेग
(C) चाल (D) ऊर्जा

प्रश्न संख्या 13 से 16 अभिकथन (A) और कारण (R) प्रकार के प्रश्न हैं। दो कथन दिए गए हैं — जिनमें एक को अभिकथन (A) तथा दूसरे को कारण (R) द्वारा अंकित किया गया है। सही उत्तर नीचे दिए गए कोडों (A), (B), (C) और (D) में से चुनकर दीजिए।

- (A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या करता है।
(B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं, परन्तु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं करता है।
(C) अभिकथन (A) सही है, परन्तु कारण (R) ग़लत है।
(D) अभिकथन (A) ग़लत है तथा कारण (R) भी ग़लत है।

13. अभिकथन (A) : प्रकाश-विद्युत प्रभाव में, उत्सर्जित फोटो-इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा में आपतित प्रकाश की तीव्रता में वृद्धि के साथ वृद्धि होती है।

कारण (R) : प्रकाश-विद्युत धारा आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है।

14. अभिकथन (A) : जब दो कुण्डलियों को एक-दूसरे के ऊपर लपेटा जाता है, तो उनके बीच अन्योन्य प्रेरकत्व अधिकतम होता है।

कारण (R) : जब दो कुण्डलियाँ एक-दूसरे पर लिपटी होती हैं, तब उनके बीच फ्लक्स संबद्धता अधिकतम होती है।

15. अभिकथन (A) : किसी बैटरी से श्रेणी में संयोजित और स्वतंत्रतापूर्वक निलंबित दो लंबे समान्तर तार एक-दूसरे से दूर हटते हैं।

कारण (R) : विपरीत दिशाओं में प्रवाहित धारावाही दो तार एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

16. अभिकथन (A) : समतल दर्पण और उत्तल दर्पण किसी भी परिस्थिति में वास्तविक प्रतिबिम्ब नहीं बना सकते हैं।

कारण (R) : कोई आभासी प्रतिबिम्ब वास्तविक प्रतिबिम्ब बनाने के लिए बिम्ब की भाँति कार्य नहीं कर सकता है।

12. The waves associated with a moving electron and a moving proton have the same wavelength λ . It implies that they have the same :
- (A) momentum (B) angular momentum
(C) speed (D) energy

Questions number 13 to 16 are Assertion (A) and Reason (R) type questions. Two statements are given — one labelled Assertion (A) and the other labelled Reason (R). Select the correct answer from the codes (A), (B), (C) and (D) as given below.

- (A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A).
(B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is **not** the correct explanation of the Assertion (A).
(C) Assertion (A) is true, but Reason (R) is false.
(D) Assertion (A) is false and Reason (R) is also false.
13. *Assertion (A)* : In photoelectric effect, the kinetic energy of the emitted photoelectrons increases with increase in the intensity of the incident light.
Reason (R) : Photoelectric current depends on the wavelength of the incident light.
14. *Assertion (A)* : The mutual inductance between two coils is maximum when the coils are wound on each other.
Reason (R) : The flux linkage between two coils is maximum when they are wound on each other.
15. *Assertion (A)* : Two long parallel wires, freely suspended and connected in series to a battery, move apart.
Reason (R) : Two wires carrying current in opposite directions repel each other.
16. *Assertion (A)* : Plane and convex mirrors cannot produce real images under any circumstance.
Reason (R) : A virtual image cannot serve as an object to produce a real image.

खण्ड ख

17. वह ताप ज्ञात कीजिए जिस पर किसी सिल्वर से बने तार का प्रतिरोध उसके 20°C पर प्रतिरोध का दो गुना होगा। 20°C को संदर्भ ताप मान लीजिए और 20°C पर सिल्वर का प्रतिरोध का ताप गुणांक $= 4.0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ लीजिए। 2

18. (क) आवृत्ति $5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ का एकवर्णी प्रकाश वायु से अपवर्तनांक 1.5 वाले माध्यम में गमन करता है। दोनों माध्यमों के अन्तरापृष्ठ पर (i) परावर्तित प्रकाश, तथा (ii) अपवर्तित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए। 2

अथवा

(ख) 16 cm फोकस दूरी का कोई समतलोत्तल लेंस अपवर्तनांक 1.4 के पदार्थ का बना है। लेंस के वक्रित पृष्ठ की त्रिज्या परिकल्पित कीजिए। 2

19. कोई बिम्ब 40 cm वक्रता त्रिज्या के किसी अवतल दर्पण के सामने 30 cm दूरी पर स्थित है। (i) बने प्रतिबिम्ब की स्थिति तथा (ii) प्रतिबिम्ब का आवर्धन ज्ञात कीजिए। 2

20. गतिज ऊर्जा E के किसी न्यूट्रॉन (द्रव्यमान m) तथा समान ऊर्जा के किसी फोटॉन पर विचार कीजिए। मान लीजिए न्यूट्रॉन की दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य λ_n तथा फोटॉन की तरंगदैर्घ्य λ_p है। $\frac{\lambda_n}{\lambda_p}$ के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। 2

21. पदार्थ GaAs के लिए वोल्टता के साथ धारा के विचरण को दर्शाने वाला ग्राफ आरेखित कीजिए। इस ग्राफ पर वह क्षेत्र अंकित कीजिए जहाँ : 2

(क) प्रतिरोध ऋणात्मक है, तथा

(ख) ओम के नियम का पालन होता है।

SECTION B

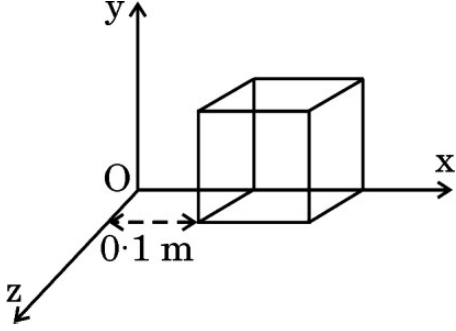
17. Find the temperature at which the resistance of a wire made of silver will be twice its resistance at 20°C. Take 20°C as the reference temperature and temperature coefficient of resistance of silver at 20°C = $4.0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. 2
18. (a) Monochromatic light of frequency $5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ passes from air into a medium of refractive index 1.5. Find the wavelength of the light (i) reflected, and (ii) refracted at the interface of the two media. 2
- OR**
- (b) A plano-convex lens of focal length 16 cm is made of a material of refractive index 1.4. Calculate the radius of the curved surface of the lens. 2
19. An object is placed 30 cm in front of a concave mirror of radius of curvature 40 cm. Find the (i) position of the image formed and (ii) magnification of the image. 2
20. Consider a neutron (mass m) of kinetic energy E and a photon of the same energy. Let λ_n and λ_p be the de Broglie wavelength of neutron and the wavelength of photon respectively. Obtain an expression for $\frac{\lambda_n}{\lambda_p}$. 2
21. Plot a graph showing the variation of current with voltage for the material GaAs. On the graph, mark the region where : 2
- (a) resistance is negative, and
- (b) Ohm's law is obeyed.

खण्ड ग

22. 0.1 m भुजा का कोई घन आरेख में दर्शाए अनुसार उस प्रदेश में स्थित है जहाँ विद्युत-क्षेत्र $\vec{E} = 500 x \hat{i}$ विद्यमान है। यहाँ x मीटर में तथा E , NC^{-1} में है। परिकलित कीजिए :

3

- (क) घन से गुज़रने वाला फ्लक्स, तथा
(ख) घन के भीतर आवेश।



23. (क) 'धारा घनत्व' को परिभाषित कीजिए। क्या यह अदिश है या सदिश? किसी धातु के चालक में कोई विद्युत-क्षेत्र \vec{E} बनाए रखा गया है। यदि इस चालक के प्रति एकांक आयतन में इलेक्ट्रॉनों (द्रव्यमान m , आवेश $-e$) की संख्या n है तथा इसका विश्रान्ति काल τ है, तो यह दर्शाइए कि धारा घनत्व $\vec{j} = \alpha \vec{E}$ है, जहाँ

$$\alpha = \left(\frac{ne^2}{m} \right) \tau \text{ है।}$$

3

अथवा

- (ख) व्हीटस्टोन सेतु किसे कहते हैं? व्हीटस्टोन सेतु के संतुलन के लिए आवश्यक शर्तें प्राप्त कीजिए।

3

24. 1.3384×10^{-14} J गतिज ऊर्जा का कोई प्रोटॉन, पूर्व दिशा के अनुदिश दिशिक 2.0 mT के किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B में, उत्तर से दक्षिण की ओर क्षैतिजतः गतिमान होते हुए प्रवेश करता है। परिकलित कीजिए :

3

- (क) प्रोटॉन की चाल
(ख) प्रोटॉन में उत्पन्न त्वरण का परिमाण
(ग) प्रोटॉन के गमन पथ की त्रिज्या

[प्रोटॉन के लिए $(q/m) = 1.0 \times 10^8$ C/kg लीजिए]

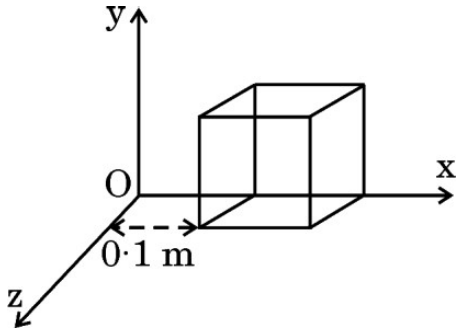
SECTION C

22. A cube of side 0.1 m is placed, as shown in the figure, in a region where electric field $\vec{E} = 500x \hat{i}$ exists. Here x is in meters and E in NC^{-1} .

Calculate :

3

- (a) the flux passing through the cube, and
 (b) the charge within the cube.



23. (a) Define 'current density'. Is it a scalar or a vector? An electric field \vec{E} is maintained in a metallic conductor. If n be the number of electrons (mass m , charge $-e$) per unit volume in the conductor and τ its relaxation time, show that the current density $\vec{j} = \alpha \vec{E}$,

where $\alpha = \left(\frac{ne^2}{m} \right) \tau$.

3

OR

- (b) What is a Wheatstone bridge? Obtain the necessary conditions under which the Wheatstone bridge is balanced.

3

24. A proton with kinetic energy 1.3384×10^{-14} J moving horizontally from north to south, enters a uniform magnetic field B of 2.0 mT directed eastward. Calculate :

3

- (a) the speed of the proton
 (b) the magnitude of acceleration of the proton
 (c) the radius of the path traced by the proton

[Take (q/m) for proton = 1.0×10^8 C/kg]

25. कोई प्रेरक, कोई संधारित्र और कोई प्रतिरोधक किसी ac स्रोत $v = v_m \sin \omega t$ से श्रेणी में संयोजित हैं। परिपथ में क्षयित औसत शक्ति के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। परिपथ की अनुनाद आवृत्ति के लिए भी व्यंजक प्राप्त कीजिए। 3
26. (क) “विद्युत-चुम्बकीय तरंग की तरंगदैर्घ्य को प्रायः विकिरण उत्पन्न करने वाले निकाय के अभिलाक्षणिक साइज़ से संबंधित किया जाता है।” इस कथन की पुष्टि के लिए दो उदाहरण दीजिए।
- (ख) (i) लम्बी दूरियों के रेडियो प्रसारण के लिए लघु-तरंग बैंड का उपयोग किया जाता है। क्यों ?
- (ii) प्रकाशिक और रेडियो दूरबीन (दूरदर्शक) धरती पर स्थापित की जाती हैं, परन्तु X-किरण खगोलिकी केवल पृथ्वी की कक्षा में परिक्रमा करने वाले उपग्रहों से ही संभव है। क्यों ? 3
27. रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल की कमियाँ लिखिए। बोर् ने उन्हें किस प्रकार दूर किया ? यह दर्शाइए कि बोर् परमाणु की विभिन्न कक्षाओं के बीच की दूरियाँ समान नहीं होती हैं। 3
28. (क) नाभिक के किन्हीं दो गुणों को लिखिए।
- (ख) नाभिक का घनत्व परमाणु के घनत्व से बहुत अधिक क्यों होता है ?
- (ग) यह दर्शाइए कि सभी नाभिकों के लिए नाभिकीय द्रव्य का घनत्व समान होता है। 3

खण्ड घ

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 केस अध्ययन-आधारित प्रश्न हैं। निम्नलिखित अनुच्छेदों को पढ़ कर नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

29. कोई लेंस दो पृष्ठों से घिरा कोई पारदर्शी माध्यम होता है जिसका एक अथवा दोनों पृष्ठ गोलीय होते हैं। किसी लेंस की फोकस दूरी उसके दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याओं और लेंस के पदार्थ के, उस पदार्थ के सापेक्ष जिससे लेंस घिरा है, अपवर्तनांक द्वारा निर्धारित की जाती है। किसी लेंस की क्षमता उसकी फोकस दूरी की व्युत्क्रम होती है। यदि कई लेंसों को सम्पर्क में रखा जाता है, तो संयोजन की क्षमता उन लेंसों की अपनी-अपनी क्षमताओं का बीजगणितीय योग होता है।

- 25.** An inductor, a capacitor and a resistor are connected in series with an ac source $v = v_m \sin \omega t$. Derive an expression for the average power dissipated in the circuit. Also obtain the expression for the resonant frequency of the circuit. 3
- 26.** (a) “The wavelength of the electromagnetic wave is often correlated with the characteristic size of the system that radiates.” Give two examples to justify this statement.
- (b) (i) Long distance radio broadcasts use short-wave bands. Why ?
(ii) Optical and radio telescopes are built on the ground, but X-ray astronomy is possible only from satellites orbiting the Earth. Why ? 3
- 27.** Write the drawbacks of Rutherford’s atomic model. How did Bohr remove them ? Show that different orbits in Bohr’s atom are not equally spaced. 3
- 28.** (a) State any two properties of a nucleus.
(b) Why is the density of a nucleus much more than that of an atom ?
(c) Show that the density of the nuclear matter is the same for all nuclei. 3

SECTION D

Questions number 29 and 30 are case study-based questions. Read the following paragraphs and answer the questions that follow.

- 29.** A lens is a transparent medium bounded by two surfaces, with one or both surfaces being spherical. The focal length of a lens is determined by the radii of curvature of its two surfaces and the refractive index of its medium with respect to that of the surrounding medium. The power of a lens is reciprocal of its focal length. If a number of lenses are kept in contact, the power of the combination is the algebraic sum of the powers of the individual lenses.

(i) किसी काँच के बने उभयोत्तल लेंस के दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या R समान है तथा काँच का अपवर्तनांक n है। इस लेंस की क्षमता है :

1

(A) $\frac{2(n-1)}{R}$ (B) $\frac{(2n-1)}{R}$

(C) $\frac{(n-1)}{2R}$ (D) $\frac{(2n-1)}{2R}$

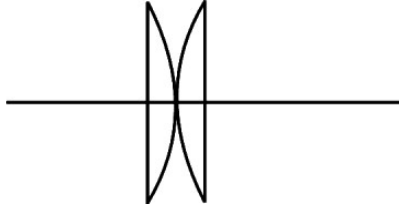
(ii) क्षमता P के किसी उभयोत्तल लेंस, जिसके दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या समान है, को उसके मुख्य अक्ष के लम्बवत् दो समान भागों में काटा गया है। लेंस के एक भाग की क्षमता होगी :

1

(A) 2P (B) P (C) 4P (D) $\frac{P}{2}$

(iii) उपर्युक्त लेंस के दोनों भागों को आरेख में दर्शाए अनुसार एक-दूसरे के सम्पर्क में रखा गया है। इस संयोजन की क्षमता होगी :

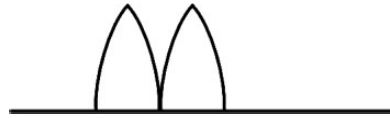
1



(A) $\frac{P}{2}$ (B) P (C) 2P (D) $\frac{P}{4}$

(iv) (क) क्षमता P के किसी उभयोत्तल लेंस, जिसके दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या समान है, को उसके मुख्य अक्ष के अनुदिश दो भागों में काटकर दोनों भागों को आरेख में दर्शाए अनुसार व्यवस्थित किया गया है। इस संयोजन की क्षमता होगी :

1



(A) शून्य (B) P
(C) 2P (D) $\frac{P}{2}$

अथवा

(ख) 60 cm और 20 cm फोकस दूरी के दो उत्तल लेंसों को एक-दूसरे के सम्पर्क में समाक्षतः रखा गया है। इस संयोजन की क्षमता है :

1

(A) 6.6 D (B) 15 D
(C) $\frac{1}{15}$ D (D) $\frac{1}{80}$ D

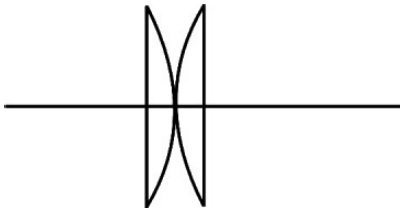
(i) A double-convex lens, with each face having same radius of curvature R , is made of glass of refractive index n . Its power is : 1

- (A) $\frac{2(n-1)}{R}$ (B) $\frac{(2n-1)}{R}$
 (C) $\frac{(n-1)}{2R}$ (D) $\frac{(2n-1)}{2R}$

(ii) A double-convex lens of power P , with each face having same radius of curvature, is cut into two equal parts perpendicular to its principal axis. The power of one part of the lens will be : 1

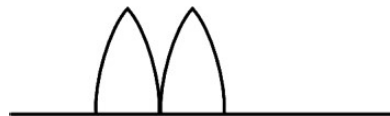
- (A) $2P$ (B) P (C) $4P$ (D) $\frac{P}{2}$

(iii) The above two parts are kept in contact with each other as shown in the figure. The power of the combination will be : 1



- (A) $\frac{P}{2}$ (B) P (C) $2P$ (D) $\frac{P}{4}$

(iv) (a) A double-convex lens of power P , with each face having same radius of curvature, is cut along its principal axis. The two parts are arranged as shown in the figure. The power of the combination will be : 1



- (A) Zero (B) P
 (C) $2P$ (D) $\frac{P}{2}$

OR

(b) Two convex lenses of focal lengths 60 cm and 20 cm are held coaxially in contact with each other. The power of the combination is : 1

- (A) 6.6 D (B) 15 D
 (C) $\frac{1}{15}$ D (D) $\frac{1}{80}$ D

30. संधि डायोड दिष्टकारी के रूप में :

ac वोल्टता को दिष्टकारी (dc) वोल्टता में परिवर्तित करने की प्रक्रिया को दिष्टकरण कहते हैं और इस परिवर्तन को सम्पन्न करने वाली युक्ति को दिष्टकारी कहते हैं। किसी p-n संधि डायोड के अभिलाक्षणिक से यह ज्ञात होता है कि जब p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है, तो उसका प्रतिरोध निम्न होता है तथा जब पश्चदिशिक बायसित होता है, तो उसका प्रतिरोध उच्च होता है। इसका अर्थ यह है कि p-n संधि डायोड केवल अग्रदिशिक बायस होने पर ही चालन करता है। p-n संधि डायोड का यही गुण दिष्टकारी के रूप में इसके उपयोग के लिए इसे उपयुक्त बनाता है।

इस प्रकार, जब किसी ac वोल्टता को किसी p-n संधि के सिरो पर अनुप्रयुक्त किया जाता है, तो यह केवल उन्हीं प्रत्यावर्ती अर्ध-चक्रों में चालन करती है जब यह अग्रदिशिक बायस होती है। वह दिष्टकारी जो किसी ac वोल्टता के अर्ध-चक्र का दिष्टकरण करता है, उसे अर्ध-तरंग दिष्टकारी कहते हैं और जो दोनों अर्ध-चक्रों का दिष्टकरण करता है, उसे पूर्ण-तरंग दिष्टकारी कहते हैं।

(i) किसी पूर्ण-तरंग दिष्टकारी पर अनुप्रयुक्त किसी प्रत्यावर्ती वोल्टता का वर्ग माध्य मूल मान $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ है। तो दिष्टीकृत निर्गत वोल्टता का वर्ग माध्य मूल मान है : 1

- (A) $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ (B) $\frac{V_0^2}{\sqrt{2}}$
(C) $\frac{2V_0}{\sqrt{2}}$ (D) $\frac{V_0}{2\sqrt{2}}$

(ii) किसी पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में प्रत्येक डायोड से धारा प्रवाहित होती है : 1

- (A) निवेश सिग्नल के पूर्ण चक्र के लिए
(B) निवेश सिग्नल के अर्ध-चक्र के लिए
(C) निवेश सिग्नल के अर्ध-चक्र से कम के लिए
(D) निवेश सिग्नल के केवल धनात्मक अर्ध-चक्र के लिए

(iii) किसी पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में : 1

- (A) किसी निश्चित समय पर दोनों डायोड अग्रदिशिक बायसित होते हैं।
(B) किसी निश्चित समय पर दोनों डायोड पश्चदिशिक बायसित होते हैं।
(C) किसी निश्चित समय पर एक अग्रदिशिक बायसित तथा दूसरा पश्चदिशिक बायसित होता है।
(D) प्रथम अर्ध-चक्र में दोनों अग्रदिशिक बायसित होते हैं तथा द्वितीय अर्ध-चक्र में पश्चदिशिक बायसित होते हैं।

30. Junction Diode as a Rectifier :

The process of conversion of an ac voltage into a dc voltage is called rectification and the device which performs this conversion is called a rectifier. The characteristics of a p-n junction diode reveal that when a p-n junction diode is forward biased, it offers a low resistance and when it is reverse biased, it offers a high resistance. Hence, a p-n junction diode conducts only when it is forward biased. This property of a p-n junction diode makes it suitable for its use as a rectifier.

Thus, when an ac voltage is applied across a p-n junction, it conducts only during those alternate half cycles for which it is forward biased. A rectifier which rectifies only half cycle of an ac voltage is called a half-wave rectifier and one that rectifies both the half cycles is known as a full-wave rectifier.

(i) The root mean square value of an alternating voltage applied to a full-wave rectifier is $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$. Then the root mean square value of the rectified output voltage is :

1

- (A) $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ (B) $\frac{V_0^2}{\sqrt{2}}$
(C) $\frac{2V_0}{\sqrt{2}}$ (D) $\frac{V_0}{2\sqrt{2}}$

(ii) In a full-wave rectifier, the current in each of the diodes flows for : 1

- (A) Complete cycle of the input signal
(B) Half cycle of the input signal
(C) Less than half cycle of the input signal
(D) Only for the positive half cycle of the input signal

(iii) In a full-wave rectifier : 1

- (A) Both diodes are forward biased at the same time.
(B) Both diodes are reverse biased at the same time.
(C) One is forward biased and the other is reverse biased at the same time.
(D) Both are forward biased in the first half of the cycle and reverse biased in the second half of the cycle.

(iv) (क) किसी अर्ध-तरंग दिष्टकारी पर 50 Hz आवृत्ति की कोई प्रत्यावर्ती वोल्टता अनुप्रयुक्त की गई है। तो निर्गत की उर्मिका आवृत्ति होगी :

1

(A) 100 Hz

(B) 50 Hz

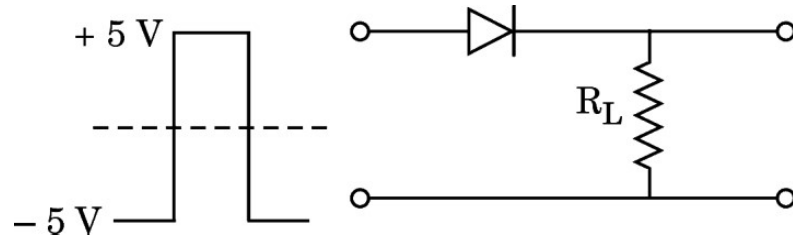
(C) 25 Hz

(D) 150 Hz

अथवा

(ख) आरेख में दर्शाए अनुसार कोई सिग्नल किसी p-n संधि डायोड पर अनुप्रयुक्त किया गया है। प्रतिरोध R_L के सिरोँ पर निर्गत की पहचान कीजिए :

1



(A)

(B)

(C)

(D)

(iv) (a) An alternating voltage of frequency of 50 Hz is applied to a half-wave rectifier. Then the ripple frequency of the output will be :

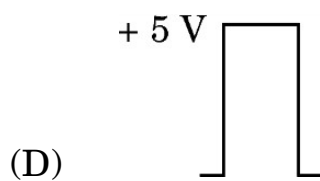
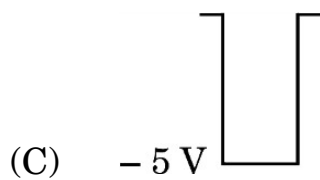
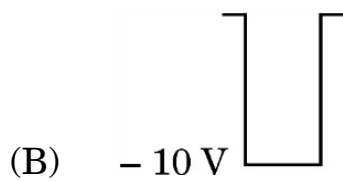
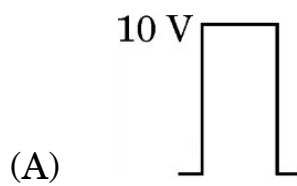
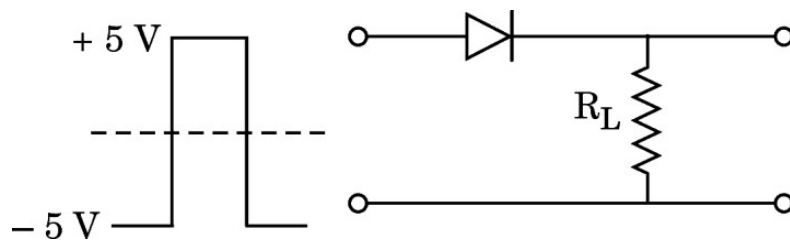
1

- (A) 100 Hz (B) 50 Hz
(C) 25 Hz (D) 150 Hz

OR

(b) A signal, as shown in the figure, is applied to a p-n junction diode. Identify the output across resistance R_L :

1



खण्ड ड

31. (क) (i) किसी बाह्य एकसमान विद्युत-क्षेत्र \vec{E} में किसी विद्युत द्विध्रुव \vec{p} की स्थितिज ऊर्जा के लिए कोई व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इस द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा कब (1) अधिकतम, और (2) निम्नतम होती है ?
- (ii) कोई विद्युत द्विध्रुव बिन्दु आवेश -1.0 pC और $+1.0 \text{ pC}$ जो $x-y$ तल में क्रमशः $(0, 0)$ और $(3 \text{ mm}, 4 \text{ mm})$ पर स्थित हैं, से मिलकर बना है। इस प्रदेश में किसी विद्युत-क्षेत्र $\vec{E} = \left(\frac{1000 \text{ V}}{m}\right) \hat{i}$ को लगाया गया है। द्विध्रुव पर कार्यरत बल-आघूर्ण $\vec{\tau}$ ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

- (ख) (i) $2a$ दूरी के पृथक्कन और $-q$ और q आवेशों से बना, कोई विद्युत द्विध्रुव (द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{p} = p \hat{i}$) x -अक्ष के अनुदिश अपने केन्द्र को मूल-बिन्दु पर रखते हुए स्थित है। यह दर्शाइए कि इस द्विध्रुव के कारण किसी बिन्दु x , ($x \gg a$) पर विभव V , $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{p} \cdot \hat{i}}{x^2}$ है।
- (ii) क्रमशः त्रिज्या 1 cm और 3 cm के दो वियुक्त धात्विक गोलों S_1 तथा S_2 को इस प्रकार आवेशित किया गया है कि उनके आवेश घनत्व समान $\left(\frac{2}{\pi} \times 10^{-9}\right) \text{ C/m}^2$ हैं। इन दोनों गोलों को एक-दूसरे से अत्यधिक दूरी पर रखकर किसी पतले तार से संयोजित किया गया है। गोले S_1 पर नया आवेश परिकलित कीजिए।

5

32. (क) (i) किसी ac स्रोत $v = v_m \sin \omega t$ से किसी प्रतिरोधक और किसी संधारित्र को श्रेणी में संयोजित किया गया है। परिपथ की प्रतिबाधा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) कोई प्रेरक किसी परिपथ में चालक के रूप में कब कार्य करता है ? इसके लिए कारण दीजिए।

SECTION E

- 31.** (a) (i) Derive an expression for potential energy of an electric dipole \vec{p} in an external uniform electric field \vec{E} . When is the potential energy of the dipole (1) maximum, and (2) minimum ?
- (ii) An electric dipole consists of point charges -1.0 pC and $+1.0 \text{ pC}$ located at $(0, 0)$ and $(3 \text{ mm}, 4 \text{ mm})$ respectively in $x - y$ plane. An electric field $\vec{E} = \left(\frac{1000 \text{ V}}{\text{m}}\right) \hat{i}$ is switched on in the region. Find the torque $\vec{\tau}$ acting on the dipole. 5

OR

- (b) (i) An electric dipole (dipole moment $\vec{p} = p \hat{i}$), consisting of charges $-q$ and q , separated by distance $2a$, is placed along the x -axis, with its centre at the origin. Show that the potential V , due to this dipole, at a point x , ($x \gg a$) is equal to $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{p} \cdot \hat{i}}{x^2}$.
- (ii) Two isolated metallic spheres S_1 and S_2 of radii 1 cm and 3 cm respectively are charged such that both have the same charge density $\left(\frac{2}{\pi} \times 10^{-9}\right) \text{ C/m}^2$. They are placed far away from each other and connected by a thin wire. Calculate the new charge on sphere S_1 . 5

- 32.** (a) (i) A resistor and a capacitor are connected in series to an ac source $v = v_m \sin \omega t$. Derive an expression for the impedance of the circuit.
- (ii) When does an inductor act as a conductor in a circuit ? Give reason for it.

- (iii) किसी विद्युत लैम्प की अभिकल्पना 110 V dc और 11 A विद्युत धारा पर प्रचालन के लिए की गई है। यदि इस लैम्प को 220 V, 50 Hz के ac स्रोत पर श्रेणी में किसी कुण्डली के साथ प्रचालित किया जाता है, तो कुण्डली का प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

- (ख) (i) किसी उच्चायी ट्रान्सफॉर्मर का नामांकित आरेख खींचकर उसके कार्यकारी सिद्धान्त का वर्णन कीजिए। किसी वास्तविक ट्रान्सफॉर्मर में होने वाले ऊर्जा हास के किन्हीं तीन कारणों की व्याख्या कीजिए।
- (ii) कोई उच्चायी ट्रान्सफॉर्मर किसी निम्न वोल्टता को उच्च वोल्टता में परिवर्तित करता है। क्या यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन करता है? व्याख्या कीजिए।
- (iii) किसी उच्चायी ट्रान्सफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या क्रमशः 200 और 3000 है। प्राथमिक कुण्डली को दी गई निवेश वोल्टता 90 V है। परिकल्पित कीजिए :
- (1) द्वितीयक कुण्डली के सिरों पर निर्गत वोल्टता
 - (2) यदि द्वितीयक कुण्डली में धारा 2.0 A है, तो प्राथमिक कुण्डली में धारा

5

33. (क) (i) कोई प्रकाश किरण किसी त्रिभुजाकार प्रिज़्म से गुज़रती है। आपतन कोण के साथ विचलन कोण किस प्रकार विचरण करता है? ग्राफ द्वारा दर्शाइए। अतः न्यूनतम विचलन कोण परिभाषित कीजिए।
- (ii) कोई प्रकाश किरण प्रिज़्म कोण A के किसी प्रिज़्म के एक अपवर्तक फलक पर अभिलम्बवत् आपतन करके कोण δ पर विचलित होती है। सिद्ध कीजिए कि प्रिज़्म के पदार्थ का अपवर्तनांक $n = \frac{\sin(A + \delta)}{\sin A}$ है।

- (iii) An electric lamp is designed to operate at 110 V dc and 11 A current. If the lamp is operated on 220 V, 50 Hz ac source with a coil in series, then find the inductance of the coil.

5

OR

- (b) (i) Draw a labelled diagram of a step-up transformer and describe its working principle. Explain any three causes for energy losses in a real transformer.
- (ii) A step-up transformer converts a low voltage into high voltage. Does it violate the principle of conservation of energy ? Explain.
- (iii) A step-up transformer has 200 and 3000 turns in its primary and secondary coils respectively. The input voltage given to the primary coil is 90 V. Calculate :
- (1) The output voltage across the secondary coil
 - (2) The current in the primary coil if the current in the secondary coil is 2.0 A.

5

- 33.** (a) (i) A ray of light passes through a triangular prism. Show graphically, how the angle of deviation varies with the angle of incidence ? Hence define the angle of minimum deviation.
- (ii) A ray of light is incident normally on a refracting face of a prism of prism angle A and suffers a deviation of angle δ . Prove that the refractive index n of the material of the prism is given by $n = \frac{\sin (A + \delta)}{\sin A}$.

(iii) किसी प्रिज़्म के पदार्थ का अपवर्तनांक $\sqrt{2}$ है। यदि प्रिज़्म का अपवर्तक कोण 60° है, तो ज्ञात कीजिए :

- (1) न्यूनतम विचलन कोण, तथा
- (2) आपतन कोण।

5

अथवा

(ख) (i) हाइगेन्स का सिद्धान्त लिखिए। कोई समतल तरंग किसी परावर्ती पृष्ठ पर कोण i पर आपतन करती है। तदनुसारी परावर्तित तरंगाग्र की रचना कीजिए। इस आरेख का उपयोग करके, सिद्ध कीजिए कि परावर्तन कोण आपतन कोण के बराबर होता है।

(ii) प्रकाश के कला-संबद्ध स्रोत क्या होते हैं? क्या दो स्वतंत्र सोडियम लैम्प कला-संबद्ध स्रोत के रूप में कार्य कर सकते हैं? व्याख्या कीजिए।

(iii) यंग के द्विझिरी प्रयोग में किसी प्रकाश पुंज द्वारा, जिसमें दो तरंगदैर्घ्य, एक ज्ञात तरंगदैर्घ्य 520 nm की तथा दूसरी अज्ञात तरंगदैर्घ्य λ की है, दो ऐसे व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करते हैं, जिनमें अज्ञात तरंगदैर्घ्य की चतुर्थ दीप्त फ्रिंज ज्ञात तरंगदैर्घ्य की पंचम दीप्त फ्रिंज के संपाती है। λ का मान ज्ञात कीजिए।

5

(iii) The refractive index of the material of a prism is $\sqrt{2}$. If the refracting angle of the prism is 60° , find the

(1) Angle of minimum deviation, and

(2) Angle of incidence.

5

OR

(b) (i) State Huygens' principle. A plane wave is incident at an angle i on a reflecting surface. Construct the corresponding reflected wavefront. Using this diagram, prove that the angle of reflection is equal to the angle of incidence.

(ii) What are the coherent sources of light ? Can two independent sodium lamps act like coherent sources ? Explain.

(iii) A beam of light consisting of a known wavelength 520 nm and an unknown wavelength λ , used in Young's double slit experiment produces two interference patterns such that the fourth bright fringe of unknown wavelength coincides with the fifth bright fringe of known wavelength. Find the value of λ .

5

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55(B)

रोल नं.

Roll No.



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)
(केवल दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए)

PHYSICS (Theory)

(FOR VISUALLY IMPAIRED CANDIDATES ONLY)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

अधिकतम अंक : 70

Time allowed : 3 hours

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 31 हैं।	(I) Please check that this question paper contains 31 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है। प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा। 10.15 बजे से 10.30 बजे तक छात्र केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the students will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश:

निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़िए और उनका पालन कीजिए:

- (i) इस प्रश्न-पत्र में **33** प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 3 अंकों का है।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।
- (ix) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।
जहाँ आवश्यक हो, आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions carefully and follow them :

- (i) This question paper contains **33** questions. **All** questions are **compulsory**.
- (ii) This question paper is divided into **five** sections – **Sections A, B, C, D** and **E**.
- (iii) In **Section A** – Questions no. **1** to **16** are Multiple Choice type questions. Each question carries **1** mark.
- (iv) In **Section B** – Questions no. **17** to **21** are Very Short Answer type questions. Each question carries **2** marks.
- (v) In **Section C** – Questions no. **22** to **28** are Short Answer type questions. Each question carries **3** marks.
- (vi) In **Section D** – Questions no. **29** and **30** are case study based questions. Each question carries **4** marks.
- (vii) In **Section E** – Questions no. **31** to **33** are Long Answer type questions. Each question carries **5** marks.
- (viii) There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section A.
- (ix) Use of calculators is **not** allowed.

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

खण्ड क

1. काँच की किसी छड़ को रेशम के कपड़े से रगड़े जाने पर वह 4.8×10^{-17} C धन आवेश अर्जित कर लेती है। इस प्रक्रिया में, स्थानान्तरित इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉनों की संख्या क्रमशः है :
- (A) 0, 300 (B) 0, 225
(C) 150, 150 (D) 300, 0
2. किसी सेल का वि.वा. बल (emf) और आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 3 V और 0.2Ω हैं। इसे 5.8Ω के किसी बाह्य प्रतिरोधक से संयोजित किया गया है। सेल के सिरोँ पर विभवान्तर होगा :
- (A) 1.2 V (B) 2.0 V
(C) 2.9 V (D) 3.2 V
3. किसी धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के कारण, उसके अक्ष पर केन्द्र से अत्यधिक दूरी के किसी बिन्दु जिसकी दूरी 'r' है, पर चुम्बकीय क्षेत्र अनुक्रमानुपाती होगा :
- (A) $\frac{1}{r}$ (B) $\frac{1}{r^2}$
(C) $\frac{1}{r^{3/2}}$ (D) $\frac{1}{r^3}$
4. किसी धारावाही परिनालिका, जिसकी लम्बाई L, फेरों की संख्या N तथा जिससे धारा I प्रवाहित हो रही है, के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र B होगा :
- (A) $\mu_0 NI$ (B) $\frac{\mu_0 NI}{L}$
(C) $\frac{\mu_0 NI}{4\pi L}$ (D) $\mu_0 NI$

SECTION A

1. When a glass rod is rubbed with a silk cloth, it acquires a positive charge of 4.8×10^{-17} C. In the process, the number of electrons and protons transferred are respectively :
- (A) 0, 300 (B) 0, 225
(C) 150, 150 (D) 300, 0
2. The emf and internal resistance of a cell are 3 V and 0.2Ω respectively. It is connected to an external resistor of 5.8Ω . The potential difference across the cell will be :
- (A) 1.2 V (B) 2.0 V
(C) 2.9 V (D) 3.2 V
3. The magnetic field due to a current carrying circular coil at a point far off on its axis at a distance 'r' from the centre of the coil is proportional to :
- (A) $\frac{1}{r}$ (B) $\frac{1}{r^2}$
(C) $\frac{1}{r^{3/2}}$ (D) $\frac{1}{r^3}$
4. The magnetic field B within the solenoid of length L having N turns and carrying current I will be :
- (A) $\mu_0 N I L$ (B) $\frac{\mu_0 N I}{L}$
(C) $\frac{\mu_0 N I}{4\pi L}$ (D) $\mu_0 N I$

5. किसी वृत्ताकार पाश, जिसकी त्रिज्या 'a' है, से $3I$ धारा प्रवाहित हो रही है। त्रिज्या $2a$ का कोई अन्य संकेन्द्री वृत्ताकार पाश, जिससे धारा I प्रवाहित हो रही है, पहले पाश के लम्बवत् स्थित है। इस निकाय के तुल्य चुम्बकीय द्विध्रुव का द्विध्रुव आघूर्ण है :
- (A) $\pi I a^2$ (B) $5Ia$
 (C) $5\pi I a^2$ (D) $7\pi I a^2$
6. प्रतिरोध 3.0Ω के किसी बंद पाश से गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स ϕ (Wb में) समय t (s) के साथ इस प्रकार विचरण करता है कि $\phi = 6t^2 + 3.0t + 5$ है। इस पाश में $t = 1.0$ s पर प्रेरित धारा का मान होगा :
- (A) 15.0 A (B) 3.0 A
 (C) 4.0 A (D) 5.0 A
7. पराबैंगनी किरणों, गामा-किरणों तथा सूक्ष्म तरंगों की आवृत्तियाँ क्रमशः ν_1 , ν_2 और ν_3 हैं, तब :
- (A) $\nu_1 = \nu_2 = \nu_3$ (B) $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$
 (C) $\nu_2 > \nu_1 > \nu_3$ (D) $\nu_3 > \nu_2 > \nu_1$
8. प्रकाश-विद्युत प्रभाव में, किसी दिए गए धातु के पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने के लिए आपतित विकिरणों के निम्नलिखित में से किसका मान न्यूनतम होना चाहिए ?
- (A) आवृत्ति (B) तीव्रता
 (C) तरंगदैर्घ्य (D) आपतन कोण
9. किसी हाइड्रोजन परमाणु के बोर के मॉडल में, जब किसी इलेक्ट्रॉन को $n = 1$ से $n = 3$ कक्षा तक उत्तेजित किया जाता है, तो उस इलेक्ट्रॉन के कोणीय संवेग में होने वाली वृद्धि होती है :
- (A) $\frac{h}{2\pi}$ (B) $\frac{2h}{\pi}$
 (C) $\frac{3h}{2\pi}$ (D) $\frac{h}{\pi}$

5. A circular loop of radius 'a' carries a current $3I$ through it. Another concentric circular loop of radius $2a$ carrying a current I is placed perpendicular to the first loop. The dipole moment of the equivalent magnetic dipole for the system is :
- (A) $\pi I a^2$ (B) $5Ia$
 (C) $5\pi I a^2$ (D) $7\pi I a^2$
6. The magnetic flux ϕ (in Wb) through a closed loop of resistance 3.0Ω varies with time t (s) as $\phi = 6t^2 + 3.0t + 5$. The value of the induced current in the loop at $t = 1.0$ s is :
- (A) 15.0 A (B) 3.0 A
 (C) 4.0 A (D) 5.0 A
7. The frequencies of ultraviolet rays, gamma-rays and microwaves are ν_1 , ν_2 and ν_3 respectively. Then :
- (A) $\nu_1 = \nu_2 = \nu_3$ (B) $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$
 (C) $\nu_2 > \nu_1 > \nu_3$ (D) $\nu_3 > \nu_2 > \nu_1$
8. In the photoelectric effect, electrons are emitted from a given metal surface when the incident radiation has a certain minimum value of :
- (A) frequency (B) intensity
 (C) wavelength (D) angle of incidence
9. In Bohr model of a hydrogen atom, the increase in the angular momentum of the electron, when it is excited from $n = 1$ to $n = 3$ orbit, is :
- (A) $\frac{h}{2\pi}$ (B) $\frac{2h}{\pi}$
 (C) $\frac{3h}{2\pi}$ (D) $\frac{h}{\pi}$

10. वेग v से गतिमान द्रव्यमान m के किसी धनावेशित कण से आवेश Ze के किसी भारी नाभिक पर बमबारी की गई है। इस कण की नाभिक से निकटतम उपगमन की दूरी निम्नलिखित में से किसके अनुक्रमानुपाती होती है ?

(A) $\frac{Z}{mv^2}$

(B) $\frac{v^2}{Zm}$

(C) v^2

(D) $\frac{Zv^2}{m}$

11. जब किसी p-n संधि को अग्र बायसित किया जाता है, तो उसकी हासी स्तर की चौड़ाई तथा विभव प्राचीर की ऊँचाई पर होने वाले प्रभाव हैं क्रमशः

(A) घटना, घटना

(B) वृद्धि होना, वृद्धि होना

(C) घटना, वृद्धि होना

(D) वृद्धि होना, घटना

12. किसी अर्धचालक को दाता अशुद्धि से मादित करने का परिणाम होता है :

(A) p-प्रकार के अर्धचालक का निर्माण

(B) पूरित संयोजकता बैंड के ठीक ऊपर एक नए ऊर्जा-स्तर का निर्माण

(C) इलेक्ट्रॉनों की सांद्रता में कमी

(D) चालन बैंड के ठीक नीचे एक नए ऊर्जा-स्तर का निर्माण

10. A positively charged particle of mass m , moving with velocity v is bombarded on a heavy nucleus of charge Ze . Its distance of closest approach from the nucleus is proportional to :
- (A) $\frac{Z}{mv^2}$
- (B) $\frac{v^2}{Zm}$
- (C) v^2
- (D) $\frac{Zv^2}{m}$
11. The effect on width of depletion layer and height of the potential barrier of a p-n junction, when it is forward biased, are respectively :
- (A) decreases, decreases
- (B) increases, increases
- (C) decreases, increases
- (D) increases, decreases
12. The doping of a semiconductor with donor impurity results in :
- (A) formation of a p-type semiconductor
- (B) formation of a new energy level just above the filled valence band
- (C) decrease in the concentration of electrons
- (D) formation of a new energy level just below the conduction band

प्रश्न संख्या 13 से 16 अभिकथन (A) और कारण (R) प्रकार के प्रश्न हैं। दो कथन दिए गए हैं — जिनमें एक को अभिकथन (A) तथा दूसरे को कारण (R) द्वारा अंकित किया गया है। सही उत्तर नीचे दिए गए कोडों (A), (B), (C) और (D) में से चुनकर दीजिए।

- (A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या करता है।
- (B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं, परन्तु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या **नहीं** करता है।
- (C) अभिकथन (A) सही है, परन्तु कारण (R) ग़लत है।
- (D) अभिकथन (A) ग़लत है और कारण (R) भी ग़लत है।

13. अभिकथन (A) : भिन्न-भिन्न धातुओं के कार्य फलन भिन्न-भिन्न होते हैं।
कारण (R) : धातुओं की चालकताएँ भिन्न होती हैं।

14. अभिकथन (A) : अनुप्रयुक्त ac वोल्टता की आवृत्ति (ω) में वृद्धि होने पर धारिता प्रतिघात में वृद्धि हो जाती है।
कारण (R) : धारिता प्रतिघात (X_C) का मान ωC होता है।

15. अभिकथन (A) : जब किसी कमानी से धारा प्रवाहित की जाती है, तो उसके दो संलग्न फेरे एक दूसरे की ओर गति करते हैं।
कारण (R) : किसी धारावाही कमानी के दो संलग्न फेरों के बीच कोई बल होता है।

16. अभिकथन (A) : किसी प्रकाशिक तन्तु द्वारा सिग्नलों का प्रेषण सुप्रेक्ष्य ऊर्जा क्षति के बिना किया जा सकता है।
कारण (R) : प्रकाशिक तन्तु पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

Questions number 13 to 16 are Assertion (A) and Reason (R) type questions. Two statements are given — one labelled Assertion (A) and the other labelled Reason (R). Select the correct answer from the codes (A), (B), (C) and (D) as given below.

- (A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A).
- (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is **not** the correct explanation of the Assertion (A).
- (C) Assertion (A) is true, but Reason (R) is false.
- (D) Assertion (A) is false and Reason (R) is also false.

13. Assertion (A) : Work functions of different metals are different.

Reason (R) : Metals differ in their conductivity.

14. Assertion (A) : The capacitive reactance increases with the increase of the frequency (ω) of applied ac voltage.

Reason (R) : The value of capacitive reactance (X_C) is ωC .

15. Assertion (A) : When current is passed through a spring, two adjacent turns move towards each other.

Reason (R) : There is a force between any two adjacent turns of a current carrying spring.

16. Assertion (A) : Signals through an optical fibre can be transmitted without any appreciable loss of energy.

Reason (R) : An optical fibre works on the principle of total internal reflection.

खण्ड ख

17. दो सर्वसम सेल, जिनमें प्रत्येक का वि.वा. बल (emf) E तथा आंतरिक प्रतिरोध r है, 8Ω के किसी प्रतिरोधक से श्रेणी में संयोजित हैं। इस परिपथ से $1.5 A$ की धारा प्रवाहित होती है। जब इन सेलों को पार्श्व में संयोजित करते हैं, तब उसी प्रतिरोधक से $1.0 A$ धारा प्रवाहित होती है। सेल का वि.वा. बल (emf), E और आन्तरिक प्रतिरोध, r परिकल्पित कीजिए।

2

18. (क) उन कारकों के नाम लिखिए जिन पर किसी लेंस की फोकस दूरी निर्भर करती है। पानी में डुबने पर काँच का कोई पतला उभयोत्तल लेंस किस प्रकार व्यवहार करेगा? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए।

2

अथवा

(ख) तरंगदैर्घ्य λ के प्रकाश के साथ किए गए यंग के द्विझिरी प्रयोग में फ्रिंज चौड़ाई किस प्रकार प्रभावित होगी यदि :

(i) झिरियों से पर्दे की दूरी को नियत रखते हुए झिरियों के बीच पृथकन को आधा कर दिया जाए?

(ii) झिरियों के बीच की दूरी को नियत रखते हुए झिरियों से पर्दे की दूरी को आधा कर दिया जाए?

2

19. सम्पर्क में समाक्ष स्थित दो पतले उत्तल लेंसों L_1 और L_2 के संयोजन की क्षमता $+10 D$ है। यदि L_1 की फोकस दूरी, L_2 की फोकस दूरी की चार गुनी है, तो इन लेंसों की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

2

SECTION B

17. Two identical cells, each of emf E and internal resistance r , are connected in series with a resistor of 8Ω . A current of 1.5 A flows in the circuit. When these cells are connected in parallel, they send 1.0 A current through the same resistor. Calculate the internal resistance, r and emf, E of the cell. 2

18. (a) Name the factors on which focal length of a lens depends. How will a thin biconvex glass lens submerged in water behave? Give reason for your answer. 2

OR

(b) How will the fringe width be affected in a Young's double slit experiment with light of wavelength λ if :

(i) the separation between the slits is reduced to half, keeping the distance of the screen from the slits constant ?

(ii) the distance of the screen from the slits is reduced to half, keeping the separation between the slits constant ? 2

19. The power of the combination of two thin convex lenses L_1 and L_2 , kept coaxially in contact, is $+10 \text{ D}$. If the focal length of L_1 is four times that of L_2 , find their focal lengths. 2

20. द्रव्यमान क्षति तथा बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के बीच विभेदन कीजिए ।
 $30 < A < 170$ के परिसर में बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन लगभग नियत है ।
क्यों ?

2

21. सिलिकॉन अथवा जर्मेनियम के लिए अपमिश्रक (मादित करने वाले तत्व) का चयन करते समय किन महत्वपूर्ण बिन्दुओं पर विचार किया जाता है ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए ।

2

खण्ड ग

22. (क) किसी चालक के 'प्रतिरोध ताप गुणांक' तथा 'विद्युत चालकता' पदों की परिभाषा दीजिए । मानक प्रतिरोधों के निर्माण में कांस्टेन्टन और मैंगानिन का उपयोग क्यों किया जाता है ? व्याख्या कीजिए ।

3

अथवा

(ख) 'अपवाह वेग' की परिभाषा दीजिए । यह दर्शाइए कि किसी चालक के पदार्थ की प्रतिरोधकता उस चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के विश्रांति काल के व्युत्क्रमानुपाती होती है ।

3

23. एक-दूसरे के समान्तर 10 cm की दूरी पर स्थित 15 m और 20 m लम्बे दो सीधे तारों से विपरीत दिशाओं में क्रमशः 6.0 A और 8.0 A धारा प्रवाहित हो रही है । दूसरे तार के केन्द्र के निकट के 10 cm लंबे खण्ड पर बल परिकल्पित कीजिए । इन दोनों तारों के बीच लगने वाले बल की प्रकृति का भी उल्लेख कीजिए ।

3

- 20.** Differentiate between mass defect and binding energy per nucleon. The binding energy per nucleon is nearly constant in the range $30 < A < 170$. Why ? 2
- 21.** What are the important considerations for choosing dopants for silicon or germanium ? Justify your answer. 2

SECTION C

- 22.** (a) Define the terms – ‘temperature coefficient of resistance’ and ‘electrical conductivity’ of a conductor. Why are constantan and manganin used for making standard resistances ? Explain. 3

OR

- (b) Define ‘drift velocity’. Show that resistivity of the material of a conductor is inversely proportional to the relaxation time for the free electrons in the conductor. 3
- 23.** Two parallel straight wires of lengths 15 m and 20 m carrying currents 6.0 A and 8.0 A respectively in opposite directions, are 10 cm apart. Calculate the force on a 10 cm long section of the second wire near its centre. Also mention the nature of the force between these wires. 3

- 24.** कोई बल्ब और X_L प्रतिघात का कोई प्रेरक किसी ac स्रोत से श्रेणी में संयोजित हैं। बल्ब की चमक किस प्रकार परिवर्तित होगी जब :
- (क) प्रेरक के भीतर कोई लोहे की छड़ रखी जाएगी ?
- (ख) प्रेरक में फेरों की संख्या कम की जाएगी ?
- (ग) प्रेरक के साथ श्रेणी में कोई संधारित्र, जिसकी धारिता प्रतिघात $X_C (= X_L)$ है, संयोजित किया जाएगा ? 3
- 25.** 'विस्थापन धारा' से क्या तात्पर्य है ? यह दर्शाइए कि किसी संधारित्र को आवेशित करते समय विस्थापन धारा परिपथ में चालन धारा के समान होती है। 3
- 26.** निम्नलिखित का कारण सहित उत्तर दीजिए : 3
- (क) किसी दी गई आवृत्ति की आपतित विकिरणों के लिए उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की चाल प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ के कार्य फलन पर निर्भर करती है।
- (ख) किसी दिए गए प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ के लिए निरोधी विभव (V_0) में आपतित विकिरणों की आवृत्ति के साथ रैखिकतः वृद्धि होती है।
- (ग) किसी दिए गए पृष्ठ के लिए प्रकाश-विद्युत धारा में आपतित विकिरणों की तीव्रता के साथ रैखिकतः वृद्धि होती है।
- 27.** हाइड्रोजन परमाणु के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में लाइमेन और बामर श्रेणी की उत्पत्ति की व्याख्या कीजिए। किसी श्रेणी में अधिकतम और न्यूनतम तरंगदैर्घ्यों की लाइनों का निर्धारण किस प्रकार किया जाता है ? 3
- 28.** ठोसों में ऊर्जा बैंड निर्मित होने की व्याख्या कीजिए और इस प्रकार चालन बैंड और संयोजकता बैंड की परिभाषा दीजिए। 3

- 24.** A bulb and an inductor of reactance X_L are connected in series with an ac source. How will the brightness of the bulb change when :
- (a) an iron rod is inserted in the inductor ?
 - (b) number of turns in the inductor is decreased ?
 - (c) a capacitor of capacitive reactance $X_C (= X_L)$ is connected in series with the inductor ? 3
- 25.** What is meant by 'displacement current' ? Show that during charging of a capacitor, displacement current is equal to conduction current in the circuit. 3
- 26.** Answer the following giving reasons : 3
- (a) The speed of emitted electrons depends on the work function of the photosensitive surface, for the incident radiation of a given frequency.
 - (b) The stopping potential (V_0) increases linearly with the frequency of incident radiation, for a given photosensitive surface.
 - (c) The photoelectric current increases linearly with the intensity of incident radiation, for a given surface.
- 27.** Explain the origin of Lyman and Balmer series in the emission spectrum of hydrogen atom. How are the maximum and the minimum wavelength of lines in a series determined ? 3
- 28.** Explain the formation of energy bands in solids and hence define conduction band and valence band. 3

खण्ड घ

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। निम्नलिखित अनुच्छेदों को पढ़ कर दिए गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

29. किसी समांगी माध्यम में प्रकाश सरल रेखीय पथ पर गमन करता है। परन्तु जब कोई प्रकाश की किरण किसी एक माध्यम से किसी दूसरे माध्यम में गमन करती है, तो वह अपने आरम्भिक पथ से विचलित हो जाती है। प्रकाश के इस प्रकार मुड़ने को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं। वह सीमा जिस तक कोई किरण माध्यम 1 से माध्यम 2 में गमन करते समय आरम्भिक पथ से मुड़ती है, यह माध्यम 1 के सापेक्ष माध्यम 2 के अपवर्तनांक पर निर्भर करती है। अपवर्तनांक दो माध्यमों में प्रकाश की चालों के अनुपात से भी संबंधित होता है।

जब प्रकाश किसी सघन माध्यम से किसी विरल माध्यम में गमन करता है और आपतन कोण दिए गए माध्यमों के जोड़े के लिए क्रांतिक कोण से अधिक होता है, तब पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की परिघटना होती है।

(i) चाल v तथा तरंगदैर्घ्य λ की एकवर्णी प्रकाश की कोई किरण वायु से काँच के स्लैब में गमन करती है। काँच के स्लैब के भीतर :

1

- (A) λ और v दोनों में कमी होती है।
- (B) λ और v दोनों में वृद्धि होती है।
- (C) λ में कमी और v में वृद्धि होती है।
- (D) λ में वृद्धि और v में कमी होती है।

(ii) (क) वायु से किसी माध्यम में गमन करती कोई प्रकाश किरण अन्तरापृष्ठ पर 45° के कोण पर आपतन करती है। यदि यह किरण अपने आरम्भिक पथ से 15° के कोण पर विचलित हो जाती है, तब माध्यम का अपवर्तनांक है :

1

- (A) 2
- (B) $\sqrt{2}$
- (C) $2\sqrt{2}$
- (D) $\sqrt{3}$

अथवा

SECTION D

Questions number 29 and 30 are case study based questions. Read the following paragraphs and answer the questions that follow.

29. In a homogeneous medium, light travels along a straight line path. But when a ray of light travels from one medium to another, it deviates from its initial path. This bending of light is called refraction of light. The extent to which a ray deviates in medium 2 from its initial path in medium 1, is determined by the refractive index of medium 2 with respect to medium 1. The refractive index is also related to the ratio of speeds of light in the two media.

The phenomenon of total internal reflection occurs when light passes from a denser medium into a rarer medium and the angle of incidence exceeds the critical angle for the given pair of media.

- (i) A ray of monochromatic light of wavelength λ and speed v travels from air into a glass slab. Inside the glass slab, 1
- (A) both λ and v decrease
(B) both λ and v increase
(C) λ decreases and v increases
(D) λ increases and v decreases
- (ii) (a) A ray of light travelling from air into a medium, is incident on the interface at an angle of 45° . If the ray deviates by 15° from its initial path, the refractive index of the medium is : 1
- (A) 2 (B) $\sqrt{2}$
(C) $2\sqrt{2}$ (D) $\sqrt{3}$

OR

(ii) (ख) कोई बिन्दु प्रकाश स्रोत किसी पारदर्शी द्रव से भरी किसी टंकी की तली पर स्थित है तथा टंकी में H ऊँचाई तक द्रव भरा है। यदि पृष्ठ पर उस चकती जिससे प्रकाश बाहर निकल सकता है, की त्रिज्या $\frac{H}{\sqrt{3}}$ है, तो द्रव का अपवर्तनांक निकट है :

1

- (A) 1.3 के (B) 1.5 के
(C) 1.7 के (D) 2.0 के

(iii) किसी प्रकाशिक तन्तु में, क्रोड और क्लैडिंग के अपवर्तनांक क्रमशः μ_1 और μ_2 हैं। तब :

1

- (A) $\mu_1 = \mu_2$
(B) $\mu_1 < \mu_2$
(C) μ_1 का मान μ_2 से कुछ अधिक होता है
(D) μ_1 का मान μ_2 की तुलना में काफी अधिक होता है

(iv) तरंगदैर्घ्य λ का प्रकाश वायु में चाल c से गमन करते हुए अपवर्तनांक μ के माध्यम में प्रवेश करता है। माध्यम में प्रकाश की आवृत्ति है :

1

- (A) $\frac{c}{\mu\lambda}$
(B) $\frac{\mu c}{\lambda}$
(C) $\frac{\mu\lambda}{c}$
(D) $\frac{c}{\lambda}$

- (ii) (b) A point source of light is kept at the bottom of a tank filled with a transparent liquid up to a height H . If the radius of the circular patch on the surface from which light can come out is $\frac{H}{\sqrt{3}}$, the refractive index of the liquid is close to : 1
- (A) 1·3 (B) 1·5
(C) 1·7 (D) 2·0
- (iii) In an optical fiber, the refractive indices of the core and cladding are μ_1 and μ_2 respectively. Then : 1
- (A) $\mu_1 = \mu_2$
(B) $\mu_1 < \mu_2$
(C) μ_1 is slightly greater than μ_2
(D) μ_1 is large compared to μ_2
- (iv) Light of wavelength λ travelling with speed c in air, enters a medium of refractive index μ . The frequency of light in the medium is : 1
- (A) $\frac{c}{\mu\lambda}$
(B) $\frac{\mu c}{\lambda}$
(C) $\frac{\mu\lambda}{c}$
(D) $\frac{c}{\lambda}$

30. कोई विद्युत द्विध्रुव दो समान और विजातीय बिन्दु आवेशों $+q$ और $-q$ का युगल होता है जिनमें $2a$ दूरी का पृथकन होता है। किसी द्विध्रुव का वर्णन उसके द्विध्रुव आघूर्ण द्वारा किया जा सकता है जिसका निर्धारण उसके आवेश और दोनों आवेशों के पृथकन द्वारा किया जाता है। यह एक सदिश राशि है। परिपाटी के अनुसार किसी द्विध्रुव की दिशा $-q$ से $+q$ की ओर होती है। बिंदु आवेश के कारण क्षेत्र की भाँति, किसी बिन्दु पर दिए गए द्विध्रुव के कारण क्षेत्र ज्ञात किए जा सकते हैं।

जब किसी द्विध्रुव को बाह्य एकसमान विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है, तो वह एक बल-आघूर्ण का अनुभव करता है। यह बल-आघूर्ण द्विध्रुव को घूर्णित करने की प्रवृत्ति रखता है और इस प्रक्रिया में कार्य किया जाता है। यही कार्य निकाय में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

(i) कोई विद्युत द्विध्रुव किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र में इस प्रकार स्थित है कि द्विध्रुव आघूर्ण विद्युत क्षेत्र के अनुदिश नहीं है। यह अनुभव करेगा : 1

- (A) कोई नेट बल और बल-आघूर्ण
- (B) कोई नेट बल परन्तु बल-आघूर्ण नहीं
- (C) कोई बल-आघूर्ण परन्तु नेट बल नहीं
- (D) न तो कोई नेट बल और न ही कोई बल-आघूर्ण

(ii) कोई विद्युत द्विध्रुव $2a$ दूरी से पृथकन वाले आवेशों $+q$ और $-q$ से बना है। इस द्विध्रुव के अक्ष पर स्थित दूरी x ($\gg a$) पर स्थित किसी बिन्दु आवेश पर कार्यरत बल F है। यदि आवेश की दूरी को दो गुना कर दिया जाए, तो बल हो जाएगा : 1

- | | |
|--------------------|-------------------|
| (A) $\frac{F}{16}$ | (B) $\frac{F}{8}$ |
| (C) $\frac{F}{4}$ | (D) $\frac{F}{2}$ |

30. An electric dipole is a pair of equal and opposite point charges $+q$ and $-q$ separated by a distance $2a$. A dipole can be characterised by dipole moment determined by its charge and separation between the two charges. It is a vector quantity. By convention the direction of a dipole is taken to be the direction from $-q$ to $+q$. Like fields due to a point charge, fields due to a given dipole at a point can be found.

When a dipole is placed in a uniform external electric field, it experiences a torque. This torque tends to rotate the dipole and work is done in this process. This work is stored as the potential energy of the system.

(i) An electric dipole is kept in a uniform electric field such that the dipole moment is not along the electric field. It will experience :

1

- (A) A net force and a torque
- (B) A net force but no torque
- (C) A torque but no net force
- (D) neither a net force nor a torque

(ii) An electric dipole consists of charges $+q$ and $-q$, separated by distance $2a$. The force acting on a point charge placed at a distance x ($\gg a$) on the axis of the dipole is F . If the distance of the charge is doubled, the force will become :

1

- (A) $\frac{F}{16}$
- (B) $\frac{F}{8}$
- (C) $\frac{F}{4}$
- (D) $\frac{F}{2}$

(iii) दो सर्वसम लघु विद्युत द्विध्रुव जिनमें प्रत्येक का द्विध्रुव आघूर्ण \vec{p} है, एक-दूसरे के लम्बवत् इस प्रकार व्यवस्थित हैं कि उनके ऋणात्मक आवेश संपाती हैं। इस व्यवस्था के नेट द्विध्रुव आघूर्ण का परिमाण होगा :

1

- (A) p (B) $2p$
(C) $p\sqrt{2}$ (D) $\frac{p}{\sqrt{2}}$

(iv) (क) द्विध्रुव आघूर्ण 3.0×10^{-30} C-m का कोई अणु 2×10^4 NC⁻¹ के किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र में स्थित है। इस अणु द्वारा अनुभव किया जाने वाला अधिकतम बल-आघूर्ण है :

1

- (A) 1.5×10^{-34} N-m
(B) 6.0×10^{-26} N-m
(C) 4.5×10^{34} N-m
(D) 6.0×10^{-34} N-m

अथवा

(iv) (ख) कोई विद्युत द्विध्रुव दूरी 1 mm पृथक्कन के दो बिन्दु आवेशों + 2 pC और - 2 pC से बना है। यह 2×10^5 NC⁻¹ के एकसमान विद्युत क्षेत्र में रखा गया है। इसे इसकी स्थायी संतुलन की अवस्था से अस्थायी अवस्था तक घूर्णित कराने में किया गया कार्य होगा :

1

- (A) 2×10^{-10} J
(B) 4×10^{-10} J
(C) 8×10^{-10} J
(D) 1.6×10^{-11} J

(iii) Two identical small electric dipoles, each of dipole moment \vec{p} are arranged perpendicular to each other such that their negative charges coincide. The magnitude of the net dipole moment of the arrangement will be : 1

- (A) p (B) $2p$
(C) $p\sqrt{2}$ (D) $\frac{p}{\sqrt{2}}$

(iv) (a) A molecule with dipole moment 3.0×10^{-30} C-m is placed in a uniform electric field of 2×10^4 NC⁻¹. The maximum torque experienced by the molecule is : 1

- (A) 1.5×10^{-34} N-m
(B) 6.0×10^{-26} N-m
(C) 4.5×10^{34} N-m
(D) 6.0×10^{-34} N-m

OR

(iv) (b) A electric dipole consists of two point charges $+ 2$ pC and $- 2$ pC, separated by a distance 1 mm. It is kept in a uniform electric field of 2×10^5 NC⁻¹. The amount of work done in rotating it from its position of stable to unstable equilibrium will be : 1

- (A) 2×10^{-10} J
(B) 4×10^{-10} J
(C) 8×10^{-10} J
(D) 1.6×10^{-11} J

खण्ड ड

31. (क) (i) धारिता C के किसी एक संधारित्र को किसी बैटरी द्वारा विभवान्तर V तक आवेशित किया गया है। बैटरी को वियोजित करके पट्टिकाओं के बीच की दूरी को आधा कर दिया गया है। निम्नलिखित राशियों पर क्या प्रभाव होगा ?

- (1) संधारित्र की धारिता
 - (2) पट्टिकाओं के बीच विद्युत क्षेत्र
 - (3) संधारित्र में संचित ऊर्जा
- प्रत्येक प्रकरण में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

(ii) $20 \mu\text{F}$ के किसी संधारित्र को 30 V तक आवेशित किया गया है। इसे फिर $30 \mu\text{F}$ के अनावेशित संधारित्र से संयोजित कर दिया गया है। संतुलन की स्थिति में प्रत्येक संधारित्र पर आवेशों का परिकलन कीजिए।

5

अथवा

(ख) (i) किसी बिन्दु आवेश Q के कारण आवेश से r दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत विभव के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ii) $10 \mu\text{C}$ और $-5 \mu\text{C}$ के दो बिन्दु आवेश किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र $E = \frac{A}{r^2}$, जहाँ $A = 1.8 \times 10^5 \text{ N C}^{-1} \text{ m}^2$ है, पर क्रमशः $(-3 \text{ cm}, 0)$ और $(6 \text{ cm}, 0)$ पर स्थित हैं। इस निकाय की स्थिरवैद्युत ऊर्जा परिकलित कीजिए।

5

SECTION E

31. (a) (i) A capacitor of capacitance C is charged to a potential difference V by a battery. The battery is disconnected and the separation between the plates is halved. How will the following quantities be affected ?

- (1) Capacitance of the capacitor
- (2) Electric field between the plates
- (3) Energy stored in the capacitor

Justify your answer in each case.

(ii) A capacitor of $20 \mu\text{F}$ is charged to 30 V . It is then connected to an uncharged $30 \mu\text{F}$ capacitor. Calculate the charges on each capacitor in equilibrium.

5

OR

(b) (i) Obtain an expression for electric potential at a distance r from a point charge Q .

(ii) Two point charges of $10 \mu\text{C}$ and $-5 \mu\text{C}$ are placed at $(-3 \text{ cm}, 0)$ and $(6 \text{ cm}, 0)$ in an external electric field $E = \frac{A}{r^2}$, where $A = 1.8 \times 10^5 \text{ N C}^{-1} \text{ m}^2$. Calculate the electrostatic energy of the system.

5

32. (क) (i) किसी कुण्डली के 'स्व-प्रेरकत्व' पद की परिभाषा दीजिए । किसी परिनालिका, जिसके अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल A , लम्बाई L तथा जिसमें प्रति एकांक लम्बाई फेरों की संख्या n है, के स्व-प्रेरकत्व के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

(ii) 50 mH प्रेरकत्व की किसी कुण्डली में प्रवाहित धारा 20 ms में 10 A से घटकर शून्य हो जाती है । कुण्डली से संबद्ध फ्लक्स में परिवर्तन परिकलित कीजिए ।

5

अथवा

(ख) (i) किसी ac जनित्र की कार्यविधि की संक्षिप्त व्याख्या कीजिए । जनित्र में प्रेरित वि.वा. बल (emf) के तात्क्षणिक मान के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

(ii) एक ac स्रोत से जुड़े किसी श्रेणीबद्ध LCR परिपथ, जिसमें $R = 12 \Omega$, $L = 2.0 \text{ H}$ तथा $C = 32 \mu\text{F}$ है, की अनुनाद की अवस्था में कोणीय आवृत्ति परिकलित कीजिए ।

5

33. (क) (i) प्रकाश के कला-संबद्ध स्रोत क्या होते हैं ? संक्षिप्त व्याख्या कीजिए कि यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में कला-संबद्ध स्रोतों के किसी युगल को किस प्रकार प्राप्त किया जाता है । इस प्रयोग में संपोषी और विनाशी व्यतिकरणों के लिए शर्तों का उल्लेख कीजिए ।

(ii) कोई बिम्ब 60 cm वक्रता त्रिज्या के किसी उत्तल दर्पण से 20 cm दूरी पर स्थित है । बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात कीजिए । यह प्रतिबिम्ब वास्तविक होगा अथवा आभासी ?

5

अथवा

32. (a) (i) Define the term 'self-inductance' of a coil. Obtain an expression for self-inductance of a solenoid of area of cross-section A , length L and having n turns per unit length.

(ii) The current flowing in a coil of inductance 50 mH is reduced from 10 A to 0 in 20 ms . Calculate the change in flux linked with the coil. 5

OR

(b) (i) Briefly explain the working of an ac generator. Obtain the expression for the instantaneous value of the emf induced in the generator.

(ii) Calculate the angular frequency at resonance of a series LCR circuit with $R = 12 \Omega$, $L = 2.0 \text{ H}$ and $C = 32 \mu\text{F}$, connected to an ac source. 5

33. (a) (i) What are coherent sources of light ? Briefly explain how a pair of coherent sources are obtained in a Young's double-slit experiment. Mention the conditions for constructive and destructive interferences in this experiment.

(ii) An object is kept 20 cm from a convex mirror of radius of curvature 60 cm . Find the position of the image formed. Will the image be real or virtual ? 5

OR

(ख) (i) कारण सहित निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- (1) आधुनिक सूक्ष्मदर्शियों में, बहुघटकी लेंसों का उपयोग अभिदृश्यक और नेत्रिका दोनों के निर्माण में किया जाता है ।
- (2) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में, अभिदृश्यक और नेत्रिका दोनों लेंसों की फोकस दूरियाँ कम होती हैं ।
- (3) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा अवलोकन करते समय स्पष्ट अवलोकन के लिए हमारे नेत्रों की स्थिति नेत्रिका पर न होकर उससे कुछ दूरी पर होनी चाहिए ।

(ii) दो छात्रों को 6 m ऊँची विभाजक दीवार द्वारा 9 m ऊँचाई के किसी कमरे में एक-दूसरे से पृथक रखा गया है । यदि प्रकाश तथा ध्वनि तरंगें दोनों ही बाधाओं के चारों ओर मुड़ सकती हैं, तो फिर ऐसा क्यों है कि वे छात्र एक-दूसरे को देख नहीं सकते, यद्यपि वे आपस में आसानी से बात कर सकते हैं ?

5

- (b) (i) Answer the following giving reasons :
- (1) In modern microscopes, multicomponent lenses are used for both the objective and the eyepiece.
 - (2) In a compound microscope, both the objective and the eyepiece have small focal lengths.
 - (3) When viewing through a compound microscope, our eyes should be positioned not on the eyepiece, but a short distance away from it for best viewing.
- (ii) Two students are separated by a 6 m partition wall in a room 9 m high. If both light and sound waves can bend around obstacles, how is it that the students are unable to see each other, though they can talk easily ?

Set-1

Series SR5QP/5

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/5/1

रोल नं.

Roll No.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)
PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 3 घण्टे

Time allowed : 3 hours

अधिकतम अंक : 70

Maximum Marks : 70

नोट	NOTE
(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 23 हैं।	(I) Please check that this question paper contains 23 printed pages.
(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।	(II) Please check that this question paper contains 33 questions.
(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।	(III) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
(IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।	(IV) Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है। प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा। 10.15 बजे से 10.30 बजे तक परीक्षार्थी केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे।	(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the candidates will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

सामान्य निर्देश :

निम्नलिखित निर्देशों को बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – खण्ड-क, ख, ग, घ तथा ङ।
- (iii) खण्ड – क में प्रश्न संख्या 1 से 16 तक बहुविकल्पीय प्रकार के एक-एक अंक के प्रश्न हैं।
- (iv) खण्ड – ख में प्रश्न संख्या 17 से 21 तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के दो-दो अंकों के प्रश्न हैं।
- (v) खण्ड – ग में प्रश्न संख्या 22 से 28 तक लघु-उत्तरीय प्रकार के तीन-तीन अंकों के प्रश्न हैं।
- (vi) खण्ड – घ में प्रश्न संख्या 29 एवं 30 दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के चार-चार अंकों के प्रश्न हैं।
- (vii) खण्ड – ङ में प्रश्न संख्या 31 से 33 केस-आधारित पाँच-पाँच अंकों के प्रश्न हैं।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड-ख के 1 प्रश्न में, खण्ड-ग के 1 प्रश्न में, खण्ड-घ के 2 प्रश्नों में तथा खण्ड-ङ के 3 प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान दिया गया है।
- (ix) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{न्यूट्रॉन का द्रव्यमान} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{प्रोटॉन का द्रव्यमान} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल}$$

$$\text{बोल्ट्ज़मान नियतांक} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

General Instructions :

Read the following instructions very carefully and follow them :

- (i) *This question paper contains 33 questions. All questions are compulsory.*
- (ii) *Question paper is divided into FIVE sections – Section A, B, C, D and E.*
- (iii) *In Section A : Question number 1 to 16 are Multiple Choice (MCQ) type questions carrying 1 mark each.*
- (iv) *In Section B : Question number 17 to 21 are Very Short Answer (VSA) type questions carrying 2 marks each.*
- (v) *In Section C : Question number 22 to 28 are Short Answer (SA) type questions carrying 3 marks each.*
- (vi) *In Section D : Question number 29 & 30 are Long Answer (LA) type questions carrying 4 marks each.*
- (vii) *In Section E : Question number 31 to 33 are Case-Based questions carrying 5 marks each.*
- (viii) *There is no overall choice. However, an internal choice has been provided in 1 question in Section–B, 1 question in Section–C, 2 questions in Section–D and 3 questions in Section–E.*
- (ix) *Use of calculators is NOT allowed.*

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{Mass of electron (} m_e \text{)} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of neutron} = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Mass of proton} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadro's number} = 6.023 \times 10^{23} \text{ per gram mole}$$

$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

खण्ड - क

1. किसी बैटरी से बारी-बारी से संयोजित करने पर 2Ω के प्रतिरोधक से 0.9 A तथा 7Ω के प्रतिरोधक से 0.3 A धारा की आपूर्ति होती है। बैटरी का आंतरिक प्रतिरोध है –
(A) 2Ω (B) 1.2Ω
(C) 1Ω (D) 0.5Ω
2. द्रव्यमान m तथा आवेश q का कोई कण किसी चुम्बकीय क्षेत्र में त्रिज्या R के वर्तुल पथ पर गमन करता है। यदि इस कण का द्रव्यमान $2m$ और आवेश $\frac{q}{2}$ हो तो इसके वर्तुल पथ की त्रिज्या होगी
(A) $\frac{R}{4}$ (B) $\frac{R}{2}$
(C) $2R$ (D) $4R$
3. निम्नलिखित में से कौन सा एक युगल अनुचुम्बकीय पदार्थों का है ?
(A) कॉपर और एलुमिनियम (B) सोडियम और कैल्सियम
(C) लैड और आयरन (D) निकेल और कोबाल्ट
4. $1.0 \text{ k}\Omega$ के प्रतिरोधक का उपयोग करके 50Ω प्रतिरोध वाले किसी गैल्वेनोमीटर को $(0 - 2\text{V})$ परिसर के वोल्टमीटर में परिवर्तित किया गया है। यदि इसे $(0 - 10 \text{V})$ परिसर के वोल्टमीटर में परिवर्तित करना है, तो कितने प्रतिरोध के प्रतिरोधक की आवश्यकता होगी ?
(A) $4.8 \text{ k}\Omega$ (B) $5.0 \text{ k}\Omega$
(C) $5.2 \text{ k}\Omega$ (D) $5.4 \text{ k}\Omega$
5. दो कुण्डलियाँ एक दूसरे के निकट रखी हैं। जब एक कुण्डली की धारा में 5 A/s की दर से परिवर्तन होता है, तो दूसरी कुण्डली में 2 mV का विद्युत वाहक बल (emf) प्रेरित होता है। इन दोनों कुण्डलियों का अन्योन्य प्रेरकत्व है –
(A) 0.4 mH (B) 2.5 mH
(C) 10 mH (D) 2.5 H
6. जल के शोधन में प्रयोग की जाने वाली विद्युतचुम्बकीय तरंगें होती हैं –
(A) अवरक्त किरणें (B) पराबैंगनी किरणें
(C) X-किरणें (D) गामा किरणें

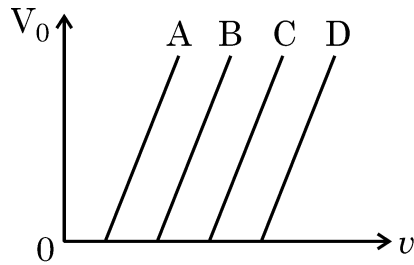
SECTION – A

- A battery supplies 0.9 A current through a $2\ \Omega$ resistor and 0.3 A current through a $7\ \Omega$ resistor when connected one by one. The internal resistance of the battery is :
(A) $2\ \Omega$ (B) $1.2\ \Omega$
(C) $1\ \Omega$ (D) $0.5\ \Omega$
- A particle of mass m and charge q describes a circular path of radius R in a magnetic field. If its mass and charge were $2m$ and $\frac{q}{2}$ respectively, the radius of its path would be
(A) $\frac{R}{4}$ (B) $\frac{R}{2}$
(C) $2R$ (D) $4R$
- Which of the following pairs is that of paramagnetic materials ?
(A) Copper and Aluminium (B) Sodium and Calcium
(C) Lead and Iron (D) Nickel and Cobalt
- A galvanometer of resistance $50\ \Omega$ is converted into a voltmeter of range (0 – 2V) using a resistor of $1.0\ \text{k}\Omega$. If it is to be converted into a voltmeter of range (0 – 10 V), the resistance required will be
(A) $4.8\ \text{k}\Omega$ (B) $5.0\ \text{k}\Omega$
(C) $5.2\ \text{k}\Omega$ (D) $5.4\ \text{k}\Omega$
- Two coils are placed near each other. When the current in one coil is changed at the rate of $5\ \text{A/s}$, an emf of $2\ \text{mV}$ is induced in the other. The mutual inductance of the two coils is
(A) $0.4\ \text{mH}$ (B) $2.5\ \text{mH}$
(C) $10\ \text{mH}$ (D) $2.5\ \text{H}$
- The electromagnetic waves used to purify water are
(A) Infrared rays (B) Ultraviolet rays
(C) X-rays (D) Gamma rays

7. किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक और नेत्रिका की फोकस दूरी क्रमशः 1 cm और 2 cm हैं। यदि इस सूक्ष्मदर्शी की नलिका की लम्बाई 10 cm है, तो सरलतम शिथिल नेत्रों से देखने के लिए इस सूक्ष्मदर्शी से प्राप्त आवर्धन है

- (A) 250 (B) 200
(C) 150 (D) 125

8. चार धातुओं A, B, C और D के लिए आपतित विकिरणों की आवृत्ति (ν) के साथ निरोधी विभव (V_0) के विचरण को आरेख में दर्शाया गया है। सभी धातुओं में फोटोइलेक्ट्रॉन उत्पन्न करने के लिए, आपतित विकिरणों की समान आवृत्ति के लिए अधिकतम गतिज ऊर्जा वाले फोटोइलेक्ट्रॉन वाली धातु है



- (A) A (B) B
(C) C (D) D

9. हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था में किसी इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा -13.6 eV है। प्रथम उत्तेजित अवस्था में इस इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा होगी –

- (A) -13.6 eV, 27.2 eV (B) -6.8 eV, 13.6 eV
(C) 3.4 eV, -6.8 eV (D) 6.8 eV, -3.4 eV

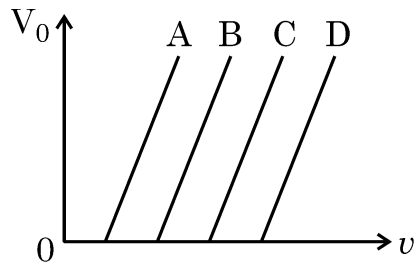
10. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग की किसी प्रायोगिक व्यवस्था को अपवर्तनांक $\left(\frac{4}{3}\right)$ के किसी माध्यम में रखा गया है। यदि इस माध्यम का प्रतिस्थापन वायु से कर दिया जाए, तो इस प्रकरण का कौन सा उच्चिष्ठ वायु में प्राप्त छठें (6वें) उच्चिष्ठ के संपाती होगा ?

- (A) 4th (B) 6th
(C) 8th (D) 10th

7. The focal lengths of the objective and the eyepiece of a compound microscope are 1 cm and 2 cm respectively. If the tube length of the microscope is 10 cm, the magnification obtained by the microscope for most suitable viewing by relaxed eye is :

- (A) 250 (B) 200
(C) 150 (D) 125

8. The variation of the stopping potential (V_0) with the frequency (ν) of the incident radiation for four metals A, B, C and D is shown in the figure. For the same frequency of incident radiation producing photo-electrons in all metals, the kinetic energy of photo-electrons will be maximum for metal



- (A) A (B) B
(C) C (D) D

9. The energy of an electron in the ground state of hydrogen atom is -13.6 eV. The kinetic and potential energy of the electron in the first excited state will be

- (A) -13.6 eV, 27.2 eV (B) -6.8 eV, 13.6 eV
(C) 3.4 eV, -6.8 eV (D) 6.8 eV, -3.4 eV

10. A Young's double-slit experimental set up is kept in a medium of refractive index $\left(\frac{4}{3}\right)$. Which maximum in this case will coincide with the 6th maximum obtained if the medium is replaced by air ?

- (A) 4th (B) 6th
(C) 8th (D) 10th

11. किसी नाभिक के भीतर दो न्यूक्लियॉनों के बीच लगभग कितनी दूरी पर स्थितिज ऊर्जा निम्नतम होती है ?

- (A) 0.8 fm (B) 1.6 fm
(C) 2.0 fm (D) 2.8 fm

12. 5×10^{28} परमाणु प्रति घनमीटर के शुद्ध Si क्रिस्टल का मादन 1 ppm सांद्रता के एन्टीमनी के साथ किया गया है। यदि मादित क्रिस्टल में विवरों की सांद्रता $4.5 \times 10^9 \text{ m}^{-3}$ पायी जाती है तो Si क्रिस्टल में नैज आवेश वाहकों की सांद्रता (m^{-3} में) होती है लगभग

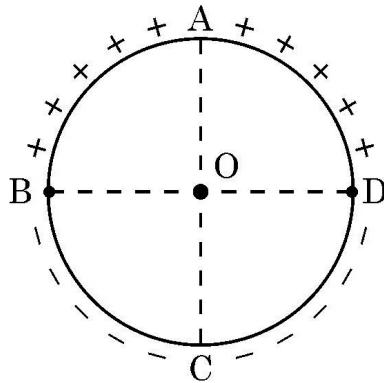
- (A) 1.2×10^{15} (B) 1.5×10^{16}
(C) 3.0×10^{15} (D) 2.0×10^{16}

प्रश्न संख्या 13 से 16 में दो कथन दिए गए हैं – एक को **अभिकथन (A)** तथा दूसरे को **कारण (R)** लेबल किया गया है। इन प्रश्नों के सही उत्तरों का नीचे दिए गए कोड (A), (B), (C) और (D) में से चयन कीजिए :

- (A) यदि अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या है।
(B) यदि अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है।
(C) यदि अभिकथन (A) सत्य है परन्तु कारण (R) असत्य है।
(D) यदि अभिकथन (A) असत्य है और कारण (R) भी असत्य है।

13. **अभिकथन (A)** : आरेख में दर्शाए अनुसार किसी पतले वृत्ताकार वलय के दो अर्ध भागों पर समान मात्रा में धनावेश और ऋणावेश एकसमान वितरित हैं। इस वलय के केन्द्र O पर परिणामी विद्युत क्षेत्र OC के अनुदिश होता है।

कारण (R) : इसका कारण यह है कि O पर नेट विभव शून्य नहीं है।



11. The potential energy between two nucleons inside a nucleus is minimum at a distance of about

- (A) 0.8 fm (B) 1.6 fm
(C) 2.0 fm (D) 2.8 fm

12. A pure Si crystal having 5×10^{28} atoms m^{-3} is doped with 1 ppm concentration of antimony. If the concentration of holes in the doped crystal is found to be $4.5 \times 10^9 \text{ m}^{-3}$, the concentration (in m^{-3}) of intrinsic charge carriers in Si crystal is about

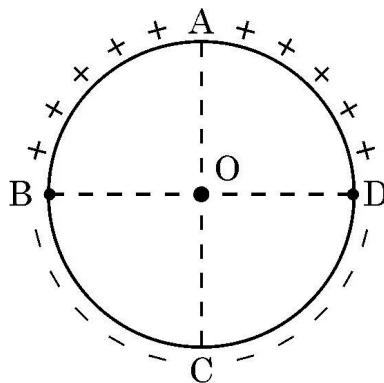
- (A) 1.2×10^{15} (B) 1.5×10^{16}
(C) 3.0×10^{15} (D) 2.0×10^{16}

For Questions 13 to 16, two statements are given – one labelled Assertion (A) and other labelled Reason (R). Select the correct answer to these questions from the options as given below.

- (A) If both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is correct explanation of Assertion (A).
(B) If both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is not the correct explanation of Assertion (A).
(C) If Assertion (A) is true but Reason (R) is false.
(D) If both Assertion (A) and Reason (R) are false.

13. **Assertion (A)** : Equal amount of positive and negative charges are distributed uniformly on two halves of a thin circular ring as shown in figure. The resultant electric field at the centre O of the ring is along OC.

Reason (R) : It is so because the net potential at O is not zero.



14. **अभिकथन (A) :** किसी चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान किसी आवेशित कण की ऊर्जा परिवर्तित नहीं होती है ।
- कारण (R) :** इसका कारण यह है चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान किसी आवेश पर चुम्बकीय बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है ।
15. **अभिकथन (A) :** यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में जब दो कला संबद्ध स्रोत परस्पर अत्यणु दूरी पर होते हैं, तो व्यतिकरण पैटर्न का प्रेक्षण नहीं किया जा सकता है ।
- कारण (R) :** फ्रिंज चौड़ाई दो स्रोतों के बीच पृथकन के अनुक्रमानुपाती होती है ।
16. **अभिकथन (A) :** कोई एल्फा-कण किसी गोल्ड-नाभिक की ओर गतिमान है । 180° के कोण पर प्रकीर्णन के लिए संघट्ट प्राचल अधिकतम होता है ।
- कारण (R) :** किसी एल्फा-कण प्रकीर्णन प्रयोग में संघट्ट प्राचल लक्ष्य नाभिक की परमाणु संख्या पर निर्भर नहीं करता है ।

खण्ड – ख

17. (a) 30 cm भुजा के किसी वर्ग के चार शीर्षों A, B, C और D पर $1 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$, $1 \mu\text{C}$ और $-2 \mu\text{C}$ के चार बिन्दु आवेश क्रमशः स्थित हैं । इस वर्ग के केन्द्र पर स्थित $4 \mu\text{C}$ के आवेश पर कार्यरत नेट बल ज्ञात कीजिए ।

अथवा

17. (b) 10 cm भुजा के किसी समबाहु त्रिभुज के प्रत्येक शीर्ष पर 1 pC का बिन्दु आवेश स्थित है । इस त्रिभुज के केन्द्रक पर नेट विद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए ।
18. किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में स्थित लम्बाई L के किसी सीधे चालक, जिससे धारा I प्रवाहित हो रही है, पर कार्यरत चुम्बकीय बल \vec{F} के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । यदि यह चालक टेढ़ी-मेढ़ी आकृति में हो, तो भी क्या यह व्यंजक वैध होगा ? पुष्टि कीजिए ।
19. किसी दूरदर्शक के अभिदृश्यक और नेत्रिका की फोकस दूरी क्रमशः 150 cm और 5 cm हैं । सामान्य समायोजन में इसकी आवर्धन क्षमता तथा अभिदृश्यक द्वारा बने प्रतिबिम्ब की दूरी परिकल्पित कीजिए ।

14. **Assertion (A)** : The energy of a charged particle moving in a magnetic field does not change.
Reason (R) : It is because the work done by the magnetic force on the charge moving in a magnetic field is zero.
15. **Assertion (A)** : In a Young's double-slit experiment, interference pattern is not observed when two coherent sources are infinitely close to each other.
Reason (R) : The fringe width is proportional to the separation between the two sources.
16. **Assertion (A)** : An alpha particle is moving towards a gold nucleus. The impact parameter is maximum for the scattering angle of 180° .
Reason (R) : The impact parameter in an alpha particle scattering experiment does not depend upon the atomic number of the target nucleus.

SECTION – B

17. (a) Four point charges of $1 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$, $1 \mu\text{C}$ and $-2 \mu\text{C}$ are placed at the corners A, B, C and D respectively, of a square of side 30 cm. Find the net force acting on a charge of $4 \mu\text{C}$ placed at the centre of the square.

OR

17. (b) Three point charges, $1 \mu\text{C}$ each, are kept at the vertices of an equilateral triangle of side 10 cm. Find the net electric field at the centroid of triangle.
18. Derive an expression for magnetic force \vec{F} acting on a straight conductor of length L carrying current I in an external magnetic field \vec{B} . Is it valid when the conductor is in zig-zag form ? Justify.
19. A telescope has an objective lens of focal length 150 cm and an eyepiece of focal length 5 cm. Calculate its magnifying power in normal adjustment and the distance of the image formed by the objective.

20. (a) हाइड्रोजन परमाणु में किसी इलेक्ट्रॉन के दो ऊर्जा स्तरों के बीच पृथकन 2.55 eV है। इस इलेक्ट्रॉन के उच्चतर ऊर्जा स्तर से निम्नतर ऊर्जा स्तर पर संक्रमण द्वारा उत्सर्जित विकिरणों की तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए।
- (b) हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की किस श्रेणी में यह रेखा प्रपात करेगी ?
21. पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा 1.5×10^{11} m त्रिज्या की कक्षा में 30 km/s की कक्षीय चाल से करती है। इस प्रकरण में बोर-मॉडल का उपयोग करके वह क्वान्टम संख्या ज्ञात कीजिए जो पृथ्वी की परिक्रमा का अभिलक्षण करती है। (पृथ्वी का द्रव्यमान = 6.0×10^{24} kg)

खण्ड – ग

22. (a) आइन्सटीन का प्रकाश-विद्युत समीकरण लिखिए। मिलिकन ने इस समीकरण की वैधता को किस प्रकार सिद्ध किया ?
- (b) किसी दिए गए पृष्ठ से प्रकाशविद्युत उत्सर्जन के लिए आपतित विकिरणों की देहली आवृत्ति के अस्तित्व की व्याख्या कीजिए।
23. (a) विद्युत फ्लक्स की परिभाषा और इसकी विमाएँ लिखिए।
- (b) 1 cm भुजा के वर्ग की आकृति का कोई समतल पृष्ठ किसी विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \left(100 \frac{N}{C}\right)\hat{i}$ में इस प्रकार स्थित है कि पृष्ठ के अभिलम्बवत मात्रक सदिश $\hat{n} = 0.8\hat{i} + 0.6\hat{k}$ है। इस पृष्ठ से गुजरने वाला विद्युत फ्लक्स ज्ञात कीजिए।
24. (a) (i) लेंज नियम लिखिए। ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुसार किसी बन्द परिपथ में प्रेरित धारा चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन के कारण का विरोध करती है। इसकी पुष्टि कीजिए।
- (ii) 2 m लम्बाई की किसी धातु की छड़ को, 60 rev/s की आवृत्ति से इसके केन्द्र से गुजरने वाले, उस अक्ष, जो इसकी लम्बाई के लम्बवत् है, के परितः घूर्णित कराया गया है। इस क्षेत्र में छड़ के घूर्णन तल के लम्बवत् $2T$ के किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र को चालू किया गया है। इस छड़ के केन्द्र और एक सिरे के बीच प्रेरित e.m.f. परिकलित कीजिए।

अथवा

24. (b) (i) एम्पियर का परिपथीय नियम लिखकर उसकी व्याख्या कीजिए।
- (ii) 20 cm से पृथकित दो लम्बे सीधे तारों से समान दिशा में 5 A और 10 A की धारा प्रवाहित हो रही है। इन तारों के मध्य में स्थित किसी बिन्दु पर नेट चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा ज्ञात कीजिए।

20. (a) Two energy levels of an electron in hydrogen atom are separated by 2.55 eV. Find the wavelength of radiation emitted when the electron makes transition from the higher energy level to the lower energy level.
- (b) In which series of hydrogen spectrum this line shall fall ?
21. The earth revolves around the sun in an orbit of radius 1.5×10^{11} m with orbital speed 30 km/s. Find the quantum number that characterises its revolution using Bohr's model in this case (mass of earth = 6.0×10^{24} kg).

SECTION – C

22. (a) Write Einstein's photoelectric equation. How did Millikan prove the validity of this equation ?
- (b) Explain the existence of threshold frequency of incident radiation for photoelectric emission from a given surface.
23. (a) Define the term 'electric flux' and write its dimensions.
- (b) A plane surface, in shape of a square of side 1 cm is placed in an electric field $\vec{E} = \left(100 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right)\hat{i}$ such that the unit vector normal to the surface is given by $\hat{n} = 0.8\hat{i} + 0.6\hat{k}$. Find the electric flux through the surface.
24. (a) (i) State Lenz's Law. In a closed circuit, the induced current opposes the change in magnetic flux that produced it as per the law of conservation of energy. Justify.
- (ii) A metal rod of length 2 m is rotated with a frequency 60 rev/s about an axis passing through its centre and perpendicular to its length. A uniform magnetic field of 2T perpendicular to its plane of rotation is switched-on in the region. Calculate the e.m.f. induced between the centre and the end of the rod.

OR

24. (b) (i) State and explain Ampere's circuital law.
- (ii) Two long straight parallel wires separated by 20 cm, carry 5 A and 10 A current respectively, in the same direction. Find the magnitude and direction of the net magnetic field at a point midway between them.

25. वेग $\vec{v} = (1.0 \times 10^7 \text{ m/s})\hat{i} + (0.5 \times 10^7 \text{ m/s})\hat{j}$ से गतिमान कोई इलेक्ट्रॉन किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (0.5 \text{ mT})\hat{j}$ के प्रदेश में प्रवेश करता है। इसके द्वारा चले गए वर्तुल पथ की त्रिज्या ज्ञात कीजिए। घूर्णन करते समय क्या यह इलेक्ट्रॉन रेखीय पथ पर भी चलता है? यदि ऐसा है, तो एक घूर्णन करने के समय में इसके द्वारा तय की गयी रेखीय दूरी परिकलित कीजिए।
26. (a) विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के उन भागों का नाम लिखिए जिन्हें (i) ऊष्मीय तरंगों भी कहा जाता है, (ii) वायुमंडल में ओजोन-स्तर अवशोषित कर लेता है।
 (b) इन विकिरणों में प्रत्येक के उत्पन्न करने और संसूचन की एक-एक विधि संक्षेप में लिखिए।
27. (a) किसी p-n संधि डायोड के उस अभिलाक्षणिक की व्याख्या कीजिए जो उसे दिष्टकारी के रूप में उपयोग के लिए उपयुक्त बनाता है।
 (b) परिपथ आरेख की सहायता से किसी पूर्ण तरंग दिष्टकारी की कार्यविधि की व्याख्या कीजिए।
28. कारण देते हुए निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए :
 (a) कोई मादित अर्धचालक विद्युत-उदासीन होता है।
 (b) संतुलन की स्थिति में किसी p-n संधि में कोई नेट धारा नहीं होती है।
 (c) किसी डायोड में पश्च धारा व्यावहारिक रूप से अनुप्रयुक्त वोल्टता पर निर्भर नहीं करती है।

खण्ड – घ

29. संधारित्रों की अभिकल्पना में परावैद्युतों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। किसी परावैद्युत के अणु ध्रुवीय अथवा अध्रुवी हो सकते हैं। जब किसी परावैद्युत गुटके को किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है, तो विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् गुटके के दो पृष्ठों पर विजातीय आवेश प्रकट होते हैं। इन आवेशों के कारण परावैद्युत गुटके के भीतर कोई विद्युत क्षेत्र स्थापित हो जाता है।
 किसी संधारित्र की धारिता उस संधारित्र को दो पट्टिकाओं के बीच के स्थान को भरने वाले पदार्थ के परावैद्युतांक पर निर्भर करता है। परिणामस्वरूप, किसी संधारित्र की ऊर्जा संचित करने की क्षमता भी प्रभावित होती है। प्रतिरोधकों की भाँति संधारित्रों को भी श्रेणी और/या पार्श्व में संयोजित किया जा सकता है।
- (i) निम्नलिखित में से कौन सा ध्रुवीय अणु है ?
 (A) O_2 (B) H_2
 (C) N_2 (D) HCl

25. An electron moving with a velocity $\vec{v} = (1.0 \times 10^7 \text{ m/s})\hat{i} + (0.5 \times 10^7 \text{ m/s})\hat{j}$ enters a region of uniform magnetic field $\vec{B} = (0.5 \text{ mT})\hat{j}$. Find the radius of the circular path described by it. While rotating; does the electron trace a linear path too ? If so, calculate the linear distance covered by it during the period of one revolution.
26. (a) Name the parts of the electromagnetic spectrum which are (i) also known as 'heat waves' and (ii) absorbed by ozone layer in the atmosphere.
(b) Write briefly one method each, of the production and detection of these radiations.
27. (a) Explain the characteristics of a p-n junction diode that makes it suitable for its use as a rectifier.
(b) With the help of a circuit diagram, explain the working of a full wave rectifier.
28. Explain the following, giving reasons :
(a) A doped semiconductor is electrically neutral.
(b) In a p-n junction under equilibrium, there is no net current.
(c) In a diode, the reverse current is practically not dependent on the applied voltage.

SECTION – D

29. Dielectrics play an important role in design of capacitors. The molecules of a dielectric may be polar or non-polar. When a dielectric slab is placed in an external electric field, opposite charges appear on the two surfaces of the slab perpendicular to electric field. Due to this an electric field is established inside the dielectric.
- The capacitance of a capacitor is determined by the dielectric constant of the material that fills the space between the plates. Consequently, the energy storage capacity of a capacitor is also affected. Like resistors, capacitors can also be arranged in series and/or parallel.
- (i) Which of the following is a polar molecule ?
(A) O_2 (B) H_2
(C) N_2 (D) HCl

(ii) परावैद्युतों के लिए निम्नलिखित में से कौन सा एक कथन सही है ?

- (A) बाह्य विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में किसी ध्रुवीय परावैद्युत में नेट द्विध्रुव आघूर्ण होता है जो प्रेरित द्विध्रुवों के कारण परिवर्तित हो जाता है ।
(B) प्रेरित द्विध्रुवों का नेट द्विध्रुव आघूर्ण अनुप्रयुक्त विद्युत क्षेत्र की दिशा के अनुदिश होता है ।
(C) परावैद्युत में मुक्त आवेश होते हैं ।
(D) किसी परावैद्युत के भीतर प्रेरित पृष्ठीय आवेशों के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्र बाह्य विद्युत क्षेत्र के अनुदिश होता है ।

(iii) जब किसी वियुक्त आवेशित संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच किसी परावैद्युत गुटकों को रखा जाता है तो उस संधारित्र में संचित ऊर्जा :

- (A) बढ़ जाती है तथा उसके भीतर विद्युत क्षेत्र भी बढ़ जाता है ।
(B) घट जाती है तथा विद्युत क्षेत्र भी घट जाता है ।
(C) घट जाती है तथा विद्युत क्षेत्र बढ़ जाता है ।
(D) बढ़ जाती है तथा विद्युत क्षेत्र घट जाता है ।

(iv) (a) किसी वायु से भरे संधारित्र, जिसकी पट्टिकाओं का क्षेत्रफल A तथा पट्टिकाओं के बीच पृथक्कन d है, की धारिता C_0 है । इस संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच क्षेत्रफल A , मोटाई $\left(\frac{d}{5}\right)$ और परावैद्युतांक K का कोई गुटका रख दिया जाता है । इस संधारित्र की धारिता हो जाएगी –

- (A) $\left[\frac{4K}{5K+1}\right]C_0$ (B) $\left[\frac{K+5}{4}\right]C_0$
(C) $\left[\frac{5K}{4K+1}\right]C_0$ (D) $\left[\frac{K+4}{5K}\right]C_0$

अथवा

(iv) (b) दो संधारित्रों जिनकी धारिता $2 C_0$ और $6 C_0$ हैं को पहले श्रेणी और फिर पार्श्व में संयोजित करके बारी-बारी से समान बैटरी के सिरों से जोड़ा गया है । श्रेणी संयोजन और पार्श्व संयोजन में संचित ऊर्जाओं का अनुपात होगा –

- (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{1}{6}$
(C) $\frac{2}{15}$ (D) $\frac{3}{16}$

- (ii) Which of the following statements about dielectrics is correct ?
- (A) A polar dielectric has a net dipole moment in absence of an external electric field which gets modified due to the induced dipoles.
- (B) The net dipole moments of induced dipoles is along the direction of the applied electric field.
- (C) Dielectrics contain free charges.
- (D) The electric field produced due to induced surface charges inside a dielectric is along the external electric field.
- (iii) When a dielectric slab is inserted between the plates of an isolated charged capacitor, the energy stored in it :
- (A) increases and the electric field inside it also increases.
- (B) decreases and the electric field also decreases.
- (C) decreases and the electric field increases.
- (D) increases and the electric field decreases.
- (iv) (a) An air-filled capacitor with plate area A and plate separation d has capacitance C_0 . A slab of dielectric constant K , area A and thickness $\left(\frac{d}{5}\right)$ is inserted between the plates. The capacitance of the capacitor will become
- (A) $\left[\frac{4K}{5K+1}\right]C_0$ (B) $\left[\frac{K+5}{4}\right]C_0$
- (C) $\left[\frac{5K}{4K+1}\right]C_0$ (D) $\left[\frac{K+4}{5K}\right]C_0$

OR

- (iv) (b) Two capacitors of capacitances $2 C_0$ and $6 C_0$ are first connected in series and then in parallel across the same battery. The ratio of energies stored in series combination to that in parallel is
- (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{1}{6}$
- (C) $\frac{2}{15}$ (D) $\frac{3}{16}$

30. कोई प्रिज्म तीन समतल अपवर्तक पृष्ठों से घिरा कोई प्रकाशिक माध्यम होता है। प्रिज्म से गुजरने वाली कोई प्रकाश-किरण दो पृष्ठों से क्रमागत अपवर्तित होकर अपने मूल पथ से किसी कोण पर विचलित हो जाती है। प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक नीचे दिए गए संबंध द्वारा व्यक्त किया जाता है

$$\mu = \sin\left(\frac{A + \delta m}{2}\right) / \sin \frac{A}{2}$$

यदि प्रिज्म के दूसरे पृष्ठ पर आपतन कोण, किसी कोण जिसे क्रांतिक कोण कहते हैं, से अधिक होता है, तो वह किरण दूसरे पृष्ठ से अपवर्तित नहीं होती है और पूर्ण आंतरिक परावर्तित हो जाती है।

- (i) काँच और जल के लिए क्रांतिक कोण क्रमशः θ_1 और θ_2 हैं। काँच-जल अन्तरापृष्ठ के लिए क्रांतिक कोण होगा (${}_a\mu_g = 1.5$, ${}_a\mu_w = 1.33$)

- (A) θ_2 से कम (B) θ_1 और θ_2 के बीच
(C) θ_2 से अधिक (D) θ_1 से कम

- (ii) जब तरंगदैर्घ्य λ और आवृत्ति ν की कोई प्रकाश किरण किसी सघन माध्यम में अपवर्तित होती है तो

- (A) λ और ν दोनों में वृद्धि होती है।
(B) λ में वृद्धि होती है परन्तु ν अपरिवर्तित रहती है।
(C) λ में कमी होती है परन्तु ν अपरिवर्तित रहती है।
(D) λ और ν दोनों में कमी होती है।

- (iii) (a) काँच से पानी में गुजरने वाली किसी प्रकाश की किरण के लिए क्रांतिक कोण निम्नतम होता है :

- (A) लाल वर्ण के लिए (B) नीले वर्ण के लिए
(C) पीले वर्ण के लिए (D) बैंगनी वर्ण के लिए

अथवा

- (iii) (b) किसी प्रिज्म से समान अवस्थाओं में बारी-बारी से लाल, पीले और बैंगनी तीन प्रकाश पुंज गुजारे गए हैं। जब प्रिज्म न्यूनतम विचलन की स्थिति में है तब दूसरे पृष्ठ से अपवर्तन कोण क्रमशः r_R , r_Y और r_V हैं, तब

- (A) $r_V < r_Y < r_R$ (B) $r_Y < r_R < r_V$
(C) $r_R < r_Y < r_V$ (D) $r_R = r_Y = r_V$

30. A prism is an optical medium bounded by three refracting plane surfaces. A ray of light suffers successive refractions on passing through its two surfaces and deviates by a certain angle from its original path. The refractive index of the material of the prism is given by $\mu = \sin\left(\frac{A + \delta m}{2}\right) / \sin \frac{A}{2}$. If the angle of incidence on the second surface is greater than an angle called critical angle, the ray will not be refracted from the second surface and is totally internally reflected.

- (i) The critical angle for glass is θ_1 and that for water is θ_2 . The critical angle for glass-water surface would be (given ${}_a\mu_g = 1.5$, ${}_a\mu_w = 1.33$)
- (A) less than θ_2 (B) between θ_1 and θ_2
 (C) greater than θ_2 (D) less than θ_1
- (ii) When a ray of light of wavelength λ and frequency ν is refracted into a denser medium
- (A) λ and ν both increase.
 (B) λ increases but ν is unchanged.
 (C) λ decreases but ν is unchanged.
 (D) λ and ν both decrease.
- (iii) (a) The critical angle for a ray of light passing from glass to water is minimum for
- (A) red colour (B) blue colour
 (C) yellow colour (D) violet colour

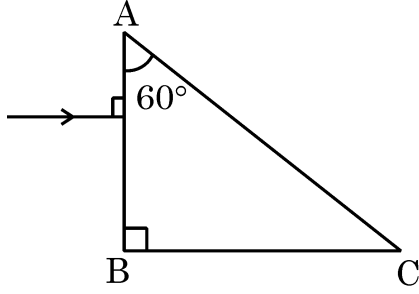
OR

- (iii) (b) Three beams of red, yellow and violet colours are passed through a prism, one by one under the same condition. When the prism is in the position of minimum deviation, the angles of refraction from the second surface are r_R , r_Y and r_V respectively.

Then

- (A) $r_V < r_Y < r_R$ (B) $r_Y < r_R < r_V$
 (C) $r_R < r_Y < r_V$ (D) $r_R = r_Y = r_V$

- (iv) आरेख में दर्शाए अनुसार कोई प्रकाश किरण अपवर्तनांक $\sqrt{2}$ के किसी प्रिज्म ABC पर अभिलम्बवत् आपतन कर रही है। प्रिज्म के फलक AC से टकराने के पश्चात् यह किरण



- (A) बिना विचलित हुए सीधी गमन करेगी।
 (B) फलक AC के अनुदिश ठीक स्पर्श करेगी।
 (C) अपवर्तित होगी और प्रिज्म से बाहर गमन करेगी।
 (D) पूर्ण आंतरिक परावर्तित होगी।

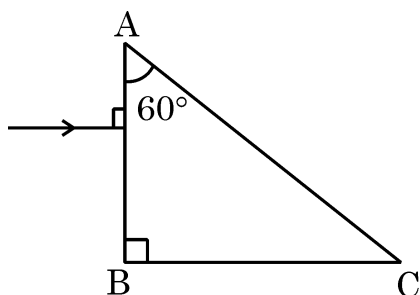
खण्ड – ड

31. (a) (i) किसी विद्युत द्विध्रुव के लिए समविभव पृष्ठ आरेखित कीजिए।
 (ii) दो बिन्दु आवेश q_1 और q_2 किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र \vec{E} में क्रमशः \vec{r}_1 और \vec{r}_2 पर स्थित हैं। इस निकाय की स्थितिज ऊर्जा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।
 (iii) किसी अणु का द्विध्रुव आघूर्ण 10^{-30} Cm है। यह द्विध्रुव 10^5 V/m के विद्युतक्षेत्र \vec{E} में इस प्रकार स्थित है कि इसका अक्ष विद्युत क्षेत्र के अनुदिश है। विद्युत क्षेत्र की दिशा को किसी क्षण अचानक 60° के कोण पर परिवर्तित किया जाता है। उसी क्षण पर द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।

अथवा

31. (b) (i) त्रिज्या R के किसी पतले गोलीय खोल का एकसमान पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है। गाउस नियम का उपयोग करके इस खोल के (i) बाहर और (ii) भीतर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
 (ii) दो लम्बे सीधे पतले तारों AB और CD के रैखिक आवेश घनत्व क्रमशः $10 \mu\text{C/m}$ और $-20 \mu\text{C/m}$ हैं। ये तार एक दूसरे के समान्तर 1 m दूरी पर स्थित हैं। इन तारों के मध्य बिन्दु पर नेट विद्युत क्षेत्र का परिमाण और दिशा ज्ञात कीजिए।

- (iv) A ray of light is incident normally on a prism ABC of refractive index $\sqrt{2}$, as shown in figure. After it strikes face AC, it will



- (A) go straight undeviated
(B) just graze along the face AC
(C) refract and go out of the prism
(D) undergo total internal reflection

SECTION – E

31. (a) (i) Draw equipotential surfaces for an electric dipole.
(ii) Two point charges q_1 and q_2 are located at \vec{r}_1 and \vec{r}_2 respectively in an external electric field \vec{E} . Obtain an expression for the potential energy of the system.
(iii) The dipole moment of a molecule is 10^{-30} Cm. It is placed in an electric field \vec{E} of 10^5 V/m such that its axis is along the electric field. The direction of \vec{E} is suddenly changed by 60° at an instant. Find the change in the potential energy of the dipole, at that instant.

OR

31. (b) (i) A thin spherical shell of radius R has a uniform surface charge density σ . Using Gauss' law, deduce an expression for electric field (i) outside and (ii) inside the shell.
(ii) Two long straight thin wires AB and CD have linear charge densities $10 \mu\text{C/m}$ and $-20 \mu\text{C/m}$, respectively. They are kept parallel to each other at a distance 1 m. Find magnitude and direction of the net electric field at a point midway between them.

32. (a) (i) आपको तीन परिपथ अवयव X, Y और Z दिए गए हैं। इन अवयवों को बारी-बारी से किसी दिए गए ac स्रोत से संयोजित किया गया है। यह पाया जाता है कि अवयव X के लिए V और I समान कला में है, अवयव Y के लिए I से $V \left(\frac{\pi}{4} \right)$ अग्र है तथा अवयव Z के लिए V से $I \left(\frac{\pi}{4} \right)$ अग्र है। अवयवों X, Y और Z की पहचान कीजिए।
- (ii) परिपथ की प्रतिबाधा के लिए उस स्थिति में व्यंजक स्थापित कीजिए जब तीनों अवयव X, Y और Z ac स्रोत से श्रेणी में संयोजित हैं। अनुप्रयुक्त ac स्रोत की आवृत्ति के साथ परिपथ की धारा में विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए।
- (iii) किसी LCR श्रेणी परिपथ के लिए वह शर्त प्राप्त कीजिए जिसमें (i) परिपथ की प्रतिबाधा निम्नतम होती है तथा (ii) परिपथ में वाटहीन धारा प्रवाहित होती है।

अथवा

32. (b) (i) किसी ट्रांसफॉर्मर की संरचना तथा कार्यविधि का वर्णन कीजिए और इस प्रकार प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या के पदों में $\left(\frac{V_s}{V_p} \right)$ के लिए संबंध प्राप्त कीजिए।
- (ii) किसी वास्तविक ट्रांसफॉर्मर में ऊर्जा-क्षय के चार मुख्य कारणों की विवेचना कीजिए।
33. (a) (i) विरल माध्यम से सघन माध्यम में संचरण करती कोई समतल प्रकाश तरंग दोनों माध्यमों को पृथक करने वाले पृष्ठ पर किसी कोण i पर आपतन कर रही है। हाइगेन्स नियम का उपयोग करके अपवर्तित किरण खींचिए और इस प्रकार स्नेल के अपवर्तन के नियम का सत्यापन कीजिए।
- (ii) यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में झिरियों के बीच पृथकन 0.30 mm और पर्दे की झिरियों से दूरी 1.5 m है। उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य 600 nm है। केन्द्रीय चमकीली फ्रिंज और चौथी काली फ्रिंज के बीच की दूरी परिकलित कीजिए।

अथवा

33. (b) (i) किसी एकल झिरी से प्रकाश के विवर्तन की संक्षिप्त विवेचना कीजिए और विवर्तन पैटर्न की आकृति खींचिए।
- (ii) कोई बिम्ब किसी अवतल दर्पण के ध्रुव और फोकस के बीच स्थित है। दर्पण सूत्र का उपयोग करके गणितीय रूप में सिद्ध कीजिए कि दर्पण द्वारा बना प्रतिबिम्ब आभासी और विवर्धित होगा।

32. (a) (i) You are given three circuit elements X, Y and Z. They are connected one by one across a given ac source. It is found that V and I are in phase for element X. V leads I by $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ for element Y while I leads V by $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ for element Z. Identify elements X, Y and Z.
- (ii) Establish the expression for impedance of circuit when elements X, Y and Z are connected in series to an ac source. Show the variation of current in the circuit with the frequency of the applied ac source.
- (iii) In a series LCR circuit, obtain the conditions under which (i) impedance is minimum and (ii) wattless current flows in the circuit.

OR

32. (b) (i) Describe the construction and working of a transformer and hence obtain the relation for $\left(\frac{V_s}{V_p}\right)$ in terms of number of turns of primary and secondary.
- (ii) Discuss four main causes of energy loss in a real transformer.
33. (a) (i) A plane light wave propagating from a rarer into a denser medium, is incident at an angle i on the surface separating two media. Using Huygen's principle, draw the refracted wave and hence verify Snell's law of refraction.
- (ii) In a Young's double slit experiment, the slits are separated by 0.30 mm and the screen is kept 1.5 m away. The wavelength of light used is 600 nm. Calculate the distance between the central bright fringe and the 4th dark fringe.

OR

33. (b) (i) Discuss briefly diffraction of light from a single slit and draw the shape of the diffraction pattern.
- (ii) An object is placed between the pole and the focus of a concave mirror. Using mirror formula, prove mathematically that it produces a virtual and an enlarged image.

