

CAREERS360

PREPARATION **Series**

CBSE Class 12Th

Physics

Previous Year Question Papers

Content

Question Papers for Examination 2025 3

➤ Series: XYW1Z

- Set 1
- Set 2
- Set 3

Question Papers for Examination 2024 72

➤ Series: RPQS1/1

- Set 1
- Set 2
- Set 3

Question Papers for Examination 2023 153

➤ Series: GEFH1/1

- Set 1
- Set 2
- Set 3

Question Papers for Examination 2022 234

➤ Series: A3BAB/1

- Set 1
- Set 2
- Set 3

Series : XYW1Z



SET ~ 1



रोल नं.

Roll No.

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

कोड नं.
Code No. **55/1/1**

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।
Please check that this question paper contains 23 printed pages.
- (II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।
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।
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 यथा स्थान पर प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
Please write down the serial number of the question in the answer-book at the given place 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।
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 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 तथा 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 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 – Sections A, B, C, D and E.*
- (iii) *In Section A : Question numbers 1 to 16 are Multiple Choice (MCQ) type questions. Each question carries 1 mark.*
- (iv) *In Section B : Question numbers 17 to 21 are Very Short Answer (VSA) type questions. Each question carries 2 marks.*
- (v) *In Section C : Question numbers 22 to 28 are Short Answer (SA) type questions. Each question carries 3 marks.*
- (vi) *In Section D : Question numbers 29 & 30 are Case Study-Based questions. Each question carries 4 marks.*
- (vii) *In Section E : Question numbers 31 to 33 are Long Answer (LA) 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

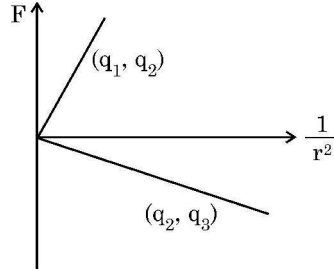
$$\text{Boltzmann's constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$



खण्ड – क

1. आरेख में दो बिन्दु आवेशों के बीच कार्यरत कूलॉम बल (F) का $\frac{1}{r^2}$ के साथ विचरण दर्शाया गया है। यहाँ r दो आवेशों (q_1, q_2) और (q_2, q_3) के बीच पृथक् है। यदि q_2 धनात्मक है तथा इसका परिमाण निम्नतम है तब q_1, q_2 और q_3 के परिमाण इस प्रकार हैं कि :

1



- (A) $q_2 < q_3 < q_1$ (B) $q_3 < q_1 < q_2$
 (C) $q_1 < q_2 < q_3$ (D) $q_2 < q_1 < q_3$
2. दो तार P और Q समान पदार्थ के बने हैं। तार P की तुलना में तार Q का व्यास दो गुना तथा लम्बाई आधी है। यदि तार P का प्रतिरोध R है, तो तार Q का प्रतिरोध होगा
- (A) R (B) $\frac{R}{2}$
 (C) $\frac{R}{8}$ (D) 2R
3. किसी तार का 1 cm लम्बा कोई खण्ड x-अक्ष के अनुदिश रखा है तथा +x दिशा के अनुदिश इस तार से धारा 0.5 A प्रवाहित हो रही है। इस प्रदेश में किसी चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है। इस तार के खण्ड पर कार्यरत बल है –
- (A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$ (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$
 (C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$ (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$
4. किसी कुण्डली में 100 फेरे हैं, जिनमें प्रत्येक का क्षेत्रफल 0.05 m^2 है तथा इसका कुल प्रतिरोध 1.5Ω है। इस कुण्डली को किसी क्षण पर 90 mT के चुम्बकीय क्षेत्र में इसके अक्ष को क्षेत्र के समान्तर रखते हुए धँसाया गया है। उसी क्षण इस कुण्डली में प्रेरित आवेश है –
- (A) 3.0 mC (B) 0.30 C
 (C) 0.45 C (D) 1.5 C
5. आपको 0.016 H प्रेरकत्व की 0.81 m लम्बी और 0.02 m त्रिज्या की वायु से भरी परिनालिका की अभिकल्पना करनी है। इस परिनालिका में फेरों की संख्या होनी चाहिए

1

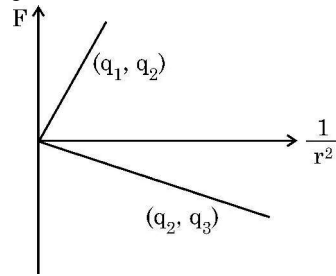


~

SECTION – A

1. Figure shows variation of Coulomb force (F) acting between two point charges with $\frac{1}{r^2}$, r being the separation between the two charges (q_1, q_2) and (q_2, q_3). If q_2 is positive and least in magnitude, then the magnitudes of q_1, q_2 and q_3 are such that

1



- (A) $q_2 < q_3 < q_1$ (B) $q_3 < q_1 < q_2$
(C) $q_1 < q_2 < q_3$ (D) $q_2 < q_1 < q_3$
2. Two wires P and Q are made of the same material. The wire Q has twice the diameter and half the length as that of wire P. If the resistance of wire P is R , the resistance of the wire Q will be
- (A) R (B) $\frac{R}{2}$
(C) $\frac{R}{8}$ (D) $2R$
3. A 1 cm segment of a wire lying along x-axis carries current of 0.5 A along +x direction. A magnetic field $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ is switched on, in the region. The force acting on the segment is
- (A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$ (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$
(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$ (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$
4. A coil has 100 turns, each of area 0.05 m^2 and total resistance 1.5Ω . It is inserted at an instant in a magnetic field of 90 mT, with its axis parallel to the field. The charge induced in the coil at that instant is :
- (A) 3.0 mC (B) 0.30 C
(C) 0.45 C (D) 1.5 C
5. You are required to design an air-filled solenoid of inductance 0.016 H having a length 0.81 m and radius 0.02 m. The number of turns in the solenoid should be

1

1

1

1



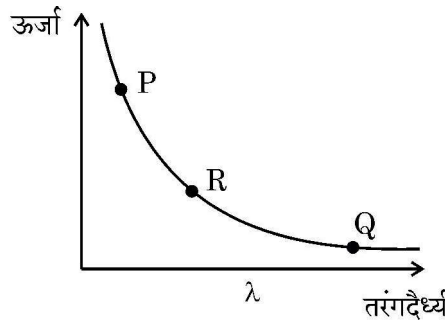
6. किसी परिपथ पर वोल्टता $v = v_0 \sin \omega t$ अनुप्रयुक्त करने पर उस परिपथ में धारा $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ प्रवाहित होती है। एक चक्र में इस परिपथ में औसत शक्ति खपत है –

1

- (A) शून्य (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

7. दिए गए आरेख में विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की तरंगदैर्घ्य और उनसे संबद्ध फोटॉनों की ऊर्जा के बीच संबंध दर्शाया गया है। इस आरेख में अंकित तीन बिन्दु P, Q और R क्रमशः किसके तदनुरूपी हो सकते हैं ?

1



- (A) X-किरणें, सूक्ष्म तरंगें, UV विकिरण (B) X-किरणें, UV विकिरण, सूक्ष्म तरंगें
(C) UV विकिरण, सूक्ष्म तरंगें, X-किरणें (D) सूक्ष्म तरंगें, UV विकिरण, X-किरणें

8. किसी बीकर में ऊँचाई H तक पानी (अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$) भरा है। इसकी तली पर कोई सिक्का रखा है। अभिलम्ब दिशा के निकट के अनुदिश देखने पर इस सिक्के की गहराई होगी

1

- (A) $\frac{H}{4}$ (B) $\frac{3H}{4}$
(C) H (D) $\frac{4H}{3}$

9. किसी प्रकाश विद्युत प्रयोग में किसी धातु के पृष्ठ के लिए आपतित विकिरणों की आवृत्ति ν के साथ निरोधी विभव V_0 के विचरण की माप का ग्राफ खींचा गया है। मान लीजिए इस प्रकार प्राप्त सरल रेखीय ग्राफ की ढाल m है। तब किसी इलेक्ट्रॉन पर आवेश का मान होगा (h प्लांक नियतांक है।)

1

- (A) mh (B) $\frac{m}{h}$
(C) $\frac{h}{m}$ (D) $\frac{1}{mh}$



6. A voltage $v = v_0 \sin \omega t$ applied to a circuit drives a current $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ in the circuit. The average power consumed in the circuit over a cycle is

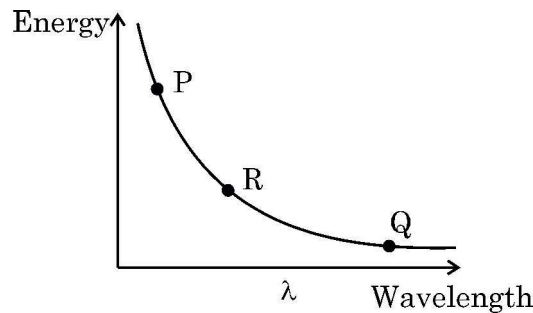
~

1

- (A) Zero (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

7. The given diagram exhibits the relationship between the wavelength of the electromagnetic waves and the energy of photon associated with them. The three points P, Q and R marked on the diagram may correspond respectively to :

1



- (A) X-rays, microwaves, UV radiation
(B) X-rays, UV radiation, microwaves
(C) UV radiation, microwaves, X-rays
(D) Microwaves, UV radiation, X-rays
8. A beaker is filled with water (refractive index $\frac{4}{3}$) upto a height H. A coin is placed at its bottom. The depth of the coin, when viewed along the near normal direction, will be

1

- (A) $\frac{H}{4}$ (B) $\frac{3H}{4}$
(C) H (D) $\frac{4H}{3}$

9. The stopping potential V_0 measured in a photoelectric experiment for a metal surface is plotted against frequency ν of the incident radiation. Let m be the slope of the straight line so obtained. Then the value of charge of an electron is given by (h is the Planck's constant.)

1

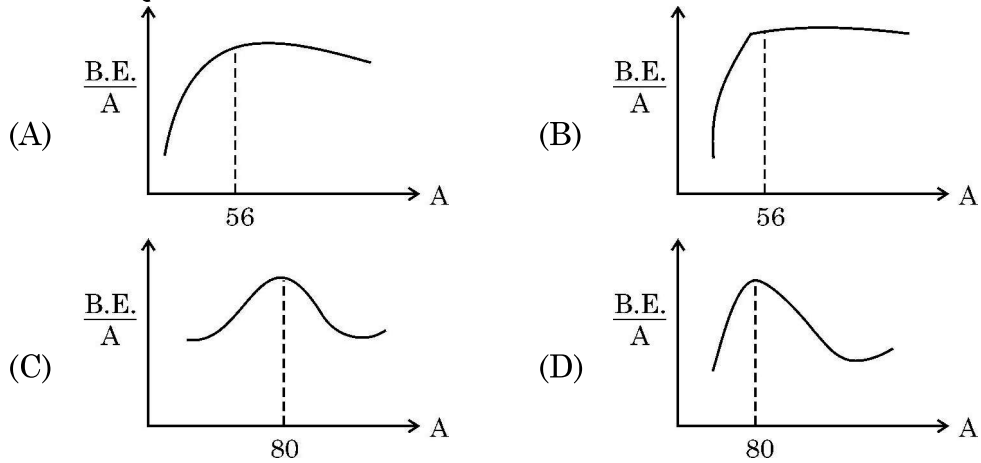
- (A) mh (B) $\frac{m}{h}$
(C) $\frac{h}{m}$ (D) $\frac{1}{mh}$



10. मान लीजिए समान चाल से गतिमान किसी इलेक्ट्रॉन, किसी प्रोटॉन और किसी ड्यूटेरॉन से संबद्ध तरंगदैर्घ्य क्रमशः λ_e , λ_p तथा λ_d हैं। तब इन तरंगदैर्घ्यों के बीच सही संबंध है –

- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
(C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

11. नीचे दिया गया कौन सा आरेख द्रव्यमान संख्या के फलन के रूप में बंधन-ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के वक्र की सही आकृति का निरूपण करता है ?



12. जब कोई p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है तो

- (A) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में वृद्धि होती है।
(B) रोधिका की ऊँचाई में वृद्धि तथा हासी स्तर की चौड़ाई में कमी होती है।
(C) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में कमी होती है।
(D) रोधिका की ऊँचाई में कमी तथा हासी स्तर की चौड़ाई में वृद्धि होती है।

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, परंतु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है।
(C) अभिकथन (A) सत्य है, परन्तु कारण (R) असत्य है।
(D) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों ही असत्य हैं।

13. **अभिकथन (A) :** जब कोई अधिक फेरों की संख्या वाली कुण्डली का परिपथ बन्द होता है, तो उसके अन्दर की ओर किसी चुम्बक को गति कराना कठिन होता है।

कारण (R) : चुम्बक की गति के कारण कुण्डली जिसका परिपथ बंद है, में प्रेरित धारा की दिशा इस प्रकार होती है कि वह चुम्बक की गति का विरोध करती है।



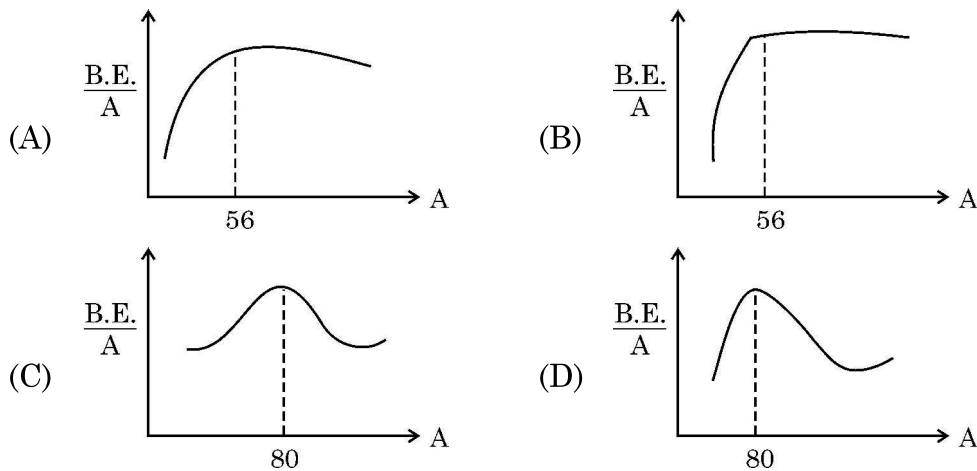
10. Let λ_e , λ_p and λ_d be the wavelengths associated with an electron, a proton and a deuteron, all moving with the same speed. Then the correct relation between them is

1

- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
 (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

11. Which of the following figures correctly represent the shape of curve of binding energy per nucleon as a function of mass number ?

1



12. When a p-n junction diode is forward biased

1

- (A) the barrier height and the depletion layer width both increase.
 (B) the barrier height increases and the depletion layer width decreases.
 (C) the barrier height and the depletion layer width both decrease.
 (D) the barrier height decreases and the depletion layer width increases.

Note : Question numbers 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 Assertion (A).
 (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is not the correct explanation of 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) :** It is difficult to move a magnet into a coil of large number of turns when the circuit of the coil is closed.

1

Reason (R) : The direction of induced current in a coil with its circuit closed, due to motion of a magnet, is such that it opposes the cause.



14. **अभिकथन (A) :** किसी गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण उससे प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है ।
कारण (R) : किसी गैल्वेनोमीटर की कुण्डली एकसमान त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित होती है ।

~
1

15. **अभिकथन (A) :** हम किसी p-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब को किसी n-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब से भौतिक रूप से जोड़कर किसी p-n संधि डायोड की रचना नहीं कर सकते हैं ।

1

- कारण (R) :** किसी p-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_e \gg \eta_h$ होता है जबकि n-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_h \gg \eta_e$ होता है ।

16. **अभिकथन (A) :** हाइड्रोजन परमाणु में किसी स्थिर कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा धनात्मक होती है ।

1

- कारण (R) :** किसी आवेशित कण की कुल ऊर्जा सदैव ही धनात्मक होती है ।

खण्ड – ख

17. आन्तरिक प्रतिरोध 'r' तथा emf 'E' की कोई बैटरी किसी धारा नियंत्रक से संयोजित है । जब बैटरी से 2A धारा ली जाती है तो धारा-नियंत्रक के सिरो पर विभवान्तर 5V होता है । 4A धारा लिए जाने पर यह विभवान्तर 4V हो जाता है । 'E' और 'r' के मान परिकलित कीजिए ।

2

18. (a) विवर्तन के किसी प्रयोग में झिरी को 600 nm तरंगदैर्घ्य के प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया गया है । विवर्तन पैटर्न का पहला निम्निष्ठ $\theta = 30^\circ$ पर पड़ता है । झिरी की चौड़ाई परिकलित कीजिए ।

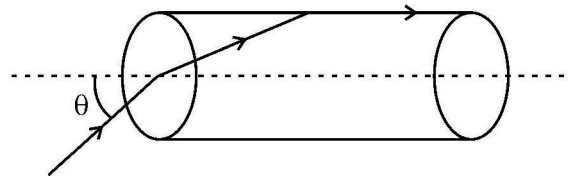
2

अथवा

- (b) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो प्रकाश तरंगें, जिनमें प्रत्येक की तीव्रता I_0 है, पर्दे के उस बिन्दु पर व्यतिकरण करती हैं जिस पर पथान्तर $\frac{\lambda}{8}$ है । इस बिन्दु पर तीव्रता ज्ञात कीजिए ।

19. कोई पारदर्शी ठोस बेलनाकार छड़ (अपवर्तनांक $\frac{2}{\sqrt{3}}$) वायु में स्थित है । इसके किसी फलक पर आपतित कोई प्रकाश किरण आरेख में दर्शाए अनुसार छड़ के पृष्ठ के अनुदिश गमन करती है । कोण 'θ' परिकलित कीजिए ।

2



20. सिद्ध कीजिए कि हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में nवीं कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन का आवर्तकाल n^3 के आनुपातिक होता है ।

2



14. **Assertion (A)** : The deflection in a galvanometer is directly proportional to the current passing through it. 1

Reason (R) : The coil of a galvanometer is suspended in a uniform radial magnetic field.

15. **Assertion (A)** : We cannot form a p-n junction diode by taking a slab of a p-type semiconductor and physically joining it to another slab of a n-type semiconductor. 1

Reason (R) : In a p-type semiconductor $\eta_e \gg \eta_h$ while in a n-type semiconductor $\eta_h \gg \eta_e$.

16. **Assertion (A)** : The potential energy of an electron revolving in any stationary orbit in a hydrogen atom is positive. 1

Reason (R) : The total energy of a charged particle is always positive.

SECTION – B

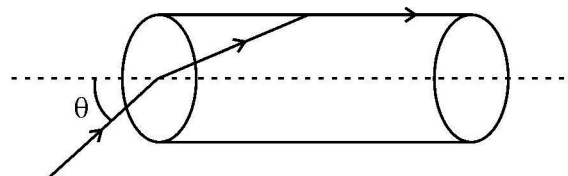
17. A battery of emf E and internal resistance r is connected to a rheostat. When a current of $2A$ is drawn from the battery, the potential difference across the rheostat is $5V$. The potential difference becomes $4V$ when a current of $4A$ is drawn from the battery. Calculate the value of E and r . 2

18. (a) In a diffraction experiment, the slit is illuminated by light of wavelength 600 nm . The first minimum of the pattern falls at $\theta = 30^\circ$. Calculate the width of the slit. 2

OR

(b) In a Young's double-slit experiment, two light waves, each of intensity I_0 , interfere at a point, having a path difference $\frac{\lambda}{8}$ on the screen. Find the intensity at this point.

19. A transparent solid cylindrical rod (refractive index $\frac{2}{\sqrt{3}}$) is kept in air. A ray of light incident on its face travels along the surface of the rod, as shown in figure. Calculate the angle θ . 2



20. Prove that, in Bohr model of hydrogen atom, the time period of revolution of an electron in n^{th} orbit is proportional to n^3 . 2



21. किसी p-प्रकार के Si-अर्धचालक को औसतन एक अपमिश्रक परमाणु प्रति 5×10^7 सिलिकॉन परमाणु द्वारा अपमिश्रित (मादित) करके बनाया गया है। यदि नमूने में सिलिकॉन परमाणुओं का संख्या घनत्व 5×10^{28} परमाणु प्रति घनमीटर है, तो मादन (अपमिश्रण) द्वारा नमूने में प्रति घन सेन्टीमीटर निर्मित होलों (विवरों) की संख्या ज्ञात कीजिए। इस प्रकार के अपमिश्रक का एक उदाहरण भी दीजिए।

2

खण्ड – ग

22. (a) 3V और 6V की दो बैटरियाँ, जिनके आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.2Ω और 0.4Ω हैं, पार्श्व में संयोजित हैं। यह संयोजन 4Ω के किसी प्रतिरोधक से संयोजित है। ज्ञात कीजिए :
- (i) संयोजन का तुल्य emf
(ii) संयोजन का तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध
(iii) संयोजन से ली गयी धारा

3

अथवा

- (b) (i) लम्बाई l का कोई चालक emf E के किसी आदर्श सेल के सिरों से संयोजित है। सेल से संयोजित रखते हुए इस चालक को धीरे-धीरे खींचकर इसकी लम्बाई को $2l$ किया गया है। यदि प्रारम्भिक और अंतिम प्रतिरोध के मान R और R' तथा अपवाह वेग के प्रारम्भिक और अन्तिम मान v_d और v_d' हैं, तो (i) R' और R तथा (ii) v_d' और v_d के बीच संबंध ज्ञात कीजिए।
- (ii) जब किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों का अपवाह निम्न से उच्च विभव की ओर होता है, तब इसका क्या यह अर्थ है कि चालक के सभी 'मुक्त इलेक्ट्रॉन' एक ही दिशा में गतिमान हैं ?
23. बायो-सावर्ट नियम का उपयोग करके किसी वृत्ताकार धारावाही पाश के कारण उसके अक्ष के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र (\vec{B}) के लिए व्यंजक उत्पन्न करके फिर उसे पाश के केन्द्र के लिए रूपान्तरित कीजिए।
24. (a) यह दर्शाइए कि प्रेरकत्व L की किसी कुण्डली में धारा I निर्मित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा $\frac{1}{2} LI^2$ होती है।
- (b) किसी वायु भरी धारावाही परिनालिका के चुम्बकीय क्षेत्र के प्रकरण पर विचार करते हुए यह दर्शाइए कि किसी चुम्बकीय क्षेत्र B का चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व $\frac{B^2}{2\mu_0}$ होता है।
25. (a) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी ac स्रोत द्वारा आवेशित किया गया है। यदि दर्शाइए कि चालन धारा (I_c) और विस्थापन धारा (I_d) के योग का मान परिपथ के प्रत्येक बिन्दु पर समान होता है।
- (b) क्या उपरोक्त प्रकरण (a) में किरखोफ का पहला नियम (संधि नियम) संधारित्र की प्रत्येक पट्टिका पर वैध है ? व्याख्या कीजिए।

3



21. A p-type Si semiconductor is made by doping an average of one dopant atom per 5×10^7 silicon atoms. If the number density of silicon atoms in the specimen is 5×10^{28} atoms m^{-3} , find the number of holes created per cubic centimetre in the specimen due to doping. Also give one example of such dopants.

2

SECTION – C

22. (a) Two batteries of emf's 3V & 6V and internal resistances 0.2Ω & 0.4Ω are connected in parallel. This combination is connected to a 4Ω resistor. Find :
- (i) the equivalent emf of the combination
 - (ii) the equivalent internal resistance of the combination
 - (iii) the current drawn from the combination

3

OR

- (b) (i) A conductor of length l is connected across an ideal cell of emf E . Keeping the cell connected, the length of the conductor is increased to $2l$ by gradually stretching it. If R and R' are initial and final values of resistance and v_d and v_d' are initial and final values of drift velocity, find the relation between (i) R' and R and (ii) v_d' and v_d .
- (ii) When electrons drift in a conductor from lower to higher potential, does it mean that all the 'free electrons' of the conductor are moving in the same direction ?
23. Using Biot-Savart law, derive expression for the magnetic field (\vec{B}) due to a circular current carrying loop at a point on its axis and hence at its centre.
24. (a) Show that the energy required to build up the current I in a coil of inductance L is $\frac{1}{2} LI^2$.
- (b) Considering the case of magnetic field produced by air-filled current carrying solenoid, show that the magnetic energy density of a magnetic field B is $\frac{B^2}{2\mu_0}$.
25. (a) A parallel plate capacitor is charged by an ac source. Show that the sum of conduction current (I_c) and the displacement current (I_d) has the same value at all points of the circuit.
- (b) In case (a) above, is Kirchhoff's first rule (junction rule) valid at each plate of the capacitor ? Explain.

3

3

3



26. कारण सहित निम्नलिखित के उत्तर दीजिए :

- किसी धातु के पृष्ठ पर एकवर्णी प्रकाश के आपतित होने पर सभी फोटोइलेक्ट्रॉन समान गतिज ऊर्जा से निष्कासित नहीं होते हैं ।
- प्रकरण (a) में विभिन्न तीव्रताओं के लिए संतृप्त धारा भिन्न होती है ।
- यदि तीव्रता को समान रखते हुए किसी धातु के पृष्ठ पर आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य में वृद्धि करते जाएँ तो फोटोइलेक्ट्रॉनों का किसी निश्चित तरंगदैर्घ्य पर उस धातु के पृष्ठ से उत्सर्जन रुक जाता है ।

27. (a) किसी नाभिक की 'द्रव्यमान क्षति' और 'बन्धन ऊर्जा' की परिभाषा लिखिए । बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के आधार पर 'विखण्डन प्रक्रम' का वर्णन कीजिए ।

- किसी ड्यूटेराॉन में एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन है तथा उसका द्रव्यमान 2.013553 u है । इसके लिए द्रव्यमान क्षति u में तथा इसकी ऊर्जा तुल्य MeV में परिकलित कीजिए ।

$$(m_p = 1.007277 \text{ u}; m_n = 1.008665 \text{ u}, 1\text{u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2)$$

28. (a) किसी p-n संधि डायोड के V-I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए ।

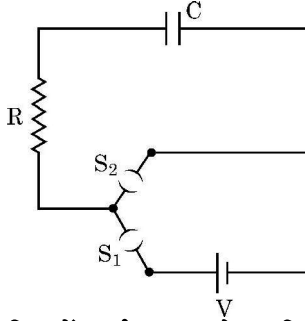
- किसी डायोड के अभिलाक्षणिकों की आकृति दर्शाइए ।

- इन अभिलाक्षणिकों से जो दो सूचनाएँ आपको प्राप्त हो सकती हैं उनका उल्लेख कीजिए ।

खण्ड – घ

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 केस-अध्ययन आधारित प्रश्न हैं । निम्न पैराग्राफों को पढ़ें तथा नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दें ।

29.



$$4 \times 1 = 4$$

चित्र में दर्शाए गए आरेख, जिसे RC श्रेणी परिपथ कहते हैं, के किसी परिपथ में कोई संधारित्र C, प्रतिरोध R का प्रतिरोधक तथा emf V की कोई आदर्श बैटरी संयोजित है । (S_2 को खुला रखते हुए) कुंजी S_1 को बन्द करने पर परिपथ पूर्ण हो जाता है तथा तुरन्त संधारित्र की पट्टिकाओं और बैटरी के टर्मिनलों के बीच आवेश का प्रवाह आरंभ हो जाता है । संधारित्र पर आवेश में वृद्धि होती है परिणामस्वरूप संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर $V_c (= q/C)$ में समय के साथ वृद्धि होती है । जब यह विभवान्तर बैटरी के सिरों के बीच विभवान्तर के बराबर हो जाता है, तो संधारित्र पूर्णरूपेण आवेशित हो जाता है ($Q = VC$) । इस आवेशन प्रक्रिया की अवधि में संधारित्र पर आवेश q में समय के साथ परिवर्तन होता है जिसे इस प्रकार निरूपित किया जाता है –

$$q = Q[1 - e^{-t/RC}]$$

इस व्यंजक का अवकलन तथा $\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}$ का उपयोग करके आवेशन धारा प्राप्त की जा सकती है ।

उस प्रकरण पर विचार कीजिए जिसमें $R = 20 \text{ k}\Omega$, $C = 500 \text{ }\mu\text{F}$ तथा $V = 10 \text{ V}$



26. Answer the following giving reason :

- All the photo electrons do not eject with the same kinetic energy when monochromatic light is incident on a metal surface.
- The saturation current in case (a) is different for different intensity.
- If one goes on increasing the wavelength of light incident on a metal surface, keeping its intensity constant, emission of photo electrons stop at a certain wavelength for this metal.

27. (a) Define 'Mass defect' and 'Binding energy' of a nucleus. Describe 'Fission process' on the basis of binding energy per nucleon.

- A deuteron contains a proton and a neutron and has a mass of 2.013553 u. Calculate the mass defect for it in u and its energy equivalence in MeV. ($m_p = 1.007277$ u, $m_n = 1.008665$ u, $1u = 931.5$ MeV/ c^2)

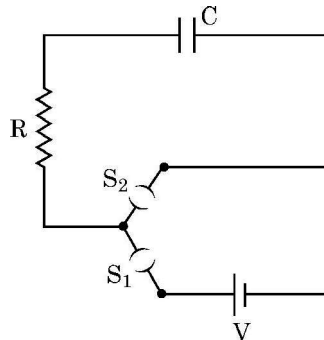
28. (a) Draw circuit arrangement for studying V-I characteristics of a p-n junction diode.

- Show the shape of the characteristics of a diode.
- Mention two information that you can get from these characteristics.

SECTION - D

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

29. A circuit consisting of a capacitor C, a resistor of resistance R and an ideal battery of emf V, as shown in figure is known as RC series circuit. $4 \times 1 = 4$



As soon as the circuit is completed by closing key S_1 (keeping S_2 open) charges begin to flow between the capacitor plates and the battery terminals. The charge on the capacitor increases and consequently the potential difference $V_c (= q/C)$ across the capacitor also increases with time. When this potential difference equals the potential difference across the battery, the capacitor is fully charged ($Q = VC$). During this process of charging, the charge q on the capacitor changes with time t as $q = Q[1 - e^{-t/RC}]$

The charging current can be obtained by differentiating it and using

$$\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}.$$

Consider the case when $R = 20$ k Ω , $C = 500$ μ F and $V = 10$ V.



~

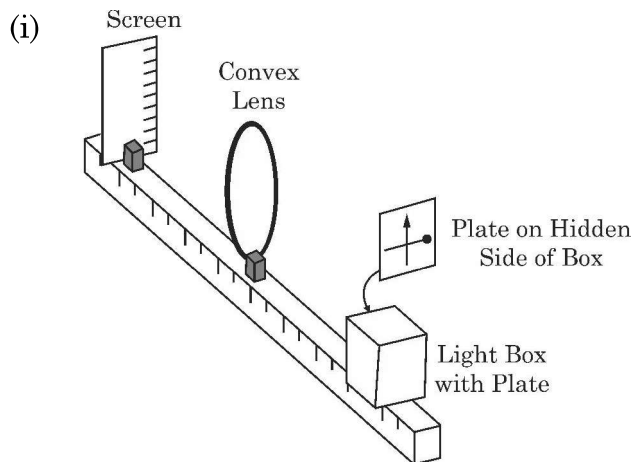
- (i) जब कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है तब संधारित्र पर अंतिम आवेश है –
 (A) $5 \mu\text{C}$ (B) 5 mC
 (C) 25 mC (D) 0.1 C
- (ii) पर्याप्त समय के लिए कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली रहती है। अब S_2 को बन्द तथा S_1 को खोल दिया गया है। संधारित्र पर अंतिम आवेश क्या है ?
 (A) शून्य (B) 5 mC
 (C) 2.5 mC (D) $5 \mu\text{C}$
- (iii) RC के लिए विमीय सूत्र है –
 (A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$ (B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$
 (C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$ (D) $[M^0 L^0 T A^0]$
- (iv) कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है। 5 सेकण्ड के पश्चात प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा है
 (A) $\frac{1}{2\sqrt{e}} \text{ mA}$ (B) $\sqrt{e} \text{ mA}$
 (C) $\frac{1}{\sqrt{e}} \text{ mA}$ (D) $\frac{1}{2e} \text{ mA}$

अथवा

- (iv) कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है। प्रतिरोधक में आवेशन धारा का आरम्भिक मान है
 (A) 5 mA (B) 0.5 mA
 (C) 2 mA (D) 1 mA

30. एक पतला लेंस दो पृष्ठों से घिरा ऐसा पारदर्शी प्रकाशिक माध्यम होता है जिसका कम से कम एक पृष्ठ अवश्य ही गोलीय होना चाहिए। एकल गोलीय पृष्ठ के लिए प्रतिबिम्ब बनने के लिए सूत्र का अनुप्रयोग हम किन्हीं दो पृष्ठों के निकाय पर क्रमिक रूप से करके पतले लेंसों के लिए लेंस मेकर सूत्र तथा उसके पश्चात लेंस सूत्र प्राप्त कर सकते हैं। किसी लेंस के दो फोकस बिन्दु होते हैं जिन्हें “प्रथम फोकस बिन्दु” तथा ‘द्वितीय फोकस बिन्दु’ कहते हैं और इनमें एक लेंस के एक ओर तथा दूसरा लेंस के दूसरी ओर होता है।

$$4 \times 1 = 4$$





~

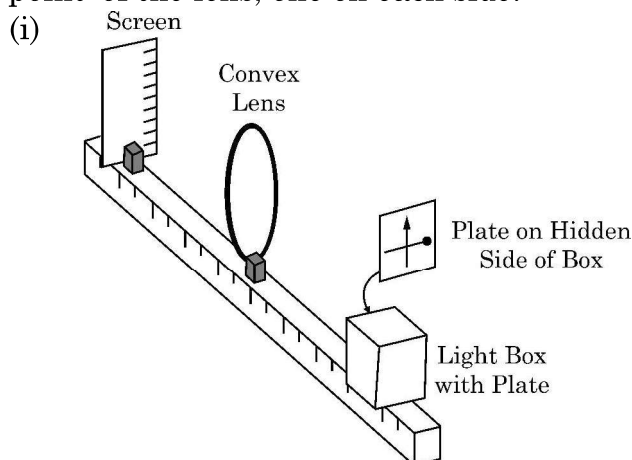
- (i) The final charge on the capacitor, when key S_1 is closed and S_2 is open, is
 (A) $5 \mu\text{C}$ (B) 5 mC
 (C) 25 mC (D) 0.1 C
- (ii) For sufficient time the key S_1 is closed and S_2 is open. Now key S_2 is closed and S_1 is open. What is the final charge on the capacitor ?
 (A) Zero (B) 5 mC
 (C) 2.5 mC (D) $5 \mu\text{C}$
- (iii) The dimensional formula for RC is
 (A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$ (B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$
 (C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$ (D) $[M^0 L^0 T A^0]$
- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The value of current in the resistor after 5 seconds, is
 (A) $\frac{1}{2\sqrt{e}} \text{ mA}$ (B) $\sqrt{e} \text{ mA}$
 (C) $\frac{1}{\sqrt{e}} \text{ mA}$ (D) $\frac{1}{2e} \text{ mA}$

OR

- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The initial value of charging current in the resistor, is
 (A) 5 mA (B) 0.5 mA
 (C) 2 mA (D) 1 mA

30. A thin lens is a transparent optical medium bounded by two surfaces, at least one of which should be spherical. Applying the formula for image formation by a single spherical surface successively at the two surfaces of a lens, one can obtain the 'lens maker formula' and then the 'lens formula'. A lens has two foci – called 'first focal point' and 'second focal point' of the lens, one on each side.

$$4 \times 1 = 4$$

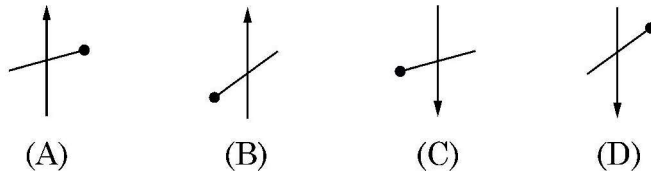




~

आरेख में दर्शायी व्यवस्था पर विचार कीजिए। एक काला ऊर्ध्वाधर तीर तथा एक गोले वाली मोटी क्षैतिज रेखा काँच के एक प्लेट पर पेन्ट किए गये हैं। यह बिम्ब की भाँति कार्य करता है। जब इस प्लेट को प्रदीप्त किया जाता है तो पर्दे पर इसका वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है।

निम्नलिखित में से कौन पर्दे पर बने प्रतिबिम्ब का सही निरूपण करता है?



(ii) नीचे दिया गया कौन सा कथन गलत है ?

- (A) उत्तल दर्पण के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।
- (B) किसी दर्पण द्वारा बने सभी आभासी प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन धनात्मक होता है।
- (C) अवतल लेंस के लिए आवर्धन सदैव धनात्मक होता है।
- (D) वास्तविक और उलटे प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।

(iii) फोकस दूरी f के किसी उत्तल लेंस को उसके मुख्य अक्ष के लम्बवत दो समान भागों में काटा गया है। इसके प्रत्येक भाग की फोकस दूरी होगी

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

अथवा

(iii) यदि उपरोक्त प्रकरण (i) में बिम्ब लेंस से 20 cm दूरी पर तथा पर्दा बिम्ब से 50 cm की दूरी पर है तो उपयोग किए गए लेंस की फोकस दूरी है

- | | |
|-----------|-----------|
| (A) 10 cm | (B) 12 cm |
| (C) 16 cm | (D) 20 cm |

(iv) किसी उभयोत्तल लेंस के प्रथम फोकस बिन्दु से बिम्ब की दूरी X_1 तथा प्रतिबिम्ब की लेंस के द्वितीय फोकस बिन्दु से दूरी X_2 है, तो लेंस की फोकस दूरी है

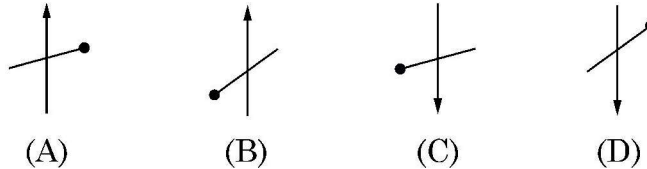
- | | |
|----------------------|------------------------------|
| (A) $X_1 X_2$ | (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$ |
| (C) $\sqrt{X_1 X_2}$ | (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$ |



~

Consider the arrangement shown in figure. A black vertical arrow and a horizontal thick line with a ball are painted on a glass plate. It serves as the object. When the plate is illuminated, its real image is formed on the screen.

Which of the following correctly represents the image formed on the screen ?



- (ii) Which of the following statements is incorrect ?
- (A) For a convex mirror magnification is always negative.
(B) For all virtual images formed by a mirror magnification is positive.
(C) For a concave lens magnification is always positive.
(D) For real and inverted images, magnification is always negative.
- (iii) A convex lens of focal length 'f' is cut into two equal parts perpendicular to the principal axis. The focal length of each part will be :
- (A) f (B) 2 f
(C) $\frac{f}{2}$ (D) $\frac{f}{4}$

OR

- (iii) If an object in case (i) above is 20 cm from the lens and the screen is 50 cm away from the object, the focal length of the lens used is
- (A) 10 cm (B) 12 cm
(C) 16 cm (D) 20 cm
- (iv) The distance of an object from first focal point of a biconvex lens is X_1 and distance of the image from second focal point is X_2 . The focal length of the lens is
- (A) $X_1 X_2$ (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$
(C) $\sqrt{X_1 X_2}$ (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$



खण्ड – ड

31. (a) (i) $5 \mu\text{C}$ और $-1 \mu\text{C}$ के दो बिन्दु आवेश क्रमशः $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ और $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ बिन्दुओं पर स्थित हैं। इस प्रदेश में किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है, यहाँ $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ है। इस विद्युत क्षेत्र के कारण निकाय की स्थिर विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन परिकलित कीजिए।

5

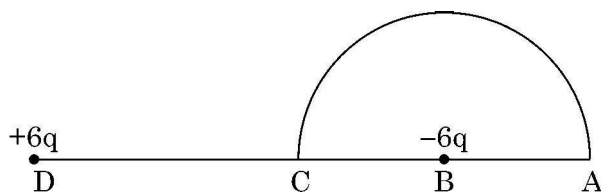
- (ii) वायु में स्थित दो चालकों के किसी निकाय पर नेट आवेश $+80 \mu\text{C}$ तथा $-80 \mu\text{C}$ है जो उनके बीच 16V का विभवान्तर उत्पन्न करता है।

- (1) निकाय की धारिता ज्ञात कीजिए।
- (2) यदि संधारित्र में वायु के स्थान पर परावैद्युतांक 3 का कोई परावैद्युत माध्यम भर दिया जाए तो दो चालकों के बीच विभवान्तर क्या होगा ?
- (3) यदि इन चालकों पर आवेशों को परिवर्तित करके $+160 \mu\text{C}$ और $-160 \mu\text{C}$ कर दिया जाए तो क्या निकाय की धारिता में कोई परिवर्तन होगा ? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए।

अथवा

- (b) (i) तीन ऐसे धात्विक गोलीय खोल A, B और C पर विचार कीजिए जिनमें प्रत्येक की त्रिज्या R है। प्रत्येक खोल में त्रिज्या $R/10$ की संकेंद्री धातु की गेंद है। इन गोलीय खोलों को क्रमशः $+6q, -4q$ तथा $14q$ आवेश दिया गया है। इनके भीतर की गेंदों को भी क्रमशः $-2q, +8q$ और $-10q$ आवेश दिए गए हैं। इन खोलों A, B और C के केन्द्रों से $3R$ दूरी पर इन खोलों के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्रों की तुलना कीजिए।

- (ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 5 cm त्रिज्या के किसी अर्धवृत्त के केन्द्र B पर कोई $-6 \mu\text{C}$ आवेश स्थित है। बिन्दु B से 10 cm दूरी पर स्थित बिन्दु D पर कोई अन्य परिमाण में समान परन्तु विजातीय आवेश स्थित है। इस अर्धवृत्त की परिधि के अनुदिश कोई $+5 \mu\text{C}$ आवेश बिन्दु C से बिन्दु A ले जाया गया है। आवेश पर किया गया कार्य परिकलित कीजिए।





~

SECTION – E

31. (a) (i) Two point charges $5 \mu\text{C}$ and $-1 \mu\text{C}$ are placed at points $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ and $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ respectively. An external electric field $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ where $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ is switched on in the region.

Calculate the change in electrostatic energy of the system due to the electric field.

5

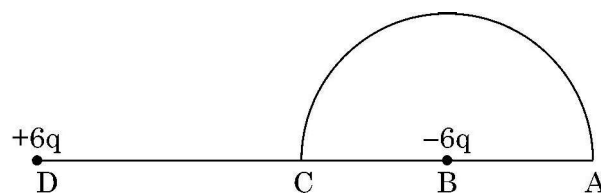
- (ii) A system of two conductors is placed in air and they have net charge of $+80 \mu\text{C}$ and $-80 \mu\text{C}$ which causes a potential difference of 16 V between them.

- (1) Find the capacitance of the system.
- (2) If the air between the capacitor is replaced by a dielectric medium of dielectric constant 3, what will be the potential difference between the two conductors ?
- (3) If the charges on two conductors are changed to $+160 \mu\text{C}$ and $-160 \mu\text{C}$, will the capacitance of the system change ? Give reason for your answer.

OR

- (b) (i) Consider three metal spherical shells A, B and C, each of radius R . Each shell is having a concentric metal ball of radius $R/10$. The spherical shells A, B and C are given charges $+6q$, $-4q$, and $14q$ respectively. Their inner metal balls are also given charges $-2q$, $+8q$ and $-10q$ respectively. Compare the magnitude of the electric fields due to shells A, B and C at a distance $3R$ from their centres.

- (ii) A charge $-6 \mu\text{C}$ is placed at the centre B of a semicircle of radius 5 cm , as shown in the figure. An equal and opposite charge is placed at point D at a distance of 10 cm from B. A charge $+5 \mu\text{C}$ is moved from point 'C' to point 'A' along the circumference. Calculate the work done on the charge.

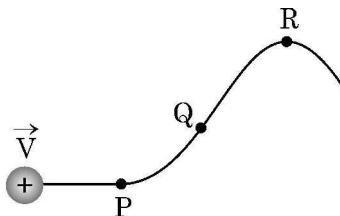




~

32. (a) (i) किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में वेग \vec{V} से गतिमान कोई प्रोटॉन आरेख में दर्शाए अनुसार पथ संरेखित करता है।

5



प्रोटॉन द्वारा चला गया पथ सदैव कागज के तल में ही होता है। बिन्दु P, Q और R के निकट के प्रदेश में चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्या है ? इन बिन्दुओं पर चुम्बकीय क्षेत्रों के आपेक्षिक परिमाणों के विषय में आप क्या कह सकते हैं ?

- (ii) क्षेत्रफल A का कोई धारावाही वृत्ताकार पाश अपने केन्द्र पर कोई चुम्बकीय क्षेत्र B उत्पन्न करता है। यह दर्शाइए कि पाश का चुम्बकीय आघूर्ण $\frac{2BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ है।

अथवा

- (b) (i) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित किसी आयताकार धारा पाश पर कार्यरत बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में कोई आवेशित कण वेग \vec{V} से वर्तुल मार्ग पर गमन कर रहा है। इस आवेशित कण को किसी लैड की चादर से गुजारा जाता है जिसके फलस्वरूप इसकी गति की दिशा में बिना कोई परिवर्तन हुए इसकी गतिज ऊर्जा घटकर आधी रह जाती है। इस कण के (1) पथ की त्रिज्या तथा (2) परिक्रमण के आवर्तकाल में क्या परिवर्तन होगा ?
33. (a) (i) (1) कलासंबद्ध स्रोत क्या होते हैं ? सतत व्यतिकरण पैटर्न का प्रेक्षण करने के लिए इनका होना आवश्यक क्यों है ?
- (2) दो स्वतंत्र स्रोतों के प्रकाश कलासंबद्ध नहीं होते हैं। व्याख्या कीजिए।
- (ii) किसी पर्दे से 1.20 m की दूरी पर एक दूसरे से 0.1 mm दूरी पर दो झिरियाँ व्यवस्थित की गयी हैं। इन झिरियों पर किसी दूरस्थ प्रकाश स्रोत से 600 nm तरंगदैर्घ्य का प्रकाश आपतन कर रहा है।
- (1) पर्दे पर निकटवर्ती चमकीली व्यतिकरण फ्रिंजों के बीच कितनी दूरी होगी ?
- (2) पहली चमकीली फ्रिंज की कोणीय चौड़ाई (अंशों में) ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

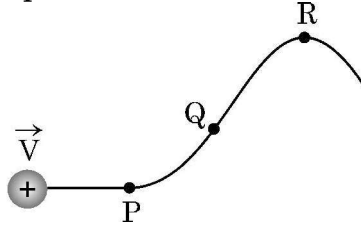
- (b) (i) तरंगाग्र की परिभाषा लिखिए। कोई आपतित समतल तरंग किसी उत्तल लेंस पर आपतन करती है और उससे अपवर्तित हो जाती है। आपतित और अपवर्तित तरंगाग्रों को आरेख खींचकर दर्शाइए।
- (ii) किसी दूरस्थ स्रोत से आता कोई प्रकाश पुंज 15 cm त्रिज्या की किसी काँच (अपवर्तनांक 1.5) की गोल गेंद द्वारा अपवर्तित होता है। किरण आरेख खींचकर बनने वाले अंतिम प्रतिबिम्ब की स्थिति प्राप्त कीजिए।



~

32. (a) (i) A proton moving with velocity \vec{V} in a non-uniform magnetic field traces a path as shown in the figure.

5



The path followed by the proton is always in the plane of the paper. What is the direction of the magnetic field in the region near points P, Q and R ? What can you say about relative magnitude of magnetic fields at these points ?

- (ii) A current carrying circular loop of area A produces a magnetic field B at its centre. Show that the magnetic moment of the loop is $\frac{2 BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$.

OR

- (b) (i) Derive an expression for the torque acting on a rectangular current loop suspended in a uniform magnetic field.
- (ii) A charged particle is moving in a circular path with velocity \vec{V} in a uniform magnetic field \vec{B} . It is made to pass through a sheet of lead and as a consequence, it loses one half of its kinetic energy without change in its direction. How will (1) the radius of its path (2) its time period of revolution change ?
33. (a) (i) (1) What are coherent sources ? Why are they necessary for observing a sustained interference pattern ?
- (2) Lights from two independent sources are not coherent. Explain.
- (ii) Two slits 0.1 mm apart are arranged 1.20 m from a screen. Light of wavelength 600 nm from a distant source is incident on the slits.
- (1) How far apart will adjacent bright interference fringes be on the screen ?
- (2) Find the angular width (in degree) of the first bright fringe.

5

OR

- (b) (i) Define a wavefront. An incident plane wave falls on a convex lens and gets refracted through it. Draw a diagram to show the incident and refracted wavefront.
- (ii) A beam of light coming from a distant source is refracted by a spherical glass ball (refractive index 1.5) of radius 15 cm. Draw the ray diagram and obtain the position of the final image formed.

Series : XYW1Z



SET ~ 2



रोल नं.

Roll No.

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

कोड नं.
Code No. **55/1/2**

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।

Please check that this question paper contains 23 printed pages.

(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।

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।

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 यथा स्थान पर प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।

Please write down the serial number of the question in the answer-book at the given place 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।

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 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 तथा 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 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 – Sections A, B, C, D and E.*
- (iii) *In Section A : Question numbers 1 to 16 are Multiple Choice (MCQ) type questions. Each question carries 1 mark.*
- (iv) *In Section B : Question numbers 17 to 21 are Very Short Answer (VSA) type questions. Each question carries 2 marks.*
- (v) *In Section C : Question numbers 22 to 28 are Short Answer (SA) type questions. Each question carries 3 marks.*
- (vi) *In Section D : Question numbers 29 & 30 are Case Study-Based questions. Each question carries 4 marks.*
- (vii) *In Section E : Question numbers 31 to 33 are Long Answer (LA) 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

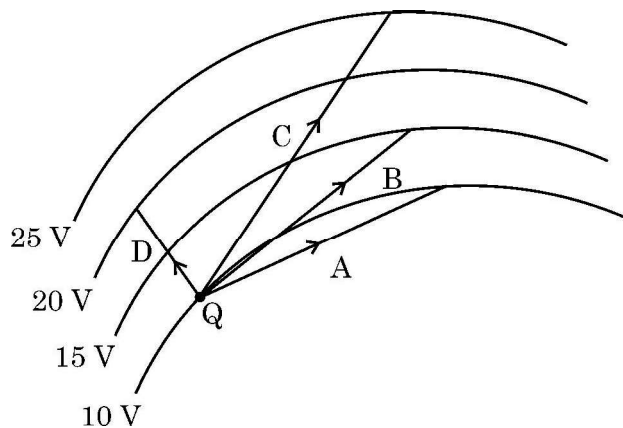
$$\text{Boltzmann's constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$



खण्ड – क

1. दिए गए आरेख में वक्र रेखाएँ समविभव पृष्ठों को निरूपित कर रही हैं। किसी आवेश Q को विभिन्न पथों A, B, C और D पर गति कराई गई है। किस पथ के अनुदिश आवेश पर अधिकतम कार्य किया गया है ?

1



- (A) A (B) B
(C) C (D) D
2. लम्बाई L और त्रिज्या r के किसी तार का प्रतिरोध R है। समान पदार्थ के निम्नलिखित में से किस तार का प्रतिरोध $\frac{R}{2}$ होगा ?
- (A) समान त्रिज्या का लम्बाई में दो गुना तार (B) समान त्रिज्या का लम्बाई में आधा तार
(C) समान लम्बाई का दो गुनी त्रिज्या का तार (D) समान लम्बाई का आधी त्रिज्या का तार
3. किसी तार का 1 cm लम्बा कोई खण्ड x -अक्ष के अनुदिश रखा है तथा $+x$ दिशा के अनुदिश इस तार से धारा 0.5 A प्रवाहित हो रही है। इस प्रदेश में किसी चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है। इस तार के खण्ड पर कार्यरत बल है –
- (A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$ (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$
(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$ (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$
4. व्यास 15 mm तथा 300 फेरों की किसी कुण्डली को 30 mT के चुम्बकीय क्षेत्र में इस प्रकार रखा गया है कि कुण्डली का तल चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत हो। क्षेत्र की तीव्रता को एकसमान रूप से घटाते हुए 20 ms में शून्य कर दिया गया और फिर से एकसमान रूप से 40 ms में 30 mT तक बढ़ाया गया। यदि दो समय अन्तरालों में प्रेरित emf क्रमशः e_1 और e_2 हैं तो e_1/e_2 का मान है –

1

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

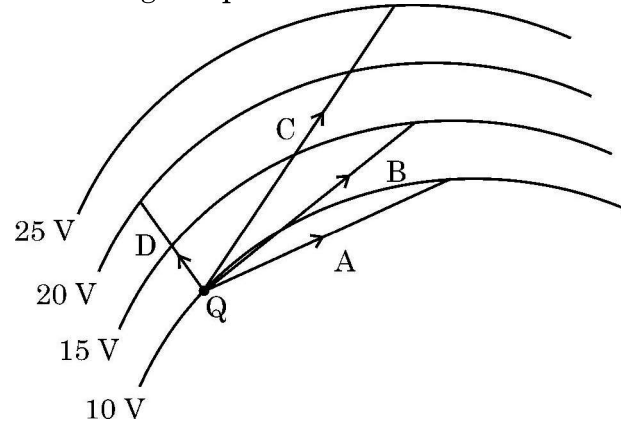


~

SECTION – A

1. In the figure curved lines represent equipotential surfaces. A charge Q is moved along different paths A, B, C and D. The work done on the charge will be maximum along the path

1



- (A) A (B) B
(C) C (D) D
2. The resistance of a wire of length L and radius r is R . Which one of the following would provide a wire of the same material of resistance $\frac{R}{2}$?
- (A) Using a wire of same radius and twice the length
(B) Using a wire of same radius and half length
(C) Using a wire of same length and twice the radius
(D) Using a wire of same length and half the radius
3. A 1 cm segment of a wire lying along x-axis carries current of 0.5 A along +x direction. A magnetic field $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ is switched on, in the region. The force acting on the segment is
- (A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$ (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$
(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$ (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$
4. A circular coil of diameter 15 mm having 300 turns is placed in a magnetic field of 30 mT such that the plane of the coil is perpendicular to the direction of magnetic field. The magnetic field is reduced uniformly to zero in 20 ms and again increased uniformly to 30 mT in 40 ms. If the emfs induced in the two time intervals are e_1 and e_2 respectively, then the value of e_1/e_2 is

1

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



5. आपको 0.016 H प्रेरकत्व की 0.81 m लम्बी और 0.02 m त्रिज्या की वायु से भरी परिनालिका की अभिकल्पना करनी है। इस परिनालिका में फेरों की संख्या होनी चाहिए

1

- (A) 2592 (B) 2866
(C) 2976 (D) 3140

6. किसी परिपथ पर वोल्टता $v = v_0 \sin \omega t$ अनुप्रयुक्त करने पर उस परिपथ में धारा $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ प्रवाहित होती है। एक चक्र में इस परिपथ में औसत शक्ति खपत है –

1

- (A) शून्य (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

7. विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सूक्ष्म तरंगों से X-किरणों तक (सभी निर्वात में) होने वाले अभिलाक्षणिक परिवर्तन का निम्नलिखित में से कौन सा सही निरूपण करता है ?

1

- | चाल | तरंगदैर्घ्य | आवृत्ति |
|-----------------------|-------------|-------------------|
| (A) कोई परिवर्तन नहीं | घट जाती है | कोई परिवर्तन नहीं |
| (B) कोई परिवर्तन नहीं | घट जाती है | वृद्धि होती है |
| (C) वृद्धि होती है | बढ़ जाती है | घट जाती है |
| (D) कोई परिवर्तन नहीं | बढ़ जाती है | कोई परिवर्तन नहीं |

8. दो माध्यमों '1' और '2' में प्रकाश की चाल क्रमशः v_1 और $v_2 (> v_1)$ है। प्रकाश की किसी किरण को माध्यमों के अन्तरापृष्ठ पर पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए आपतित होना चाहिए

1

- (A) माध्यम '1' से कोण $\sin^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$ से अधिक पर
(B) माध्यम '1' से कोण $\cos^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$ से अधिक पर
(C) माध्यम '2' से कोण $\sin^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$ से अधिक पर
(D) माध्यम '2' से कोण $\cos^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$ से अधिक पर

9. कोई स्रोत आवृत्ति 5.0×10^{14} Hz और उत्सर्जित क्षमता 3.31 mW का एकवर्णी प्रकाश उत्पन्न करता है। इस स्रोत द्वारा औसतन प्रति सेकण्ड उत्सर्जित होने वाले फोटॉनों की संख्या है

1

- (A) 10^{16} (B) 10^{24}
(C) 10^{10} (D) 10^{20}



~

5. You are required to design an air-filled solenoid of inductance 0.016 H having a length 0.81 m and radius 0.02 m. The number of turns in the solenoid should be

1

- (A) 2592 (B) 2866
(C) 2976 (D) 3140

6. A voltage $v = v_0 \sin \omega t$ applied to a circuit drives a current $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ in the circuit. The average power consumed in the circuit over a cycle is

1

- (A) Zero (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

7. Which one of the following correctly represents the change in wave characteristics (all in vacuum) from microwaves to X-rays in electromagnetic spectrum ?

1

- | | Speed | Wavelength | Frequency |
|-----|--------------|-------------------|------------------|
| (A) | Remains same | Decreases | Remains same |
| (B) | Remains same | Decreases | Increases |
| (C) | Increases | Increases | Decreases |
| (D) | Remains same | Increases | Remains same |

8. The speed of light in two media '1' and '2' are v_1 and v_2 ($> v_1$) respectively. For a ray of light to undergo total internal reflection at the interface of these two media, it must be incident from

1

- (A) medium '1' and at an angle greater than $\sin^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$
(B) medium '1' and at an angle greater than $\cos^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$
(C) medium '2' and at an angle greater than $\sin^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$
(D) medium '2' and at an angle greater than $\cos^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)$

9. A source produces monochromatic light of frequency 5.0×10^{14} Hz and the power emitted is 3.31 mW. The number of photons emitted per second by the source, on an average is

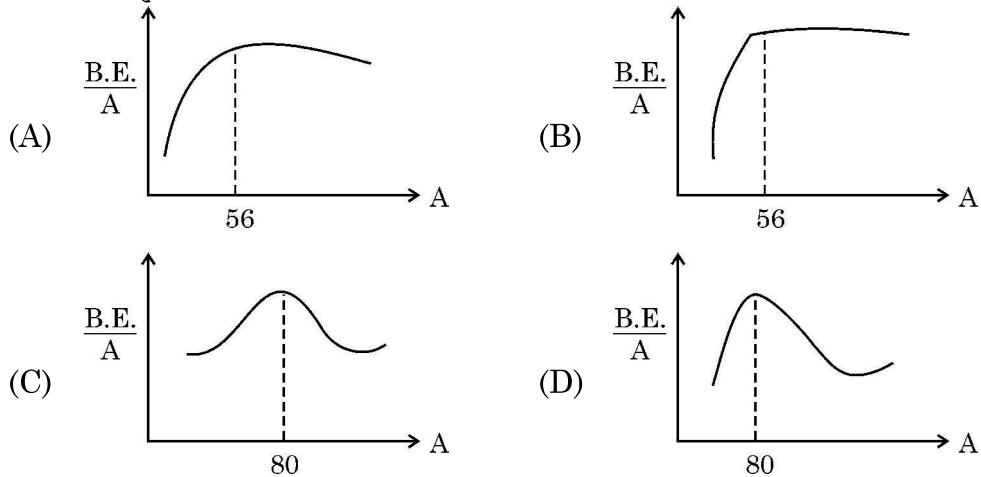
1

- (A) 10^{16} (B) 10^{24}
(C) 10^{10} (D) 10^{20}



10. नीचे दिया गया कौन सा आरेख द्रव्यमान संख्या के फलन के रूप में बंधन-ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के वक्र की सही आकृति का निरूपण करता है ?

1



11. जब कोई p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है तो
- (A) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में वृद्धि होती है ।
- (B) रोधिका की ऊँचाई में वृद्धि तथा हासी स्तर की चौड़ाई में कमी होती है ।
- (C) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में कमी होती है ।
- (D) रोधिका की ऊँचाई में कमी तथा हासी स्तर की चौड़ाई में वृद्धि होती है ।
12. मान लीजिए समान चाल से गतिमान किसी इलेक्ट्रॉन, किसी प्रोटॉन और किसी ड्यूटेरॉन से संबद्ध तरंगदैर्घ्य क्रमशः λ_e , λ_p तथा λ_d हैं । तब इन तरंगदैर्घ्यों के बीच सही संबंध है –

1

- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
- (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

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 :

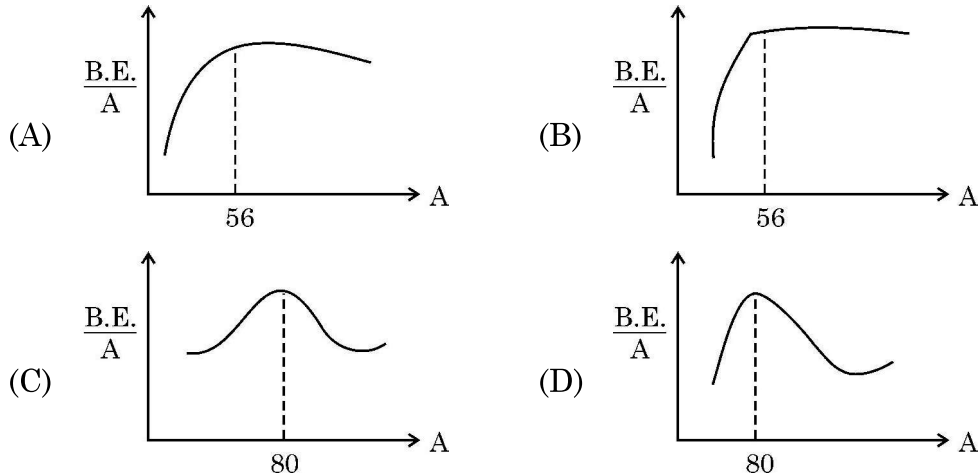
- (A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या है ।
- (B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं, परंतु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है ।
- (C) अभिकथन (A) सत्य है, परन्तु कारण (R) असत्य है ।
- (D) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों ही असत्य हैं ।
13. **अभिकथन (A) :** हाइड्रोजन परमाणु में किसी स्थिर कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा धनात्मक होती है ।
- कारण (R) :** किसी आवेशित कण की कुल ऊर्जा सदैव ही धनात्मक होती है ।

1



10. Which of the following figures correctly represent the shape of curve of binding energy per nucleon as a function of mass number ?

1



11. When a p-n junction diode is forward biased
- (A) the barrier height and the depletion layer width both increase.
 (B) the barrier height increases and the depletion layer width decreases.
 (C) the barrier height and the depletion layer width both decrease.
 (D) the barrier height decreases and the depletion layer width increases.
12. Let λ_e , λ_p and λ_d be the wavelengths associated with an electron, a proton and a deuteron, all moving with the same speed. Then the correct relation between them is
- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
 (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

1

1

Note : Question numbers 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 Assertion (A).
 (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is not the correct explanation of 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) :** The potential energy of an electron revolving in any stationary orbit in a hydrogen atom is positive.

1

Reason (R) : The total energy of a charged particle is always positive.



14. **अभिकथन (A) :** हम किसी p-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब को किसी n-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब से भौतिक रूप से जोड़कर किसी p-n संधि डायोड की रचना नहीं कर सकते हैं। 1
- कारण (R) :** किसी p-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_e \gg \eta_h$ होता है जबकि n-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_h \gg \eta_e$ होता है।
15. **अभिकथन (A) :** किसी गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण उससे प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है। 1
- कारण (R) :** किसी गैल्वेनोमीटर की कुण्डली एकसमान त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित होती है।
16. **अभिकथन (A) :** जब कोई अधिक फेरों की संख्या वाली कुण्डली का परिपथ बन्द होता है, तो उसके अन्दर की ओर किसी चुम्बक को गति कराना कठिन होता है। 1
- कारण (R) :** चुम्बक की गति के कारण कुण्डली जिसका परिपथ बंद है, में प्रेरित धारा की दिशा इस प्रकार होती है कि वह चुम्बक की गति का विरोध करती है।

खण्ड – ख

17. यह दर्शाइए कि $\vec{E} = \rho \vec{j}$ ओम के नियम की ओर निर्दिष्ट करता है। उस स्थिति का उल्लेख कीजिए जिसमें किसी पदार्थ के लिए ओम का नियम वैध नहीं होता है। 2
18. (a) विवर्तन के किसी प्रयोग में झिरी को 600 nm तरंगदैर्घ्य के प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया गया है। विवर्तन पैटर्न का पहला निम्निष्ठ $\theta = 30^\circ$ पर पड़ता है। झिरी की चौड़ाई परिकलित कीजिए। 2
- अथवा**
- (b) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो प्रकाश तरंगें, जिनमें प्रत्येक की तीव्रता I_0 है, पर्दे के उस बिन्दु पर व्यतिकरण करती हैं जिस पर पथान्तर $\frac{\lambda}{8}$ है। इस बिन्दु पर तीव्रता ज्ञात कीजिए।
19. वक्रता त्रिज्या R का गोलीय उत्तल पृष्ठ काँच (अपवर्तनांक 1.5) को वायु से पृथक् करता है। वायु में इस पृष्ठ से R/2 दूरी पर स्थित किसी बिन्दु स्रोत से प्रकाश इस पृष्ठ पर पड़ रहा है। बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थिति और प्रकृति ज्ञात कीजिए। 2
20. बोर के हाइड्रोजन परमाणु की किसी कक्षा में किसी इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा -3.4 eV है। इसका कोणीय संवेग ज्ञात कीजिए। 2
21. किसी p-प्रकार के Si-अर्धचालक को औसतन एक अपमिश्रक परमाणु प्रति 5×10^7 सिलिकॉन परमाणु द्वारा अपमिश्रित (मादित) करके बनाया गया है। यदि नमूने में सिलिकॉन परमाणुओं का संख्या घनत्व 5×10^{28} परमाणु प्रति घनमीटर है, तो मादन (अपमिश्रण) द्वारा नमूने में प्रति घन सेन्टीमीटर निर्मित होलों (विवरों) की संख्या ज्ञात कीजिए। इस प्रकार के अपमिश्रक का एक उदाहरण भी दीजिए। 2



14. **Assertion (A)** : We cannot form a p-n junction diode by taking a slab of a p-type semiconductor and physically joining it to another slab of a n-type semiconductor. ~
1
- Reason (R)** : In a p-type semiconductor $\eta_e \gg \eta_h$ while in a n-type semiconductor $\eta_h \gg \eta_e$.
15. **Assertion (A)** : The deflection in a galvanometer is directly proportional to the current passing through it. 1
- Reason (R)** : The coil of a galvanometer is suspended in a uniform radial magnetic field.
16. **Assertion (A)** : It is difficult to move a magnet into a coil of large number of turns when the circuit of the coil is closed. 1
- Reason (R)** : The direction of induced current in a coil with its circuit closed, due to motion of a magnet, is such that it opposes the cause.

SECTION – B

17. Show that $\vec{E} = \rho \vec{j}$ leads to Ohm's law. Write a condition in which the Ohm's law is not valid for a material. 2
18. (a) In a diffraction experiment, the slit is illuminated by light of wavelength 600 nm. The first minimum of the pattern falls at $\theta = 30^\circ$. Calculate the width of the slit. 2
- OR**
- (b) In a Young's double-slit experiment, two light waves, each of intensity I_0 , interfere at a point, having a path difference $\frac{\lambda}{8}$ on the screen. Find the intensity at this point.
19. A spherical convex surface of radius of curvature R separates glass (refractive index 1.5) from air. Light from a point source placed in air at distance R/2 from the surface falls on it. Find the position and nature of the image formed. 2
20. The energy of an electron in an orbit of Bohr hydrogen atom is -3.4 eV. Find its angular momentum. 2
21. A p-type Si semiconductor is made by doping an average of one dopant atom per 5×10^7 silicon atoms. If the number density of silicon atoms in the specimen is 5×10^{28} atoms m^{-3} , find the number of holes created per cubic centimetre in the specimen due to doping. Also give one example of such dopants. 2



खण्ड – ग

22. (a) 3V और 6V की दो बैटरियाँ, जिनके आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.2Ω और 0.4Ω हैं, पार्श्व में संयोजित हैं। यह संयोजन 4Ω के किसी प्रतिरोधक से संयोजित है। ज्ञात कीजिए :
- (i) संयोजन का तुल्य emf
(ii) संयोजन का तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध
(iii) संयोजन से ली गयी धारा

अथवा

- (b) (i) लम्बाई l का कोई चालक emf E के किसी आदर्श सेल के सिरों से संयोजित है। सेल से संयोजित रखते हुए इस चालक को धीरे-धीरे खींचकर इसकी लम्बाई को $2l$ किया गया है। यदि प्रारम्भिक और अन्तिम प्रतिरोध के मान R और R' तथा अपवाह वेग के प्रारम्भिक और अन्तिम मान v_d और v_d' हैं, तो (i) R' और R तथा (ii) v_d' और v_d के बीच संबंध ज्ञात कीजिए।
- (ii) जब किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों का अपवाह निम्न से उच्च विभव की ओर होता है, तब इसका क्या यह अर्थ है कि चालक के सभी 'मुक्त इलेक्ट्रॉन' एक ही दिशा में गतिमान हैं ?
23. (a) किसी धारावाही कुण्डली के चुम्बकीय आघूर्ण की परिभाषा दीजिए तथा इसका SI मात्रक लिखिए।
(b) क्षेत्रफल $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ और 60 फेरों की कोई कुण्डली जिससे 2A धारा प्रवाहित हो रही है किसी ऊर्ध्वाधर तल में रखी है। किसी क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर यह 0.12 Nm बल-आघूर्ण का अनुभव करती है। इस चुम्बकीय क्षेत्र में कुण्डली को उसके व्यास के परितः 90° के कोण पर घूर्णित कराने पर उस पर कार्यरत बल-आघूर्ण 0.05 Nm हो जाता है। चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण ज्ञात कीजिए।

24. दो लम्बी समाक्ष परिनालिकाओं S_1 और S_2 पर विचार कीजिए जिनमें प्रत्येक की लम्बाई l ($\gg r_2$) तथा त्रिज्याएँ r_1 और r_2 ($r_2 > r_1$) हैं। इनमें प्रति एकांक लम्बाई फेरों की संख्या क्रमशः n_1 और n_2 है। परिनालिका S_2 के सापेक्ष परिनालिका S_1 के अन्योन्य प्रेरकत्व M_{12} के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। यह दर्शाइए कि $M_{21} = M_{12}$ ।

25. (a) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी ac स्रोत द्वारा आवेशित किया गया है। यदि दर्शाइए कि चालन धारा (I_c) और विस्थापन धारा (I_d) के योग का मान परिपथ के प्रत्येक बिन्दु पर समान होता है।
(b) क्या उपरोक्त प्रकरण (a) में किरखोफ का पहला नियम (संधि नियम) संधारित्र की प्रत्येक पट्टिका पर वैध है ? व्याख्या कीजिए।



~

SECTION – C

22. (a) Two batteries of emf's 3V & 6V and internal resistances 0.2Ω & 0.4Ω are connected in parallel. This combination is connected to a 4Ω resistor. Find :

3

- (i) the equivalent emf of the combination
- (ii) the equivalent internal resistance of the combination
- (iii) the current drawn from the combination

OR

- (b) (i) A conductor of length l is connected across an ideal cell of emf E . Keeping the cell connected, the length of the conductor is increased to $2l$ by gradually stretching it. If R and R' are initial and final values of resistance and v_d and v_d' are initial and final values of drift velocity, find the relation between (i) R' and R and (ii) v_d' and v_d .
- (ii) When electrons drift in a conductor from lower to higher potential, does it mean that all the 'free electrons' of the conductor are moving in the same direction ?
23. (a) Define magnetic moment of a current-carrying coil. Write its SI unit.
- (b) A coil of 60 turns and area $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ carrying 2A current lies in a vertical plane. It experiences a torque of 0.12 Nm when placed in a uniform horizontal magnetic field. The torque acting on the coil changes to 0.05 Nm after the coil is rotated about its diameter by 90° , in the magnetic field. Find the magnitude of the magnetic field.
24. Consider two long co-axial solenoids S_1 and S_2 , each of length l ($\gg r_2$) and of radius r_1 and r_2 ($r_2 > r_1$). The number of turns per unit length are n_1 and n_2 respectively. Derive an expression for mutual inductance M_{12} of solenoid S_1 with respect to solenoid S_2 . Show that $M_{21} = M_{12}$.
25. (a) A parallel plate capacitor is charged by an ac source. Show that the sum of conduction current (I_c) and the displacement current (I_d) has the same value at all points of the circuit.
- (b) In case (a) above, is Kirchhoff's first rule (junction rule) valid at each plate of the capacitor ? Explain.

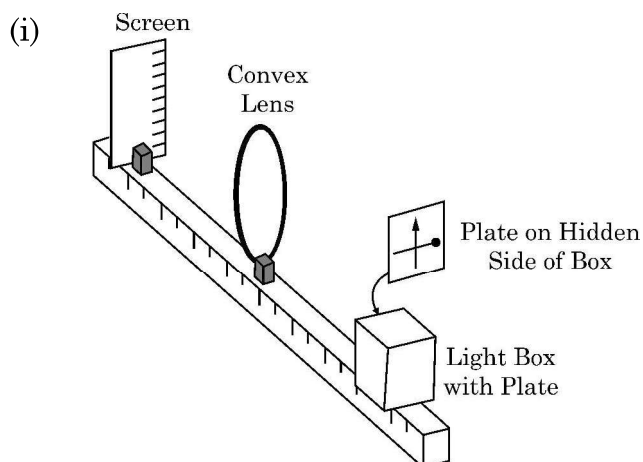


26. (a) किसी प्रकाशीय उत्सर्जक पदार्थ के लिए निरोधी विभव V_0 के फलन के रूप में आपतित विकिरणों की आवृत्ति ν का ग्राफ खींचिए। निरोधी विभव के अक्ष पर अपरोधन के मान से क्या सूचना प्राप्त की जा सकती है ? 3
- (b) गतिज ऊर्जा 80 eV के किसी इलेक्ट्रॉन का (i) संवेग तथा (ii) दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए।
27. (a) किसी p-n संधि डायोड के V-I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए। 3
- (b) किसी डायोड के अभिलाक्षणिकों की आकृति दर्शाइए।
- (c) इन अभिलाक्षणिकों से जो दो सूचनाएँ आपको प्राप्त हो सकती हैं उनका उल्लेख कीजिए।
28. (a) किसी नाभिक की 'द्रव्यमान क्षति' और 'बन्धन ऊर्जा' की परिभाषा लिखिए। बन्धन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के आधार पर 'विखण्डन प्रक्रम' का वर्णन कीजिए। 3
- (b) किसी ड्यूटेरॉन में एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन है तथा उसका द्रव्यमान 2.013553 u है। इसके लिए द्रव्यमान क्षति u में तथा इसकी ऊर्जा तुल्य MeV में परिकलित कीजिए।
($m_p = 1.007277$ u; $m_n = 1.008665$ u, $1u = 931.5$ MeV/c²)

खण्ड – घ

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 केस-अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। निम्न पैराग्राफों को पढ़ें तथा नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दें।

29. एक पतला लेंस दो पृष्ठों से घिरा ऐसा पारदर्शी प्रकाशिक माध्यम होता है जिसका कम से कम एक पृष्ठ अवश्य ही गोलीय होना चाहिए। एकल गोलीय पृष्ठ के लिए प्रतिबिम्ब बनने के लिए सूत्र का अनुप्रयोग हम किन्हीं दो पृष्ठों के निकाय पर क्रमिक रूप से करके पतले लेंसों के लिए लेंस मेकर सूत्र तथा उसके पश्चात् लेंस सूत्र प्राप्त कर सकते हैं। किसी लेंस के दो फोकस बिन्दु होते हैं जिन्हें “प्रथम फोकस बिन्दु” तथा “द्वितीय फोकस बिन्दु” कहते हैं और इनमें एक लेंस के एक ओर तथा दूसरा लेंस के दूसरी ओर होता है। 4 × 1 = 4



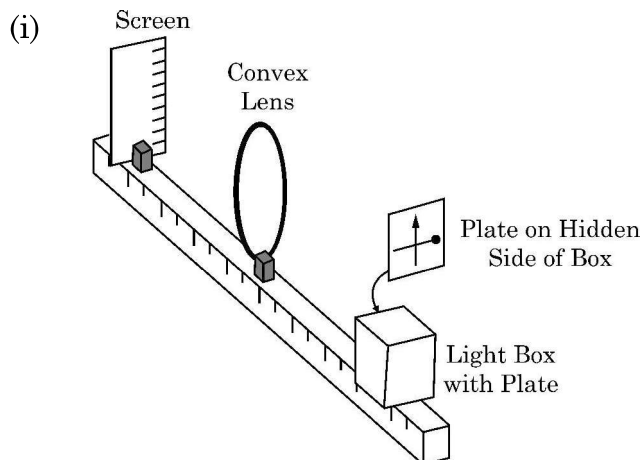


26. (a) Draw a plot of frequency ν of incident radiations as a function of stopping potential V_0 for a given photo emissive material. What information can be obtained from the value of the intercept on the stopping potential axis ? 3
- (b) Calculate : (i) the momentum and (ii) de Broglie wavelength, of an electron with kinetic energy of 80 eV.
27. (a) Draw circuit arrangement for studying V-I characteristics of a p-n junction diode. 3
- (b) Show the shape of the characteristics of a diode.
- (c) Mention two information that you can get from these characteristics.
28. (a) Define 'Mass defect' and 'Binding energy' of a nucleus. Describe 'Fission process' on the basis of binding energy per nucleon. 3
- (b) A deuteron contains a proton and a neutron and has a mass of 2.013553 u. Calculate the mass defect for it in u and its energy equivalence in MeV. ($m_p = 1.007277$ u, $m_n = 1.008665$ u, $1u = 931.5$ MeV/ c^2)

SECTION – D

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

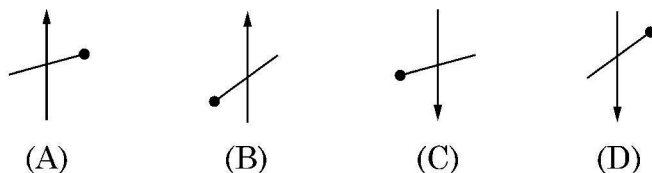
29. A thin lens is a transparent optical medium bounded by two surfaces, at least one of which should be spherical. Applying the formula for image formation by a single spherical surface successively at the two surfaces of a lens, one can obtain the 'lens maker formula' and then the 'lens formula'. A lens has two foci – called 'first focal point' and 'second focal point' of the lens, one on each side. $4 \times 1 = 4$





आरेख में दर्शायी व्यवस्था पर विचार कीजिए। एक काला ऊर्ध्वाधर तीर तथा एक गोले वाली मोटी क्षैतिज रेखा काँच के एक प्लेट पर पेन्ट किए गये हैं। यह बिम्ब की भाँति कार्य करता है। जब इस प्लेट को प्रदीप्त किया जाता है तो पर्दे पर इसका वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है।

निम्नलिखित में से कौन पर्दे पर बने प्रतिबिम्ब का सही निरूपण करता है?



(ii) नीचे दिया गया कौन सा कथन गलत है ?

- (A) उत्तल दर्पण के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।
- (B) किसी दर्पण द्वारा बने सभी आभासी प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन धनात्मक होता है।
- (C) अवतल लेंस के लिए आवर्धन सदैव धनात्मक होता है।
- (D) वास्तविक और उलटे प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।

(iii) फोकस दूरी f के किसी उत्तल लेंस को उसके मुख्य अक्ष के लम्बवत दो समान भागों में काटा गया है। इसके प्रत्येक भाग की फोकस दूरी होगी

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

अथवा

(iii) यदि उपरोक्त प्रकरण (i) में बिम्ब लेंस से 20 cm दूरी पर तथा पर्दा बिम्ब से 50 cm की दूरी पर है तो उपयोग किए गए लेंस की फोकस दूरी है

- (A) 10 cm
- (B) 12 cm
- (C) 16 cm
- (D) 20 cm

(iv) किसी उभयोत्तल लेंस के प्रथम फोकस बिन्दु से बिम्ब की दूरी X_1 तथा प्रतिबिम्ब की लेंस के द्वितीय फोकस बिन्दु से दूरी X_2 है, तो लेंस की फोकस दूरी है

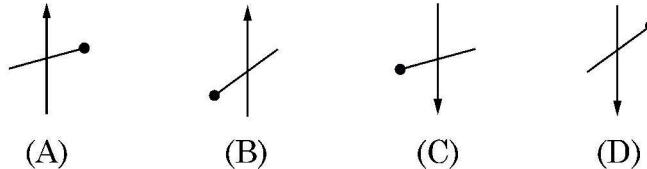
- (A) $X_1 X_2$
- (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$
- (C) $\sqrt{X_1 X_2}$
- (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$



~

Consider the arrangement shown in figure. A black vertical arrow and a horizontal thick line with a ball are painted on a glass plate. It serves as the object. When the plate is illuminated, its real image is formed on the screen.

Which of the following correctly represents the image formed on the screen ?



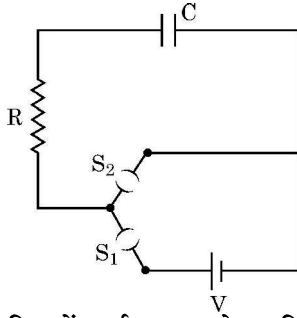
- (ii) Which of the following statements is incorrect ?
- (A) For a convex mirror magnification is always negative.
 - (B) For all virtual images formed by a mirror magnification is positive.
 - (C) For a concave lens magnification is always positive.
 - (D) For real and inverted images, magnification is always negative.
- (iii) A convex lens of focal length 'f' is cut into two equal parts perpendicular to the principal axis. The focal length of each part will be :
- (A) f
 - (B) 2 f
 - (C) $\frac{f}{2}$
 - (D) $\frac{f}{4}$

OR

- (iii) If an object in case (i) above is 20 cm from the lens and the screen is 50 cm away from the object, the focal length of the lens used is
- (A) 10 cm
 - (B) 12 cm
 - (C) 16 cm
 - (D) 20 cm
- (iv) The distance of an object from first focal point of a biconvex lens is X_1 and distance of the image from second focal point is X_2 . The focal length of the lens is
- (A) $X_1 X_2$
 - (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$
 - (C) $\sqrt{X_1 X_2}$
 - (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$



30.



4 × 1 = 4

चित्र में दर्शाए गए आरेख, जिसे RC श्रेणी परिपथ कहते हैं, के किसी परिपथ में कोई संधारित्र C, प्रतिरोध R का प्रतिरोधक तथा emf V की कोई आदर्श बैटरी संयोजित है। (S₂ को खुला रखते हुए) कुंजी S₁ को बन्द करने पर परिपथ पूर्ण हो जाता है तथा तुरन्त संधारित्र की पट्टिकाओं और बैटरी के टर्मिनलों के बीच आवेश का प्रवाह आरंभ हो जाता है। संधारित्र पर आवेश में वृद्धि होती है परिणामस्वरूप संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर V_c (= q/C) में समय के साथ वृद्धि होती है। जब यह विभवान्तर बैटरी के सिरों के बीच विभवान्तर के बराबर हो जाता है, तो संधारित्र पूर्णरूपेण आवेशित हो जाता है (Q = VC)। इस आवेशन प्रक्रिया की अवधि में संधारित्र पर आवेश q में समय के साथ परिवर्तन होता है जिसे इस प्रकार निरूपित किया जाता है –

$$q = Q[1 - e^{-t/RC}]$$

इस व्यंजक का अवकलन तथा $\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}$ का उपयोग करके आवेशन धारा प्राप्त की जा सकती है।

उस प्रकरण पर विचार कीजिए जिसमें R = 20 kΩ, C = 500 μF तथा V = 10 V

(i) जब कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है तब संधारित्र पर अंतिम आवेश है –

- (A) 5 μC (B) 5 mC
(C) 25 mC (D) 0.1 C

(ii) पर्याप्त समय के लिए कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली रहती है। अब S₂ को बन्द तथा S₁ को खोल दिया गया है। संधारित्र पर अंतिम आवेश क्या है ?

- (A) शून्य (B) 5 mC
(C) 2.5 mC (D) 5 μC

(iii) RC के लिए विमीय सूत्र है –

- (A) [M L² T⁻³ A⁻²] (B) [M⁰ L⁰ T⁻¹ A⁰]
(C) [M⁻¹ L⁻² T⁴ A²] (D) [M⁰ L⁰ T A⁰]

(iv) कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है। 5 सेकण्ड के पश्चात प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा है

- (A) $\frac{1}{2\sqrt{e}}$ mA (B) \sqrt{e} mA
(C) $\frac{1}{\sqrt{e}}$ mA (D) $\frac{1}{2e}$ mA

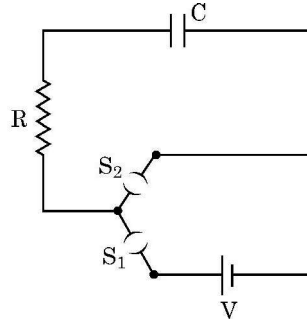
अथवा

(iv) कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है। प्रतिरोधक में आवेशन धारा का आरम्भिक मान है

- (A) 5 mA (B) 0.5 mA (C) 2 mA (D) 1 mA



30. A circuit consisting of a capacitor C , a resistor of resistance R and an ideal battery of emf V , as shown in figure is known as RC series circuit. $4 \times 1 = 4$



As soon as the circuit is completed by closing key S_1 (keeping S_2 open) charges begin to flow between the capacitor plates and the battery terminals. The charge on the capacitor increases and consequently the potential difference $V_c (= q/C)$ across the capacitor also increases with time. When this potential difference equals the potential difference across the battery, the capacitor is fully charged ($Q = VC$). During this process of charging, the charge q on the capacitor changes with time t as $q = Q[1 - e^{-t/RC}]$

The charging current can be obtained by differentiating it and using $\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}$.

Consider the case when $R = 20 \text{ k}\Omega$, $C = 500 \text{ }\mu\text{F}$ and $V = 10 \text{ V}$.

- (i) The final charge on the capacitor, when key S_1 is closed and S_2 is open, is

(A) $5 \text{ }\mu\text{C}$	(B) 5 mC
(C) 25 mC	(D) 0.1 C
- (ii) For sufficient time the key S_1 is closed and S_2 is open. Now key S_2 is closed and S_1 is open. What is the final charge on the capacitor ?

(A) Zero	(B) 5 mC
(C) 2.5 mC	(D) $5 \text{ }\mu\text{C}$
- (iii) The dimensional formula for RC is

(A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	(B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$
(C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$	(D) $[M^0 L^0 T A^0]$
- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The value of current in the resistor after 5 seconds, is

(A) $\frac{1}{2\sqrt{e}} \text{ mA}$	(B) $\sqrt{e} \text{ mA}$	(C) $\frac{1}{\sqrt{e}} \text{ mA}$	(D) $\frac{1}{2e} \text{ mA}$
--------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

OR

- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The initial value of charging current in the resistor, is

(A) 5 mA	(B) 0.5 mA	(C) 2 mA	(D) 1 mA
--------------------	----------------------	--------------------	--------------------



~

खण्ड – ड

31. (a) (i) (1) कलासंबद्ध स्रोत क्या होते हैं ? सतत व्यतिकरण पैटर्न का प्रेक्षण करने के लिए इनका होना आवश्यक क्यों है ?
- (2) दो स्वतंत्र स्रोतों के प्रकाश कलासंबद्ध नहीं होते हैं। व्याख्या कीजिए।
- (ii) किसी पर्दे से 1.20 m की दूरी पर एक दूसरे से 0.1 mm दूरी पर दो झिरियाँ व्यवस्थित की गयी हैं। इन झिरियों पर किसी दूरस्थ प्रकाश स्रोत से 600 nm तरंगदैर्घ्य का प्रकाश आपतन कर रहा है।
- (1) पर्दे पर निकटवर्ती चमकीली व्यतिकरण फ्रिंजों के बीच कितनी दूरी होगी ?
- (2) पहली चमकीली फ्रिंज की कोणीय चौड़ाई (अंशों में) ज्ञात कीजिए।

5

अथवा

- (b) (i) तरंगाग्र की परिभाषा लिखिए। कोई आपतित समतल तरंग किसी उत्तल लेंस पर आपतन करती है और उससे अपवर्तित हो जाती है। आपतित और अपवर्तित तरंगाग्रों को आरेख खींचकर दर्शाइए।
- (ii) किसी दूरस्थ स्रोत से आता कोई प्रकाश पुंज 15 cm त्रिज्या की किसी काँच (अपवर्तनांक 1.5) की गोल गेंद द्वारा अपवर्तित होता है। किरण आरेख खींचकर बनने वाले अंतिम प्रतिबिम्ब की स्थिति प्राप्त कीजिए।
32. (a) (i) $5 \mu\text{C}$ और $-1 \mu\text{C}$ के दो बिन्दु आवेश क्रमशः $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ और $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ बिन्दुओं पर स्थित हैं। इस प्रदेश में किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है, यहाँ $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ है। इस विद्युत क्षेत्र के कारण निकाय की स्थिर विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन परिकलित कीजिए।
- (ii) वायु में स्थित दो चालकों के किसी निकाय पर नेट आवेश $+80\mu\text{C}$ तथा $-80\mu\text{C}$ है जो उनके बीच 16V का विभवान्तर उत्पन्न करता है।
- (1) निकाय की धारिता ज्ञात कीजिए।
- (2) यदि संधारित्र में वायु के स्थान पर परावैद्युतांक 3 का कोई परावैद्युत माध्यम भर दिया जाए तो दो चालकों के बीच विभवान्तर क्या होगा ?
- (3) यदि इन चालकों पर आवेशों को परिवर्तित करके $+160 \mu\text{C}$ और $-160 \mu\text{C}$ कर दिया जाए तो क्या निकाय की धारिता में कोई परिवर्तन होगा ? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए।

5

अथवा



~

SECTION – E

31. (a) (i) (1) What are coherent sources ? Why are they necessary for observing a sustained interference pattern ? 5
(2) Lights from two independent sources are not coherent. Explain.
(ii) Two slits 0.1 mm apart are arranged 1.20 m from a screen. Light of wavelength 600 nm from a distant source is incident on the slits.
(1) How far apart will adjacent bright interference fringes be on the screen ?
(2) Find the angular width (in degree) of the first bright fringe.

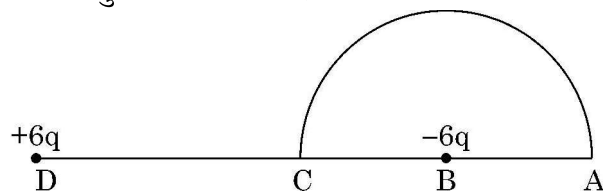
OR

- (b) (i) Define a wavefront. An incident plane wave falls on a convex lens and gets refracted through it. Draw a diagram to show the incident and refracted wavefront.
(ii) A beam of light coming from a distant source is refracted by a spherical glass ball (refractive index 1.5) of radius 15 cm. Draw the ray diagram and obtain the position of the final image formed.
32. (a) (i) Two point charges $5 \mu\text{C}$ and $-1 \mu\text{C}$ are placed at points $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ and $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ respectively. An external electric field $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ where $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ is switched on in the region. Calculate the change in electrostatic energy of the system due to the electric field. 5
(ii) A system of two conductors is placed in air and they have net charge of $+80 \mu\text{C}$ and $-80 \mu\text{C}$ which causes a potential difference of 16 V between them.
(1) Find the capacitance of the system.
(2) If the air between the capacitor is replaced by a dielectric medium of dielectric constant 3, what will be the potential difference between the two conductors ?
(3) If the charges on two conductors are changed to $+160 \mu\text{C}$ and $-160 \mu\text{C}$, will the capacitance of the system change ? Give reason for your answer.

OR

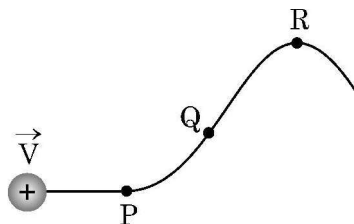


- (b) (i) तीन ऐसे धात्विक गोलीय खोल A, B और C पर विचार कीजिए जिनमें प्रत्येक की त्रिज्या R है। प्रत्येक खोल में त्रिज्या R/10 की संकेंद्री धातु की गेंद है। इन गोलीय खोलों को क्रमशः $+6q, -4q$ तथा $14q$ आवेश दिया गया है। इनके भीतर की गेंदों को भी क्रमशः $-2q, +8q$ और $-10q$ आवेश दिए गए हैं। इन खोलों A, B और C के केन्द्रों से $3R$ दूरी पर इन खोलों के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्रों की तुलना कीजिए।
- (ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 5 cm त्रिज्या के किसी अर्धवृत्त के केन्द्र B पर कोई $-6 \mu\text{C}$ आवेश स्थित है। बिन्दु B से 10 cm दूरी पर स्थित बिन्दु D पर कोई अन्य परिमाण में समान परन्तु विजातीय आवेश स्थित है। इस अर्धवृत्त की परिधि के अनुदिश कोई $+5 \mu\text{C}$ आवेश बिन्दु C से बिन्दु A ले जाया गया है। आवेश पर किया गया कार्य परिकलित कीजिए।



33. (a) (i) किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में वेग \vec{V} से गतिमान कोई प्रोटॉन आरेख में दर्शाए अनुसार पथ संरेखित करता है।

5



प्रोटॉन द्वारा चला गया पथ सदैव कागज के तल में ही होता है। बिन्दु P, Q और R के निकट के प्रदेश में चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्या है? इन बिन्दुओं पर चुम्बकीय क्षेत्रों के आपेक्षिक परिमाणों के विषय में आप क्या कह सकते हैं?

- (ii) क्षेत्रफल A का कोई धारावाही वृत्ताकार पाश अपने केन्द्र पर कोई चुम्बकीय क्षेत्र B उत्पन्न करता है। यह दर्शाइए कि पाश का चुम्बकीय आघूर्ण $\frac{2BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ है।

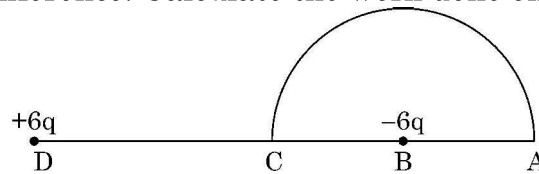
अथवा

- (b) (i) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित किसी आयताकार धारा पाश पर कार्यरत बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में कोई आवेशित कण वेग \vec{V} से वर्तुल मार्ग पर गमन कर रहा है। इस आवेशित कण को किसी लैड की चादर से गुजारा जाता है जिसके फलस्वरूप इसकी गति की दिशा में बिना कोई परिवर्तन हुए इसकी गतिज ऊर्जा घटकर आधी रह जाती है। इस कण के (1) पथ की त्रिज्या तथा (2) परिक्रमण के आवर्तकाल में क्या परिवर्तन होगा?



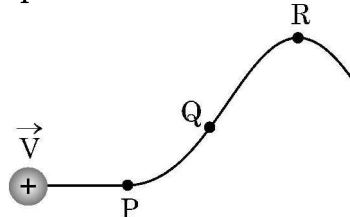
~

- (b) (i) Consider three metal spherical shells A, B and C, each of radius R . Each shell is having a concentric metal ball of radius $R/10$. The spherical shells A, B and C are given charges $+6q$, $-4q$, and $14q$ respectively. Their inner metal balls are also given charges $-2q$, $+8q$ and $-10q$ respectively. Compare the magnitude of the electric fields due to shells A, B and C at a distance $3R$ from their centres.
- (ii) A charge $-6 \mu\text{C}$ is placed at the centre B of a semicircle of radius 5 cm , as shown in the figure. An equal and opposite charge is placed at point D at a distance of 10 cm from B. A charge $+5 \mu\text{C}$ is moved from point 'C' to point 'A' along the circumference. Calculate the work done on the charge.



33. (a) (i) A proton moving with velocity \vec{V} in a non-uniform magnetic field traces a path as shown in the figure.

5



The path followed by the proton is always in the plane of the paper. What is the direction of the magnetic field in the region near points P, Q and R? What can you say about relative magnitude of magnetic fields at these points?

- (ii) A current carrying circular loop of area A produces a magnetic field B at its centre. Show that the magnetic moment of the loop is $\frac{2BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$.

OR

- (b) (i) Derive an expression for the torque acting on a rectangular current loop suspended in a uniform magnetic field.
- (ii) A charged particle is moving in a circular path with velocity \vec{V} in a uniform magnetic field \vec{B} . It is made to pass through a sheet of lead and as a consequence, it loses one half of its kinetic energy without change in its direction. How will (1) the radius of its path (2) its time period of revolution change?

Series : XYW1Z



SET ~ 3



रोल नं.

Roll No.

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

कोड नं.
Code No. **55/1/3**

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।

Please check that this question paper contains 23 printed pages.

(II) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 33 प्रश्न हैं।

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।

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 यथा स्थान पर प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।

Please write down the serial number of the question in the answer-book at the given place 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।

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 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 तथा 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 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 – Sections A, B, C, D and E.*
- (iii) *In Section A : Question numbers 1 to 16 are Multiple Choice (MCQ) type questions. Each question carries 1 mark.*
- (iv) *In Section B : Question numbers 17 to 21 are Very Short Answer (VSA) type questions. Each question carries 2 marks.*
- (v) *In Section C : Question numbers 22 to 28 are Short Answer (SA) type questions. Each question carries 3 marks.*
- (vi) *In Section D : Question numbers 29 & 30 are Case Study-Based questions. Each question carries 4 marks.*
- (vii) *In Section E : Question numbers 31 to 33 are Long Answer (LA) 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

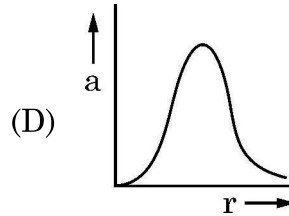
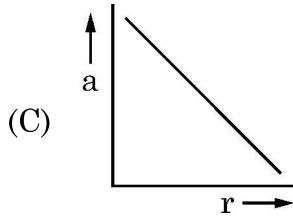
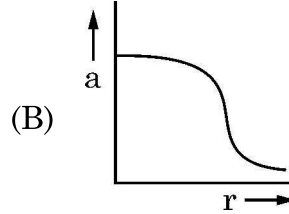
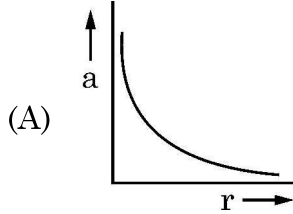
$$\text{Boltzmann's constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$



खण्ड – क

1. कोई आवेश Q अपनी स्थिति पर स्थिर है। किसी अन्य आवेश q को इस आवेश के निकट लाकर विराम की स्थिति से मुक्त कर दिया गया है। नीचे दिया गया कौन सा ग्राफ आवेश Q से दूरी r के फलन के रूप में आवेश q के त्वरण का सही निरूपण करता है ?

1



2. समान पदार्थ के दो तारों A और B की लम्बाइयों का अनुपात 1:2 तथा इनकी त्रिज्याओं का अनुपात 2:3 है। यदि इन्हें किसी बैटरी से पार्श्व में संयोजित किया गया है तो इनमें इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेगों का अनुपात $\frac{v_A}{v_B}$ होगा –

1

- (A) 2 (B) $\frac{1}{2}$
(C) $\frac{3}{2}$ (D) $\frac{8}{9}$

3. किसी तार का 1 cm लम्बा कोई खण्ड x-अक्ष के अनुदिश रखा है तथा +x दिशा के अनुदिश इस तार से धारा 0.5 A प्रवाहित हो रही है। इस प्रदेश में किसी चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है। इस तार के खण्ड पर कार्यरत बल है –

1

- (A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$ (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$
(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$ (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$

4. किसी आदर्श ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या का अनुपात 20 : 1 है। यदि इस ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डली पर किसी स्रोत से 240 V ac अनुप्रयुक्त किया जाए तथा इसके निर्गत के सिरों पर 6.0Ω का प्रतिरोधक संयोजित कर दिया जाए तो ट्रांसफॉर्मर द्वारा स्रोत से ली गयी धारा होगी

1

- (A) 4.0 A (B) 3.8 A
(C) 0.97 A (D) 0.10 A

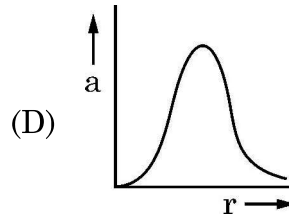
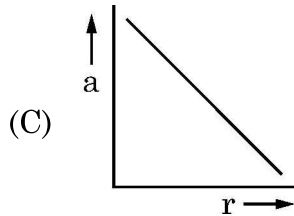
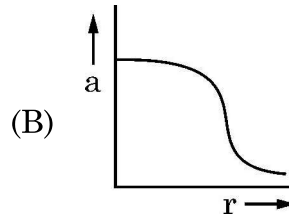
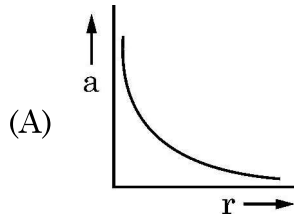


~

SECTION – A

1. A charge Q is fixed in position. Another charge q is brought near charge Q and released from rest. Which of the following graphs is the correct representation of the acceleration of the charge q as a function of its distance r from charge Q ?

1



2. Two conductors A and B of the same material have their lengths in the ratio 1:2 and radii in the ratio 2:3. If they are connected in parallel across a battery, the ratio $\frac{v_A}{v_B}$ of the drift velocities of electrons in them will be -

1

(A) 2

(B) $\frac{1}{2}$

(C) $\frac{3}{2}$

(D) $\frac{8}{9}$

3. A 1 cm segment of a wire lying along x-axis carries current of 0.5 A along +x direction. A magnetic field $\vec{B} = (0.4 \text{ mT}) \hat{j} + (0.6 \text{ mT}) \hat{k}$ is switched on, in the region. The force acting on the segment is

1

(A) $(2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ mN}$

(B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k}) \mu\text{N}$

(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ mN}$

(D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k}) \mu\text{N}$

4. The ratio of the number of turns of the primary to the secondary coils in an ideal transformer is 20 : 1. If 240 V ac is applied from a source to the primary coil of transformer and a 6.0Ω resistor is connected across the output terminals, then current drawn by the transformer from the source will be -

1

(A) 4.0 A

(B) 3.8 A

(C) 0.97 A

(D) 0.10 A



5. आपको 0.016 H प्रेरकत्व की 0.81 m लम्बी और 0.02 m त्रिज्या की वायु से भरी परिनालिका की अभिकल्पना करनी है। इस परिनालिका में फेरों की संख्या होनी चाहिए

- (A) 2592 (B) 2866
(C) 2976 (D) 3140

1

6. किसी परिपथ पर वोल्टता $v = v_0 \sin \omega t$ अनुप्रयुक्त करने पर उस परिपथ में धारा $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ प्रवाहित होती है। एक चक्र में इस परिपथ में औसत शक्ति खपत है –

- (A) शून्य (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

1

7. पराबैंगनी विकिरणों की तुलना में मानवों के लिए X-किरणें अधिक हानिकारक होती हैं क्योंकि X-किरणें / किरणें

- (A) की आवृत्ति पराबैंगनी विकिरणों की आवृत्ति से कम होती है।
(B) की तरंगदैर्घ्य पराबैंगनी विकिरणों की तरंगदैर्घ्य से कम होती है।
(C) की वायु में चाल पराबैंगनी विकिरणों की अपेक्षा अधिक होती है।
(D) यांत्रिक तरंगें होती हैं परन्तु पराबैंगनी विकिरण विद्युत-चुम्बकीय तरंगें होती हैं।

1

8. किसी पारदर्शी द्रव (अपवर्तनांक n) से ऊँचाई H तक भरी किसी टंकी की तली पर कोई प्रकाश का बिन्दु स्रोत स्थित है। इस द्रव के पृष्ठ के जिस क्षेत्रफल से प्रकाश स्रोत का प्रकाश निर्गत कर सकता है, वह क्षेत्रफल है –

- (A) $\frac{\pi H^2}{(n-1)}$ (B) $\frac{\pi H^2}{(n^2-1)}$
(C) $\frac{\pi H^2}{\sqrt{n^2-1}}$ (D) $\frac{\pi H^2}{(n^2+1)}$

1

9. कार्य फलन 2.1 eV के किसी पदार्थ के साथ किए गए किसी प्रकाश-विद्युत के प्रयोग में निरोधी विभव का मान 2.5 V पाया जाता है। उत्सर्जित फोटोइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा है –

- (A) 0.4 eV (B) 2.1 eV
(C) 2.5 eV (D) 4.6 eV

1

10. जब कोई p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है तो

- (A) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में वृद्धि होती है।
(B) रोधिका की ऊँचाई में वृद्धि तथा हासी स्तर की चौड़ाई में कमी होती है।
(C) रोधिका की ऊँचाई और हासी स्तर की चौड़ाई दोनों में कमी होती है।
(D) रोधिका की ऊँचाई में कमी तथा हासी स्तर की चौड़ाई में वृद्धि होती है।

1



~

5. You are required to design an air-filled solenoid of inductance 0.016 H having a length 0.81 m and radius 0.02 m. The number of turns in the solenoid should be

1

(A) 2592 (B) 2866
(C) 2976 (D) 3140

6. A voltage $v = v_0 \sin \omega t$ applied to a circuit drives a current $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ in the circuit. The average power consumed in the circuit over a cycle is

1

(A) Zero (B) $i_0 v_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 v_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 v_0}{2} \cos \phi$

7. X-rays are more harmful to human beings than ultraviolet radiations because X-rays -

1

(A) have frequency lower than that of ultraviolet radiations.
(B) have wavelength smaller than that of ultraviolet radiations.
(C) move faster than ultraviolet radiations in air.
(D) are mechanical waves but ultraviolet radiations are electro-magnetic waves.

8. A point source is placed at the bottom of a tank containing a transparent liquid (refractive index n) to a depth H . The area of the surface of the liquid through which light from the source can emerge out is

1

(A) $\frac{\pi H^2}{(n-1)}$ (B) $\frac{\pi H^2}{(n^2-1)}$
(C) $\frac{\pi H^2}{\sqrt{n^2-1}}$ (D) $\frac{\pi H^2}{(n^2+1)}$

9. In a photoelectric experiment with a material of work function 2.1 eV, the stopping potential is found to be 2.5 V. The maximum kinetic energy of ejected photoelectrons is

1

(A) 0.4 eV (B) 2.1 eV
(C) 2.5 eV (D) 4.6 eV

10. When a p-n junction diode is forward biased

1

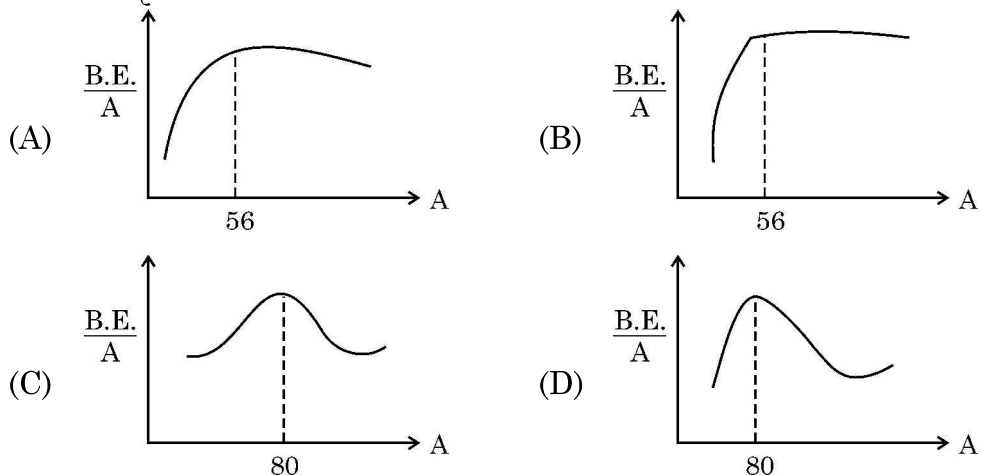
(A) the barrier height and the depletion layer width both increase.
(B) the barrier height increases and the depletion layer width decreases.
(C) the barrier height and the depletion layer width both decrease.
(D) the barrier height decreases and the depletion layer width increases.



11. मान लीजिए समान चाल से गतिमान किसी इलेक्ट्रॉन, किसी प्रोटॉन और किसी ड्यूटेरॉन से संबद्ध तरंगदैर्घ्य क्रमशः λ_e , λ_p तथा λ_d हैं। तब इन तरंगदैर्घ्यों के बीच सही संबंध है –

- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
(C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

12. नीचे दिया गया कौन सा आरेख द्रव्यमान संख्या के फलन के रूप में बंधन-ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के वक्र की सही आकृति का निरूपण करता है ?



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, परंतु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है।
(C) अभिकथन (A) सत्य है, परन्तु कारण (R) असत्य है।
(D) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों ही असत्य हैं।

13. **अभिकथन (A) :** हम किसी p-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब को किसी n-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब से भौतिक रूप से जोड़कर किसी p-n संधि डायोड की रचना नहीं कर सकते हैं।

कारण (R) : किसी p-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_e \gg \eta_h$ होता है जबकि n-प्रकार के अर्धचालक में $\eta_h \gg \eta_e$ होता है।

14. **अभिकथन (A) :** हाइड्रोजन परमाणु में किसी स्थिर कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा धनात्मक होती है।

कारण (R) : किसी आवेशित कण की कुल ऊर्जा सदैव ही धनात्मक होती है।



~

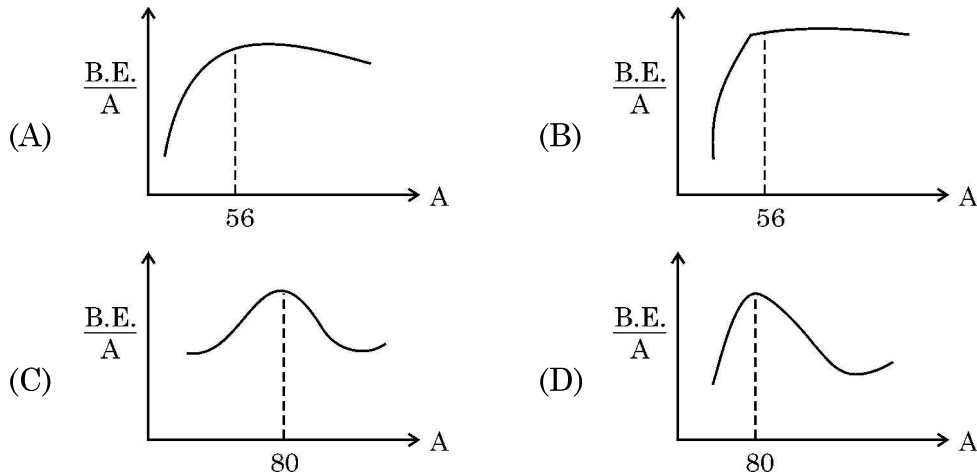
11. Let λ_e , λ_p and λ_d be the wavelengths associated with an electron, a proton and a deuteron, all moving with the same speed. Then the correct relation between them is

1

- (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$ (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
 (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$ (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

12. Which of the following figures correctly represent the shape of curve of binding energy per nucleon as a function of mass number ?

1



Note : Question numbers 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 Assertion (A).
 (B) Both Assertion (A) and Reason (R) are true, but Reason (R) is not the correct explanation of 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) :** We cannot form a p-n junction diode by taking a slab of a p-type semiconductor and physically joining it to another slab of a n-type semiconductor.

1

Reason (R) : In a p-type semiconductor $\eta_e \gg \eta_h$ while in a n-type semiconductor $\eta_h \gg \eta_e$.

14. **Assertion (A) :** The potential energy of an electron revolving in any stationary orbit in a hydrogen atom is positive.

1

Reason (R) : The total energy of a charged particle is always positive.



15. **अभिकथन (A) :** जब कोई अधिक फेरों की संख्या वाली कुण्डली का परिपथ बन्द होता है, तो उसके अन्दर की ओर किसी चुम्बक को गति कराना कठिन होता है । 1
- कारण (R) :** चुम्बक की गति के कारण कुण्डली जिसका परिपथ बंद है, में प्रेरित धारा की दिशा इस प्रकार होती है कि वह चुम्बक की गति का विरोध करती है ।
16. **अभिकथन (A) :** किसी गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण उससे प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है । 1
- कारण (R) :** किसी गैल्वेनोमीटर की कुण्डली एकसमान त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित होती है ।

खण्ड – ख

17. emf E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r के n सर्वसम सेलों का श्रेणी में संयोजित किया गया है । बाद में यह पाया जाता है कि दो सेल 'X' और 'Y' उत्क्रमित ध्रुवताओं में संयोजित हैं । सेल X के सिरो पर विभवान्तर परिकलित कीजिए । 2
18. (a) विवर्तन के किसी प्रयोग में झिरी को 600 nm तरंगदैर्घ्य के प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया गया है । विवर्तन पैटर्न का पहला निम्निष्ठ $\theta = 30^\circ$ पर पड़ता है । झिरी की चौड़ाई परिकलित कीजिए । 2

अथवा

- (b) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो प्रकाश तरंगें, जिनमें प्रत्येक की तीव्रता I_0 है, पर्दे के उस बिन्दु पर व्यतिकरण करती हैं जिस पर पथान्तर $\frac{\lambda}{8}$ है । इस बिन्दु पर तीव्रता ज्ञात कीजिए ।
19. किसी उभयोत्तल लेंस के दोनों फलकों की समान वक्रता त्रिज्या 17 cm है । पानी में डूबे होने पर इस लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए । काँच और पानी का अपवर्तनांक क्रमशः 1.5 और 1.33 है । 2
20. हाइड्रोजन परमाणु के बोर-मॉडल में कोई इलेक्ट्रॉन ऊर्जा स्तर -1.51 eV से -3.40 eV पर संक्रमण करता है । इसकी कक्षा की त्रिज्या में परिवर्तन परिकलित कीजिए । निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन की कक्षा की त्रिज्या 0.53 \AA है । 2
21. किसी p-प्रकार के Si-अर्धचालक को औसतन एक अपमिश्रक परमाणु प्रति 5×10^7 सिलिकॉन परमाणु द्वारा अपमिश्रित (मादित) करके बनाया गया है । यदि नमूने में सिलिकॉन परमाणुओं का संख्या घनत्व 5×10^{28} परमाणु प्रति घनमीटर है, तो मादन (अपमिश्रण) द्वारा नमूने में प्रति घन सेन्टीमीटर निर्मित होलों (विवरों) की संख्या ज्ञात कीजिए । इस प्रकार के अपमिश्रक का एक उदाहरण भी दीजिए । 2

खण्ड – ग

22. (a) 3V और 6V की दो बैटरियाँ, जिनके आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.2Ω और 0.4Ω हैं, पार्श्व में संयोजित हैं । यह संयोजन 4Ω के किसी प्रतिरोधक से संयोजित है । ज्ञात कीजिए : 3
- (i) संयोजन का तुल्य emf
- (ii) संयोजन का तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध
- (iii) संयोजन से ली गयी धारा

अथवा



~

15. **Assertion (A)** : It is difficult to move a magnet into a coil of large number of turns when the circuit of the coil is closed. **1**
Reason (R) : The direction of induced current in a coil with its circuit closed, due to motion of a magnet, is such that it opposes the cause.
16. **Assertion (A)** : The deflection in a galvanometer is directly proportional to the current passing through it. **1**
Reason (R) : The coil of a galvanometer is suspended in a uniform radial magnetic field.

SECTION – B

17. n identical cells, each of e.m.f. E and internal resistance r , are connected in series. Later on it was found out that two cells 'X' and 'Y' are connected in reverse polarities. Calculate the potential difference across the cell 'X'. **2**
18. (a) In a diffraction experiment, the slit is illuminated by light of wavelength 600 nm. The first minimum of the pattern falls at $\theta = 30^\circ$. Calculate the width of the slit. **2**

OR

- (b) In a Young's double-slit experiment, two light waves, each of intensity I_0 , interfere at a point, having a path difference $\frac{\lambda}{8}$ on the screen. Find the intensity at this point.
19. A double convex lens of glass has both faces of the same radius of curvature 17 cm. Find its focal length if it is immersed in water. The refractive indices of glass and water are 1.5 and 1.33 respectively. **2**
20. An electron in Bohr model of hydrogen atom makes a transition from energy level -1.51 eV to -3.40 eV. Calculate the change in the radius of its orbit. The radius of orbit of electron in its ground state is 0.53 \AA . **2**
21. A p-type Si semiconductor is made by doping an average of one dopant atom per 5×10^7 silicon atoms. If the number density of silicon atoms in the specimen is $5 \times 10^{28} \text{ atoms m}^{-3}$, find the number of holes created per cubic centimetre in the specimen due to doping. Also give one example of such dopants. **2**

SECTION – C

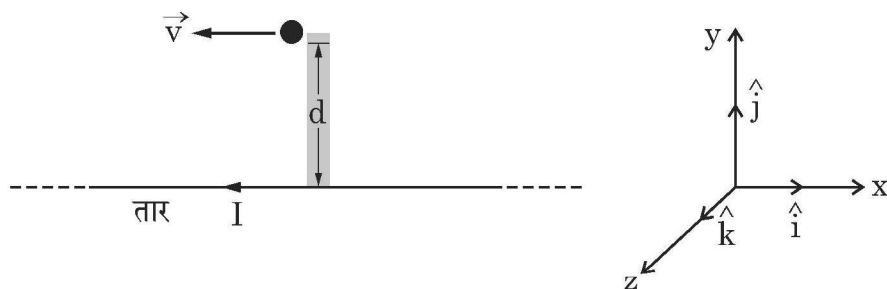
22. (a) Two batteries of emf's 3V & 6V and internal resistances 0.2Ω & 0.4Ω are connected in parallel. This combination is connected to a 4Ω resistor. Find : **3**
(i) the equivalent emf of the combination
(ii) the equivalent internal resistance of the combination
(iii) the current drawn from the combination

OR



- (b) (i) लम्बाई l का कोई चालक emf E के किसी आदर्श सेल के सिरों से संयोजित है। सेल से संयोजित रखते हुए इस चालक को धीरे-धीरे खींचकर इसकी लम्बाई को $2l$ किया गया है। यदि प्रारम्भिक और अंतिम प्रतिरोध के मान R और R' तथा अपवाह वेग के प्रारम्भिक और अन्तिम मान v_d और v_d' हैं, तो (i) R' और R तथा (ii) v_d' और v_d के बीच संबंध ज्ञात कीजिए।
- (ii) जब किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों का अपवाह निम्न से उच्च विभव की ओर होता है, तब इसका क्या यह अर्थ है कि चालक के सभी 'मुक्त इलेक्ट्रॉन' एक ही दिशा में गतिमान हैं?

23. आरेख में दर्शाए अनुसार किसी लम्बे सीधे धारावाही तार, जिससे धारा ' I ' प्रवाहित हो रही है, से दूरी ' d ' पर कोई आवेश ' q ' का कण वेग \vec{v} से गतिमान है। इसी क्षण इस कण पर कोई एकसमान विद्युत क्षेत्र \vec{E} इस प्रकार लगाया जाता है कि आवेशित कण बिना विचलित हुए गतिमान रहता है। एकांक सदिशों \hat{i} , \hat{j} और \hat{k} के पदों में आवेशित कण पर कार्यरत



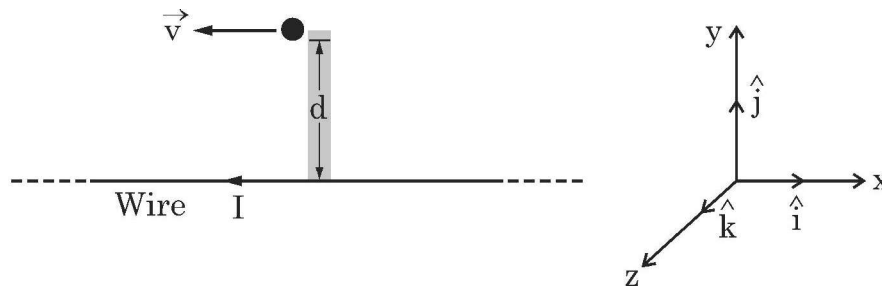
- (a) चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} ,
 (b) चुम्बकीय बल \vec{F}_m , तथा
 (c) विद्युत क्षेत्र \vec{E} ज्ञात कीजिए।
24. किसी श्रेणी LCR परिपथ से कोई वोल्टता $v = v_m \sin \omega t$ का ac स्रोत संयोजित है। फेजर आरेख खींचिए। इसका उपयोग करके परिपथ की प्रतिबाधा तथा धारा और अनुप्रयुक्त वोल्टता के बीच कलान्तर के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।
25. (a) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी ac स्रोत द्वारा आवेशित किया गया है। यदि दर्शाइए कि चालन धारा (I_c) और विस्थापन धारा (I_d) के योग का मान परिपथ के प्रत्येक बिन्दु पर समान होता है।
 (b) क्या उपरोक्त प्रकरण (a) में किरखोफ का पहला नियम (संधि नियम) संधारित्र की प्रत्येक पट्टिका पर वैध है? व्याख्या कीजिए।



~

- (b) (i) A conductor of length l is connected across an ideal cell of emf E . Keeping the cell connected, the length of the conductor is increased to $2l$ by gradually stretching it. If R and R' are initial and final values of resistance and v_d and v_d' are initial and final values of drift velocity, find the relation between (i) R' and R and (ii) v_d' and v_d .
- (ii) When electrons drift in a conductor from lower to higher potential, does it mean that all the 'free electrons' of the conductor are moving in the same direction ?
23. A particle of charge q is moving with a velocity \vec{v} at a distance 'd' from a long straight wire carrying a current 'I' as shown in figure. At this instant, it is subjected to a uniform electric field \vec{E} such that the particle keeps moving undeviated. In terms of unit vectors \hat{i} , \hat{j} and \hat{k} , find –

3



- (a) the magnetic field \vec{B} ,
- (b) the magnetic force \vec{F}_m , and
- (c) the electric field \vec{E} , acting on the charge.
24. An ac source of voltage $v = v_m \sin \omega t$ is connected to a series combination of LCR circuit. Draw the phasor diagram. Using it obtain an expression for the impedance of the circuit and the phase difference between applied voltage and the current.
25. (a) A parallel plate capacitor is charged by an ac source. Show that the sum of conduction current (I_c) and the displacement current (I_d) has the same value at all points of the circuit.
- (b) In case (a) above, is Kirchhoff's first rule (junction rule) valid at each plate of the capacitor ? Explain.

3

3

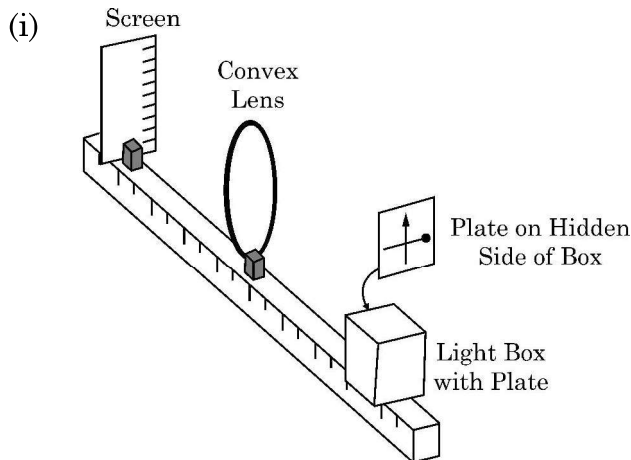


26. (a) प्रकाश-विद्युत प्रभाव के प्रयोग के परिणामों की उन किन्हीं तीन विशिष्टताओं का उल्लेख कीजिए जिनकी व्याख्या प्रकाश के तरंग सिद्धान्त का उपयोग करके नहीं की जा सकती है। 3
- (b) प्रकाश-विद्युत प्रभाव के अपने प्रयोग में रॉबर्ट ए. मिलिकन ने यह पाया कि अंतक वोल्टता और आपतित प्रकाश की आवृत्ति के बीच ग्राफ की प्रवणता (ढाल) $4.12 \times 10^{-15} \text{ Vs}$ है। इससे प्लांक नियतांक का मान परिकलित कीजिए।
27. (a) किसी p-n संधि डायोड के V-I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए। 3
- (b) किसी डायोड के अभिलाक्षणिकों की आकृति दर्शाइए।
- (c) इन अभिलाक्षणिकों से जो दो सूचनाएँ आपको प्राप्त हो सकती हैं उनका उल्लेख कीजिए।
28. (a) किसी नाभिक की 'द्रव्यमान क्षति' और 'बन्धन ऊर्जा' की परिभाषा लिखिए। बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के आधार पर 'विखण्डन प्रक्रम' का वर्णन कीजिए। 3
- (b) किसी इयूटेरॉन में एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन है तथा उसका द्रव्यमान 2.013553 u है। इसके लिए द्रव्यमान क्षति u में तथा इसकी ऊर्जा तुल्य MeV में परिकलित कीजिए।
 $(m_p = 1.007277 \text{ u}; m_n = 1.008665 \text{ u}, 1\text{u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2)$

खण्ड – घ

प्रश्न संख्या 29 तथा 30 केस-अध्ययन आधारित प्रश्न हैं। निम्न पैराग्राफों को पढ़ें तथा नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर दें।

29. एक पतला लेंस दो पृष्ठों से घिरा ऐसा पारदर्शी प्रकाशिक माध्यम होता है जिसका कम से कम एक पृष्ठ अवश्य ही गोलीय होना चाहिए। एकल गोलीय पृष्ठ के लिए प्रतिबिम्ब बनने के लिए सूत्र का अनुप्रयोग हम किन्हीं दो पृष्ठों के निकाय पर क्रमिक रूप से करके पतले लेंसों के लिए लेंस मेकर सूत्र तथा उसके पश्चात लेंस सूत्र प्राप्त कर सकते हैं। किसी लेंस के दो फोकस बिन्दु होते हैं जिन्हें “प्रथम फोकस बिन्दु” तथा “द्वितीय फोकस बिन्दु” कहते हैं और इनमें एक लेंस के एक ओर तथा दूसरा लेंस के दूसरी ओर होता है। $4 \times 1 = 4$



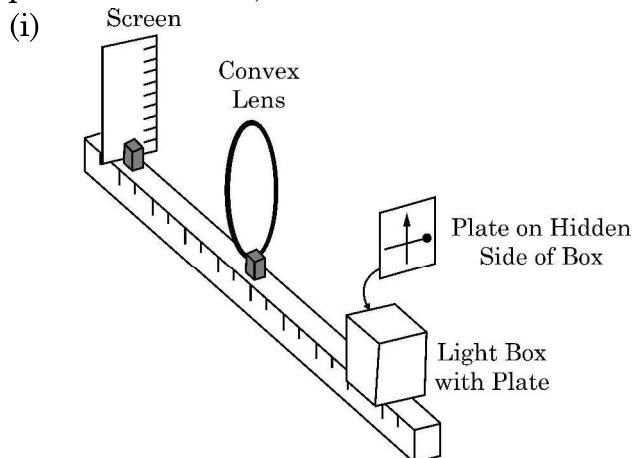


26. (a) Mention any three features of results of experiment on photoelectric effect which cannot be explained using the wave theory of light. 3
- (b) In his experiment on photoelectric effect, Robert A. Millikan found the slope of the cut-off voltage versus frequency of incident light plot to be 4.12×10^{-15} Vs. Calculate the value of Planck's constant from it.
27. (a) Draw circuit arrangement for studying V-I characteristics of a p-n junction diode. 3
- (b) Show the shape of the characteristics of a diode.
- (c) Mention two information that you can get from these characteristics.
28. (a) Define 'Mass defect' and 'Binding energy' of a nucleus. Describe 'Fission process' on the basis of binding energy per nucleon. 3
- (b) A deuteron contains a proton and a neutron and has a mass of 2.013553 u. Calculate the mass defect for it in u and its energy equivalence in MeV. ($m_p = 1.007277$ u, $m_n = 1.008665$ u, $1u = 931.5$ MeV/c²)

SECTION – D

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

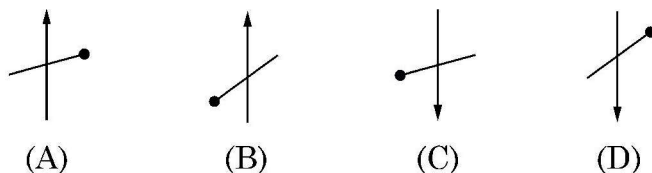
29. A thin lens is a transparent optical medium bounded by two surfaces, at least one of which should be spherical. Applying the formula for image formation by a single spherical surface successively at the two surfaces of a lens, one can obtain the 'lens maker formula' and then the 'lens formula'. A lens has two foci – called 'first focal point' and 'second focal point' of the lens, one on each side. $4 \times 1 = 4$





आरेख में दर्शायी व्यवस्था पर विचार कीजिए। एक काला ऊर्ध्वाधर तीर तथा एक गोले वाली मोटी क्षैतिज रेखा काँच के एक प्लेट पर पेन्ट किए गये हैं। यह बिम्ब की भाँति कार्य करता है। जब इस प्लेट को प्रदीप्त किया जाता है तो पर्दे पर इसका वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है।

निम्नलिखित में से कौन पर्दे पर बने प्रतिबिम्ब का सही निरूपण करता है?



(ii) नीचे दिया गया कौन सा कथन गलत है ?

- (A) उत्तल दर्पण के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।
- (B) किसी दर्पण द्वारा बने सभी आभासी प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन धनात्मक होता है।
- (C) अवतल लेंस के लिए आवर्धन सदैव धनात्मक होता है।
- (D) वास्तविक और उलटे प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है।

(iii) फोकस दूरी f के किसी उत्तल लेंस को उसके मुख्य अक्ष के लम्बवत दो समान भागों में काटा गया है। इसके प्रत्येक भाग की फोकस दूरी होगी

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

अथवा

(iii) यदि उपरोक्त प्रकरण (i) में बिम्ब लेंस से 20 cm दूरी पर तथा पर्दा बिम्ब से 50 cm की दूरी पर है तो उपयोग किए गए लेंस की फोकस दूरी है

- (A) 10 cm
- (B) 12 cm
- (C) 16 cm
- (D) 20 cm

(iv) किसी उभयोत्तल लेंस के प्रथम फोकस बिन्दु से बिम्ब की दूरी X_1 तथा प्रतिबिम्ब की लेंस के द्वितीय फोकस बिन्दु से दूरी X_2 है, तो लेंस की फोकस दूरी है

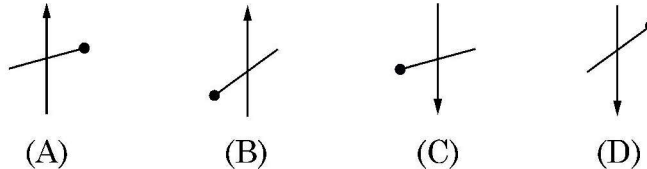
- (A) $X_1 X_2$
- (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$
- (C) $\sqrt{X_1 X_2}$
- (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$



~

Consider the arrangement shown in figure. A black vertical arrow and a horizontal thick line with a ball are painted on a glass plate. It serves as the object. When the plate is illuminated, its real image is formed on the screen.

Which of the following correctly represents the image formed on the screen ?



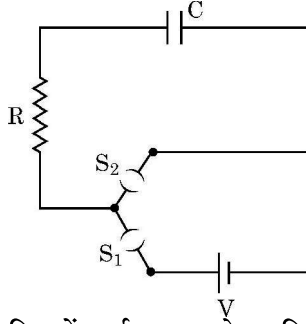
- (ii) Which of the following statements is incorrect ?
- (A) For a convex mirror magnification is always negative.
(B) For all virtual images formed by a mirror magnification is positive.
(C) For a concave lens magnification is always positive.
(D) For real and inverted images, magnification is always negative.
- (iii) A convex lens of focal length 'f' is cut into two equal parts perpendicular to the principal axis. The focal length of each part will be :
- (A) f (B) 2 f
(C) $\frac{f}{2}$ (D) $\frac{f}{4}$

OR

- (iii) If an object in case (i) above is 20 cm from the lens and the screen is 50 cm away from the object, the focal length of the lens used is
- (A) 10 cm (B) 12 cm
(C) 16 cm (D) 20 cm
- (iv) The distance of an object from first focal point of a biconvex lens is X_1 and distance of the image from second focal point is X_2 . The focal length of the lens is
- (A) $X_1 X_2$ (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$
(C) $\sqrt{X_1 X_2}$ (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$



30.



4 × 1 = 4

चित्र में दर्शाए गए आरेख, जिसे RC श्रेणी परिपथ कहते हैं, के किसी परिपथ में कोई संधारित्र C, प्रतिरोध R का प्रतिरोधक तथा emf V की कोई आदर्श बैटरी संयोजित है। (S₂ को खुला रखते हुए) कुंजी S₁ को बन्द करने पर परिपथ पूर्ण हो जाता है तथा तुरन्त संधारित्र की पट्टिकाओं और बैटरी के टर्मिनलों के बीच आवेश का प्रवाह आरंभ हो जाता है। संधारित्र पर आवेश में वृद्धि होती है परिणामस्वरूप संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर V_c (= q/C) में समय के साथ वृद्धि होती है। जब यह विभवान्तर बैटरी के सिरों के बीच विभवान्तर के बराबर हो जाता है, तो संधारित्र पूर्णरूपेण आवेशित हो जाता है (Q = VC)। इस आवेशन प्रक्रिया की अवधि में संधारित्र पर आवेश q में समय के साथ परिवर्तन होता है जिसे इस प्रकार निरूपित किया जाता है –

$$q = Q[1 - e^{-t/RC}]$$

इस व्यंजक का अवकलन तथा $\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}$ का उपयोग करके आवेशन धारा प्राप्त की जा सकती है।

उस प्रकरण पर विचार कीजिए जिसमें R = 20 kΩ, C = 500 μF तथा V = 10 V

(i) जब कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है तब संधारित्र पर अंतिम आवेश है –

- (A) 5 μC (B) 5 mC
(C) 25 mC (D) 0.1 C

(ii) पर्याप्त समय के लिए कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली रहती है। अब S₂ को बन्द तथा S₁ को खोल दिया गया है। संधारित्र पर अंतिम आवेश क्या है ?

- (A) शून्य (B) 5 mC
(C) 2.5 mC (D) 5 μC

(iii) RC के लिए विमीय सूत्र है –

- (A) [M L² T⁻³ A⁻²] (B) [M⁰ L⁰ T⁻¹ A⁰]
(C) [M⁻¹ L⁻² T⁴ A²] (D) [M⁰ L⁰ T A⁰]

(iv) कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है। 5 सेकण्ड के पश्चात प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा है

- (A) $\frac{1}{2\sqrt{e}}$ mA (B) \sqrt{e} mA
(C) $\frac{1}{\sqrt{e}}$ mA (D) $\frac{1}{2e}$ mA

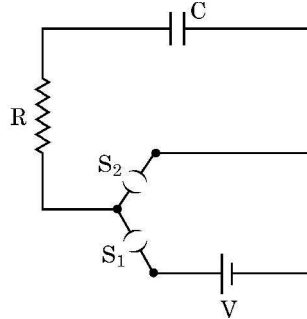
अथवा

(iv) कुंजी S₁ बन्द तथा S₂ खुली है। प्रतिरोधक में आवेशन धारा का आरम्भिक मान है

- (A) 5 mA (B) 0.5 mA (C) 2 mA (D) 1 mA



30. A circuit consisting of a capacitor C , a resistor of resistance R and an ideal battery of emf V , as shown in figure is known as RC series circuit. $4 \times 1 = 4$



As soon as the circuit is completed by closing key S_1 (keeping S_2 open) charges begin to flow between the capacitor plates and the battery terminals. The charge on the capacitor increases and consequently the potential difference $V_c (= q/C)$ across the capacitor also increases with time. When this potential difference equals the potential difference across the battery, the capacitor is fully charged ($Q = VC$). During this process of charging, the charge q on the capacitor changes with time t as $q = Q[1 - e^{-t/RC}]$

The charging current can be obtained by differentiating it and using $\frac{d}{dx}(e^{mx}) = me^{mx}$.

Consider the case when $R = 20 \text{ k}\Omega$, $C = 500 \text{ }\mu\text{F}$ and $V = 10 \text{ V}$.

- (i) The final charge on the capacitor, when key S_1 is closed and S_2 is open, is

(A) $5 \text{ }\mu\text{C}$	(B) 5 mC
(C) 25 mC	(D) 0.1 C
- (ii) For sufficient time the key S_1 is closed and S_2 is open. Now key S_2 is closed and S_1 is open. What is the final charge on the capacitor ?

(A) Zero	(B) 5 mC
(C) 2.5 mC	(D) $5 \text{ }\mu\text{C}$
- (iii) The dimensional formula for RC is

(A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	(B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$
(C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$	(D) $[M^0 L^0 T A^0]$
- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The value of current in the resistor after 5 seconds, is

(A) $\frac{1}{2\sqrt{e}} \text{ mA}$	(B) $\sqrt{e} \text{ mA}$	(C) $\frac{1}{\sqrt{e}} \text{ mA}$	(D) $\frac{1}{2e} \text{ mA}$
--------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

OR

- (iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The initial value of charging current in the resistor, is

(A) 5 mA	(B) 0.5 mA	(C) 2 mA	(D) 1 mA
--------------------	----------------------	--------------------	--------------------



खण्ड – ड

31. (a) (i) (1) कलासंबद्ध स्रोत क्या होते हैं ? सतत व्यतिकरण पैटर्न का प्रेक्षण करने के लिए इनका होना आवश्यक क्यों है ?
 (2) दो स्वतंत्र स्रोतों के प्रकाश कलासंबद्ध नहीं होते हैं। व्याख्या कीजिए।
 (ii) किसी पर्दे से 1.20 m की दूरी पर एक दूसरे से 0.1 mm दूरी पर दो झिरियाँ व्यवस्थित की गयी हैं। इन झिरियों पर किसी दूरस्थ प्रकाश स्रोत से 600 nm तरंगदैर्घ्य का प्रकाश आपतन कर रहा है।
 (1) पर्दे पर निकटवर्ती चमकीली व्यतिकरण फ्रिंजों के बीच कितनी दूरी होगी ?
 (2) पहली चमकीली फ्रिंज की कोणीय चौड़ाई (अंशों में) ज्ञात कीजिए।

अथवा

- (b) (i) तरंगाग्र की परिभाषा लिखिए। कोई आपतित समतल तरंग किसी उत्तल लेंस पर आपतन करती है और उससे अपवर्तित हो जाती है। आपतित और अपवर्तित तरंगाग्रों को आरेख खींचकर दर्शाइए।
 (ii) किसी दूरस्थ स्रोत से आता कोई प्रकाश पुंज 15 cm त्रिज्या की किसी काँच (अपवर्तनांक 1.5) की गोल गेंद द्वारा अपवर्तित होता है। किरण आरेख खींचकर बनने वाले अंतिम प्रतिबिम्ब की स्थिति प्राप्त कीजिए।
32. (a) (i) $5 \mu\text{C}$ और $-1 \mu\text{C}$ के दो बिन्दु आवेश क्रमशः $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ और $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ बिन्दुओं पर स्थित हैं। इस प्रदेश में किसी बाह्य विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ को अनुप्रयुक्त किया गया है, यहाँ $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ है। इस विद्युत क्षेत्र के कारण निकाय की स्थिर विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन परिकलित कीजिए।
 (ii) वायु में स्थित दो चालकों के किसी निकाय पर नेट आवेश $+80 \mu\text{C}$ तथा $-80 \mu\text{C}$ है जो उनके बीच 16V का विभवान्तर उत्पन्न करता है।
 (1) निकाय की धारिता ज्ञात कीजिए।
 (2) यदि संधारित्र में वायु के स्थान पर परावैद्युतांक 3 का कोई परावैद्युत माध्यम भर दिया जाए तो दो चालकों के बीच विभवान्तर क्या होगा ?
 (3) यदि इन चालकों पर आवेशों को परिवर्तित करके $+160 \mu\text{C}$ और $-160 \mu\text{C}$ कर दिया जाए तो क्या निकाय की धारिता में कोई परिवर्तन होगा ? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए।

अथवा

- (b) (i) तीन ऐसे धात्विक गोलीय खोल A, B और C पर विचार कीजिए जिनमें प्रत्येक की त्रिज्या R है। प्रत्येक खोल में त्रिज्या $R/10$ की संकेंद्री धातु की गेंद है। इन गोलीय खोलों को क्रमशः $+6q, -4q$ तथा $14q$ आवेश दिया गया है। इनके भीतर की गेंदों को भी क्रमशः $-2q, +8q$ और $-10q$ आवेश दिए गए हैं। इन खोलों A, B और C के केन्द्रों से $3R$ दूरी पर इन खोलों के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्रों की तुलना कीजिए।



~

SECTION – E

31. (a) (i) (1) What are coherent sources ? Why are they necessary for observing a sustained interference pattern ?
(2) Lights from two independent sources are not coherent. Explain.
(ii) Two slits 0.1 mm apart are arranged 1.20 m from a screen. Light of wavelength 600 nm from a distant source is incident on the slits.
(1) How far apart will adjacent bright interference fringes be on the screen ?
(2) Find the angular width (in degree) of the first bright fringe.

5**OR**

- (b) (i) Define a wavefront. An incident plane wave falls on a convex lens and gets refracted through it. Draw a diagram to show the incident and refracted wavefront.
(ii) A beam of light coming from a distant source is refracted by a spherical glass ball (refractive index 1.5) of radius 15 cm. Draw the ray diagram and obtain the position of the final image formed.
32. (a) (i) Two point charges $5 \mu\text{C}$ and $-1 \mu\text{C}$ are placed at points $(-3 \text{ cm}, 0, 0)$ and $(3 \text{ cm}, 0, 0)$ respectively. An external electric field $\vec{E} = \frac{A}{r^2} \hat{r}$ where $A = 3 \times 10^5 \text{ Vm}$ is switched on in the region. Calculate the change in electrostatic energy of the system due to the electric field.
(ii) A system of two conductors is placed in air and they have net charge of $+80 \mu\text{C}$ and $-80 \mu\text{C}$ which causes a potential difference of 16 V between them.
(1) Find the capacitance of the system.
(2) If the air between the capacitor is replaced by a dielectric medium of dielectric constant 3, what will be the potential difference between the two conductors ?
(3) If the charges on two conductors are changed to $+160 \mu\text{C}$ and $-160 \mu\text{C}$, will the capacitance of the system change ? Give reason for your answer.

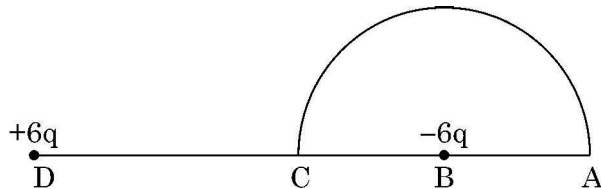
5**OR**

- (b) (i) Consider three metal spherical shells A, B and C, each of radius R. Each shell is having a concentric metal ball of radius $R/10$. The spherical shells A, B and C are given charges $+6q$, $-4q$, and $14q$ respectively. Their inner metal balls are also given charges $-2q$, $+8q$ and $-10q$ respectively. Compare the magnitude of the electric fields due to shells A, B and C at a distance $3R$ from their centres.



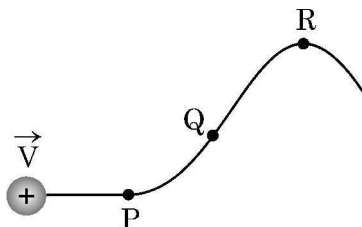
~

- (ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 5 cm त्रिज्या के किसी अर्धवृत्त के केन्द्र B पर कोई $-6 \mu\text{C}$ आवेश स्थित है। बिन्दु B से 10 cm दूरी पर स्थित बिन्दु D पर कोई अन्य परिमाण में समान परन्तु विजातीय आवेश स्थित है। इस अर्धवृत्त की परिधि के अनुदिश कोई $+5 \mu\text{C}$ आवेश बिन्दु C से बिन्दु A ले जाया गया है। आवेश पर किया गया कार्य परिकलित कीजिए।



33. (a) (i) किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में वेग \vec{V} से गतिमान कोई प्रोटॉन आरेख में दर्शाए अनुसार पथ संरेखित करता है।

5



प्रोटॉन द्वारा चला गया पथ सदैव कागज के तल में ही होता है। बिन्दु P, Q और R के निकट के प्रदेश में चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्या है? इन बिन्दुओं पर चुम्बकीय क्षेत्रों के आपेक्षिक परिमाणों के विषय में आप क्या कह सकते हैं?

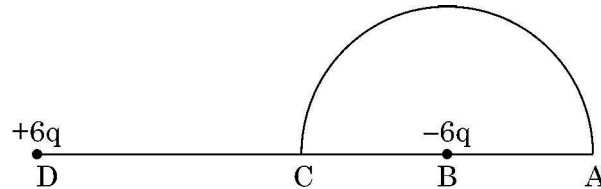
- (ii) क्षेत्रफल A का कोई धारावाही वृत्ताकार पाश अपने केन्द्र पर कोई चुम्बकीय क्षेत्र B उत्पन्न करता है। यह दर्शाइए कि पाश का चुम्बकीय आघूर्ण $\frac{2BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ है।

अथवा

- (b) (i) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित किसी आयताकार धारा पाश पर कार्यरत बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में कोई आवेशित कण वेग \vec{V} से वर्तुल मार्ग पर गमन कर रहा है। इस आवेशित कण को किसी लैड की चादर से गुजारा जाता है जिसके फलस्वरूप इसकी गति की दिशा में बिना कोई परिवर्तन हुए इसकी गतिज ऊर्जा घटकर आधी रह जाती है। इस कण के (1) पथ की त्रिज्या तथा (2) परिक्रमण के आवर्तकाल में क्या परिवर्तन होगा?

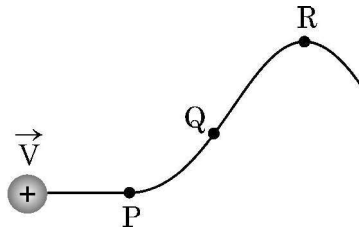


- (ii) A charge $-6 \mu\text{C}$ is placed at the centre B of a semicircle of radius 5 cm, as shown in the figure. An equal and opposite charge is placed at point D at a distance of 10 cm from B. A charge $+5 \mu\text{C}$ is moved from point 'C' to point 'A' along the circumference. Calculate the work done on the charge.



33. (a) (i) A proton moving with velocity \vec{V} in a non-uniform magnetic field traces a path as shown in the figure.

5



The path followed by the proton is always in the plane of the paper. What is the direction of the magnetic field in the region near points P, Q and R ? What can you say about relative magnitude of magnetic fields at these points ?

- (ii) A current carrying circular loop of area A produces a magnetic field B at its centre. Show that the magnetic moment of the loop is $\frac{2 BA}{\mu_0} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$.

OR

- (b) (i) Derive an expression for the torque acting on a rectangular current loop suspended in a uniform magnetic field.
- (ii) A charged particle is moving in a circular path with velocity \vec{V} in a uniform magnetic field \vec{B} . It is made to pass through a sheet of lead and as a consequence, it loses one half of its kinetic energy without change in its direction. How will (1) the radius of its path (2) its time period of revolution change ?

रोल नं.

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

Roll No.

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



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/1

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) कैलकुलेटर 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

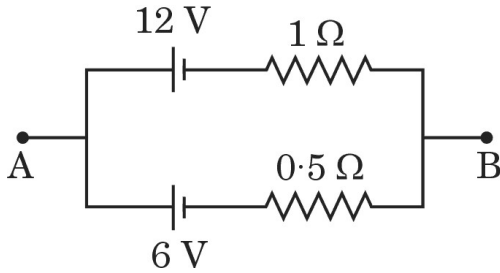
1. किसी पतली प्लास्टिक की छड़ को त्रिज्या R के वृत्ताकार वलय के रूप में मोड़ा गया है। इसे आवेश घनत्व λ से एकसमान आवेशित किया गया है। इसके केन्द्र पर विद्युत-क्षेत्र का परिमाण है :

(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

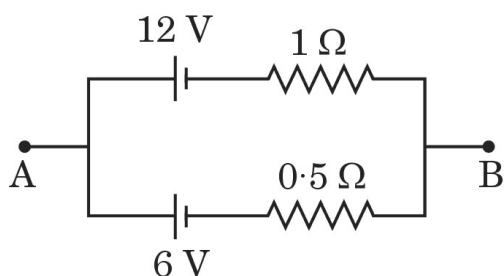
1. A thin plastic rod is bent into a circular ring of radius R . It is uniformly charged with charge density λ . The magnitude of the electric field at its centre is :

(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) $\frac{G}{100 \cdot 1} \Omega$
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) $\frac{G}{100.1} \Omega$
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 परिकलित 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 $20^{\circ}\text{C} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. 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

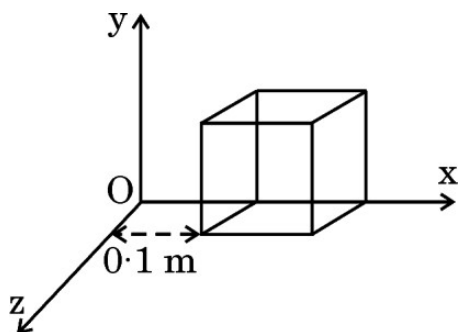
21. Plot a graph showing the variation of current with voltage for the material GaAs. On the graph, mark the region where : 2

- (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 $\vec{E} = 500x\hat{i}$ विद्यमान है। यहाँ x मीटर में तथा E , NC^{-1} में है। परिकलित कीजिए :

- (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

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

अथवा

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

24. $1.3384 \times 10^{-14} \text{ J}$ 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 :

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

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

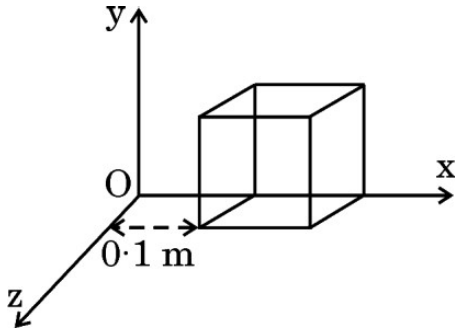
SECTION C

- 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 $1.3384 \times 10^{-14} \text{ J}$ 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 $= 1.0 \times 10^8 \text{ C/kg}$]

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

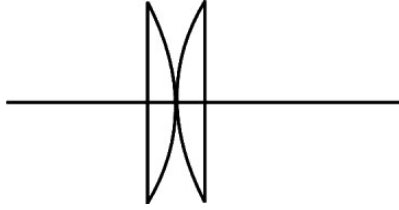
- (ii) क्षमता P के किसी उभयोत्तल लेंस, जिसके दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या समान है, को उसके मुख्य अक्ष के लम्बवत् दो समान भागों में काटा गया है। लेंस के एक भाग की क्षमता होगी :

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 :

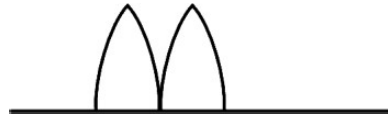
1



- (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

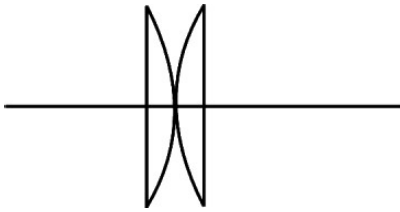
- (i) A double-convex lens, with each face having same radius of curvature R , is made of glass of refractive index n . Its power is : 1

(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

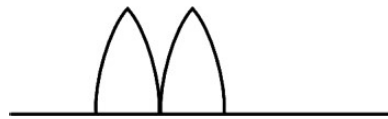
(A) $2P$ (B) P (C) $4P$ (D) $\frac{P}{2}$

- (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 सिरों 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 :

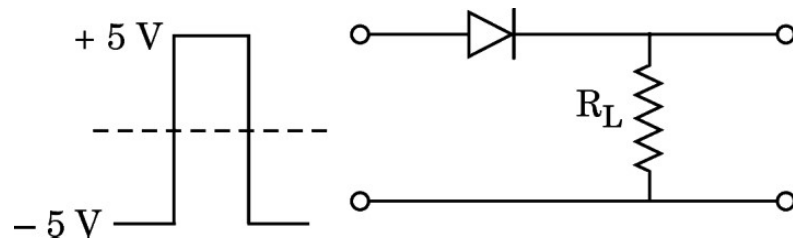
1

- (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 :

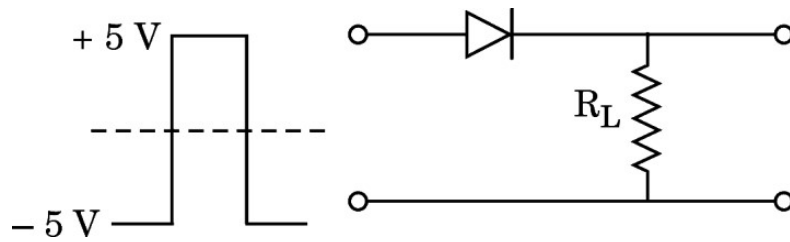
1

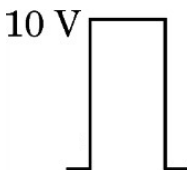
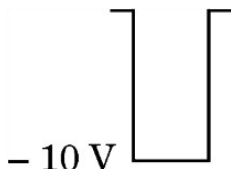
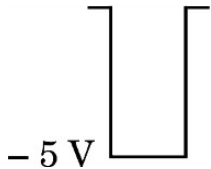
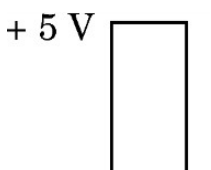
- (A) 100 Hz (B) 50 Hz
(C) 25 Hz (D) 150 Hz

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



- (A) 
- (B) 
- (C) 
- (D) 

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 पृथक्क 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 ह्रास 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। परिकलित 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। तदनुरूपी 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

रोल नं.

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

Roll No.

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



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/2

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) कैलकुलेटर 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. त्रिज्या r के किसी आवेशित गोले का पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है। इसके पृष्ठ पर विद्युत-क्षेत्र E है। यदि आवेश घनत्व समान रखते हुए गोले की त्रिज्या दुगुनी कर दी जाए, तो पुराने गोले और नए गोले के विद्युत-क्षेत्रों का अनुपात होगा :
 (A) 1 (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) 4
3. किसी छात्र से चार सेलों, जिनमें प्रत्येक का वि.वा. बल (emf) E तथा आन्तरिक प्रतिरोध r है, को श्रेणी में संयोजित करने के लिए कहा गया है। परन्तु वह इनमें से एक सेल को अन्य सेलों के साथ ग़लत ढंग से श्रेणी में संयोजित करता/करती है। संयोजन के तुल्य वि.वा. बल (emf) और तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध होंगे क्रमशः
 (A) $4E$ और $2r$ (B) $4E$ और $3r$
 (C) $3E$ और $4r$ (D) $2E$ और $4r$
4. किसी तार के टुकड़े को वृत्ताकार पाश A में मोड़ा गया है और उससे I धारा प्रवाहित हो रही है। तार को फिर दो फेरों के वृत्ताकार पाश B में मोड़ा गया और उससे समान धारा प्रवाहित की गई। पाश A और पाश B के केन्द्रों पर चुम्बकीय क्षेत्रों का अनुपात होगा :
 (A) $\frac{1}{16}$ (B) 16
 (C) 4 (D) $\frac{1}{4}$
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. A charged sphere of radius r has surface charge density σ . The electric field on its surface is E . If the radius of the sphere is doubled, keeping charge density the same, the ratio of the electric field on the old sphere to that on the new sphere will be :
- (A) 1 (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) 4
3. A student is asked to connect four cells, each of emf E and internal resistance r , in series. But she/he connects one cell wrongly in series with the other cells. The equivalent emf and the equivalent internal resistance of the combination will be :
- (A) $4E$ and $2r$ (B) $4E$ and $3r$
(C) $3E$ and $4r$ (D) $2E$ and $4r$
4. A piece of wire bent in the form of a circular loop A carries a current I . The wire is then bent into a circular loop B of two turns and carries the same current. The ratio of magnetic fields at the centre of loop A to that of loop B will be :
- (A) $\frac{1}{16}$ (B) 16
(C) 4 (D) $\frac{1}{4}$
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) $\frac{G}{100 \cdot 1} \Omega$
7. कोई चालक वृत्ताकार पाश किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $B = 50 \text{ mT}$ में चुम्बकीय क्षेत्र के समतल लम्बवत् स्थित है। पाश की त्रिज्या 1 mm s^{-1} की एकसमान दर से सिकुड़ने लगती है। जिस क्षण पाश की त्रिज्या 4 cm है, तब पाश में प्रेरित वि.वा. बल (emf) है :
- (A) $\pi \mu\text{V}$ (B) $2\pi \mu\text{V}$
(C) $4\pi \mu\text{V}$ (D) $8\pi \mu\text{V}$
8. किसी विद्युत-चुम्बकीय तरंग के विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्र :
- (A) एक-दूसरे के लम्बवत् और समान कला में होते हैं।
(B) एक-दूसरे के लम्बवत् नहीं होते और समान कला में होते हैं।
(C) एक-दूसरे के लम्बवत् होते हैं लेकिन समान कला में नहीं होते हैं।
(D) न तो एक-दूसरे के लम्बवत् और न ही समान कला में होते हैं।
9. 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) $\frac{1}{9}$
10. 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
11. 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।

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) $\frac{G}{100.1} \Omega$
7. A conducting circular loop is placed in a uniform magnetic field $B = 50$ mT with its plane perpendicular to the magnetic field. The radius of the loop is made to shrink at a constant rate of 1 mm s^{-1} . At the instant the radius of the loop is 4 cm, the induced emf in the loop is :
- (A) $\pi \mu\text{V}$ (B) $2\pi \mu\text{V}$
 (C) $4\pi \mu\text{V}$ (D) $8\pi \mu\text{V}$
8. The electric and magnetic fields of electromagnetic waves are :
- (A) In the same phase and perpendicular to each other.
 (B) In the same phase and not perpendicular to each other.
 (C) Not in the same phase but are perpendicular to each other.
 (D) Neither in the same phase nor perpendicular to each other.
9. 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) $\frac{1}{9}$
10. 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
11. 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.

12. 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 $n_i = \infty$

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) : 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।

14. 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।

15. 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।

16. 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।

12. 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 $n_i = \infty$

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) : 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.

14. 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.

15. 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.

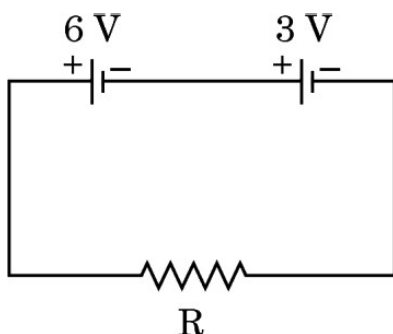
16. Assertion (A) : The mutual inductance between two coils is maximum when the coils are wound on each other.

Reason (R) : The flux linkage between two coils is maximum when they are wound on each other.

खण्ड ख

17. आरेख में दर्शाए अनुसार दो बैटरियाँ जिनके वि.वा. बल (emf) 6 V और 3 V हैं तथा आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.8Ω और 0.2Ω हैं, किसी बाह्य प्रतिरोध R से श्रेणी में संयोजित हैं। R का वह मान ज्ञात कीजिए ताकि 6 V की बैटरी के सिरो पर विभवान्तर शून्य हो।

2



18. 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

19. (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 परिकलित कीजिए।

2

20. 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।

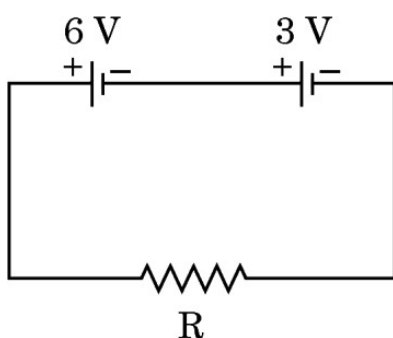
2

21. किसी नैज अर्धचालक की चालकता ताप के साथ किस प्रकार परिवर्तित होती है ? व्याख्या कीजिए। विचरण को ग्राफ द्वारा दर्शाइए।

2

SECTION B

17. Two batteries of emfs 6 V and 3 V and internal resistances 0.8Ω and 0.2Ω respectively are connected in series to an external resistance R , as shown in figure. Find the value of R so that the potential difference across the 6 V battery be zero. 2



18. 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
19. (a) Monochromatic light of frequency 5.0×10^{14} 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
20. 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
21. How does the conductivity of an intrinsic semiconductor vary with temperature? Explain. Show the variation in a plot. 2

खण्ड ग

22. तीन बिन्दु आवेश Q_1 , Q_2 तथा Q_3 , $x - y$ तल में क्रमशः बिन्दुओं $(-d, 0)$, $(0, 0)$ और $(d, 0)$ पर स्थित हैं। Q_1 और Q_3 समरूप हैं तथा Q_2 धनात्मक है। आवेश Q_1 की प्रकृति और मान क्या हों ताकि इन आवेशों के निकाय की स्थितिज ऊर्जा शून्य हो ?

3

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

3

अथवा

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

3

24. एक छड़ चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण 2.5 JT^{-1} है। यह किसी 0.32 T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में संरेखित रखा है।

(क) चुम्बक को घुमाने में किया गया कार्य ज्ञात कीजिए ताकि चुम्बकीय आघूर्ण को (i) क्षेत्र की दिशा के अभिलम्बवत्, तथा (ii) क्षेत्र की दिशा के विपरीत संरेखित किया जाए।

(ख) उपर्युक्त प्रकरण (i) और (ii) में चुम्बक पर बल-आघूर्ण क्या है ?

3

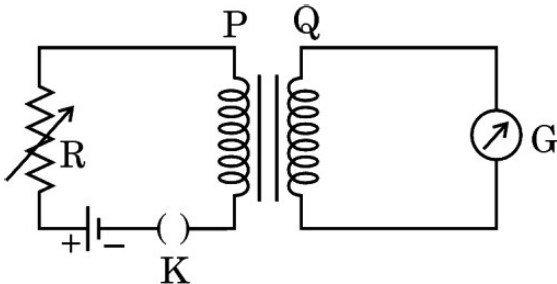
25. आरेख में दर्शाई गई दो कुण्डलियों P और Q के व्यवस्था पर विचार कीजिए। जब कुण्डली P में स्विच को खोलते या बन्द करते हैं, तो कुण्डली Q में भी धारा प्रवाहित होती है।

(क) इसमें निहित परिघटना की व्याख्या कीजिए।

(ख) उन दो कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर कुण्डली Q में उत्पन्न धारा निर्भर करती है।

(ग) कुण्डली Q में धारा की दिशा का उल्लेख कीजिए जब कुण्डली P में धारा प्रवाहित हो रही है तथा (i) R में वृद्धि होती है, तथा (ii) R में कमी होती है।

3



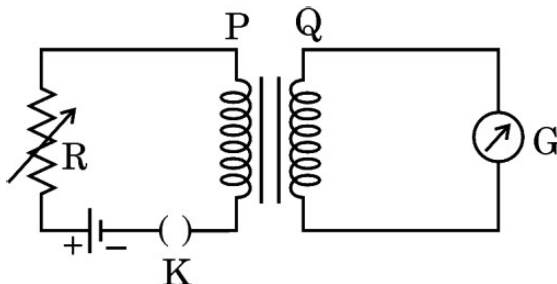
SECTION C

22. Three point charges Q_1 , Q_2 and Q_3 are located in $x - y$ plane at points $(-d, 0)$, $(0, 0)$ and $(d, 0)$ respectively. Q_1 and Q_3 are identical and Q_2 is positive. What will be the nature and value of Q_1 so that the potential energy of the system is zero ? 3

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 bar magnet of magnetic moment 2.5 JT^{-1} lies aligned with the direction of a uniform magnetic field of 0.32 T .
- (a) Find the amount of work done to turn the magnet so as to align its magnetic moment (i) normal to the field direction, and (ii) opposite to the field direction.
- (b) What is the torque on the magnet in above cases (i) and (ii) ? 3
25. Consider the arrangement of two coils P and Q shown in the figure. When current in coil P is switched on or switched off, a current flows in coil Q.
- (a) Explain the phenomenon involved in it.
- (b) Mention two factors on which the current produced in coil Q depends.
- (c) Give the direction of current in coil Q when there is a current in the coil P and (i) R is increased, and (ii) R is decreased. 3



26. रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल की कमियाँ लिखिए। बोरे ने उन्हें किस प्रकार दूर किया? यह दर्शाइए कि बोरे परमाणु की विभिन्न कक्षाओं के बीच की दूरियाँ समान नहीं होती हैं। 3
27. (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
28. (क) नाभिकीय बल के दो अभिलाक्षणिक गुण लिखिए।
- (ख) किसी न्यूक्लियॉनों के युगल की स्थितिज ऊर्जा और उनके पृथक्करण के बीच विचरण को ग्राफ खींचकर दर्शाइए। इस ग्राफ से निकाले जा सकने वाले दो महत्वपूर्ण निष्कर्ष लिखिए। 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. 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 सिरों 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।

26. 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
27. (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
28. (a) Write two characteristic properties of nuclear force.
- (b) Draw a plot of potential energy of a pair of nucleons as a function of their separation. Write two important conclusions that can be drawn from the plot. 3

SECTION D

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

29. 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) 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।
- (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

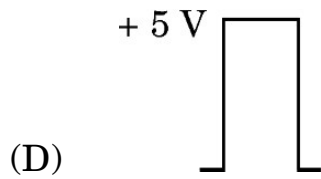
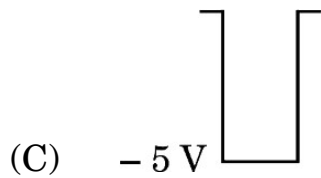
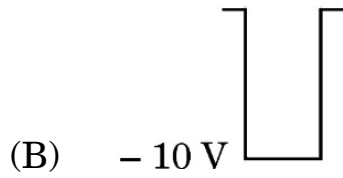
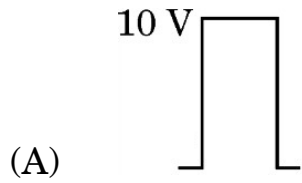
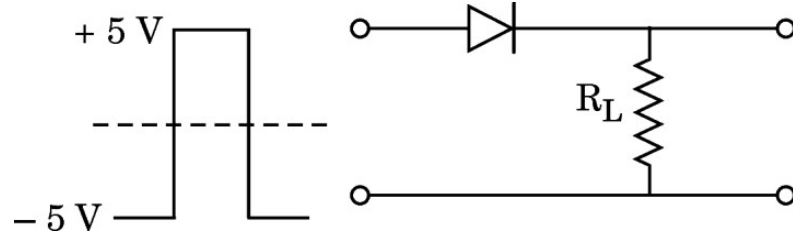
अथवा

- (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) (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

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

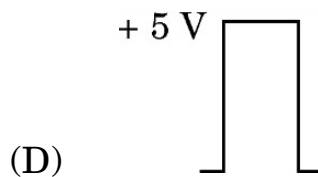
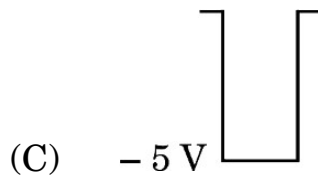
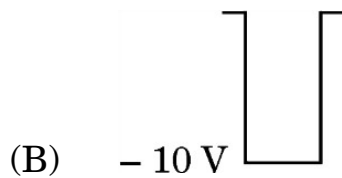
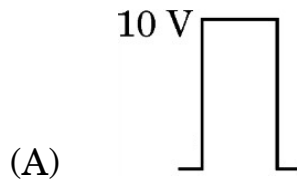
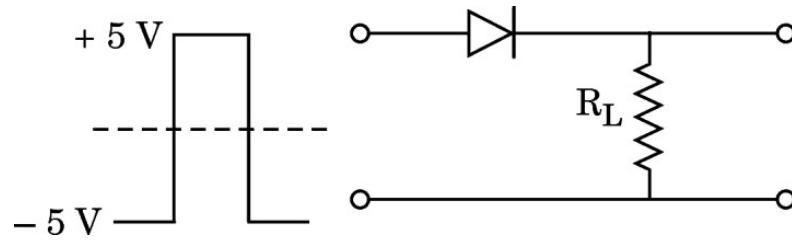
1



30. 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।

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

1



- 30.** 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.

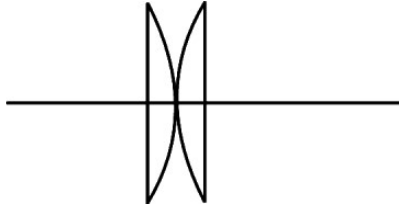
- (i) किसी काँच के बने उभयोत्तल लेंस के दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या R समान है तथा काँच का अपवर्तनांक n है। इस लेंस की क्षमता है : 1

(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

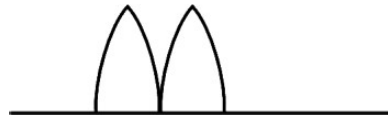
(A) $2P$ (B) P (C) $4P$ (D) $\frac{P}{2}$

- (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

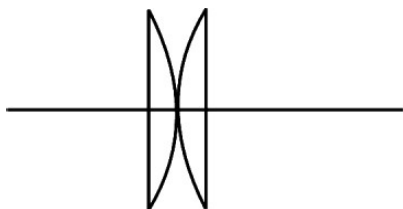
- (i) A double-convex lens, with each face having same radius of curvature R , is made of glass of refractive index n . Its power is : 1

(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

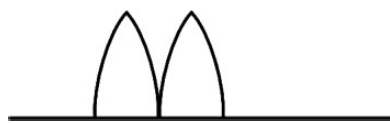
(A) $2P$ (B) P (C) $4P$ (D) $\frac{P}{2}$

- (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

खण्ड ड

31. (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) 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। तदनुरूपी 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

SECTION E

31. (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) 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

32. (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 पृथक्क 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

33. (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।

- 32.** (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

- 33.** (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 ह्रास 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। परिकलित 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

- (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

रोल नं.

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

Roll No.

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



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/3

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) कैलकुलेटर 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

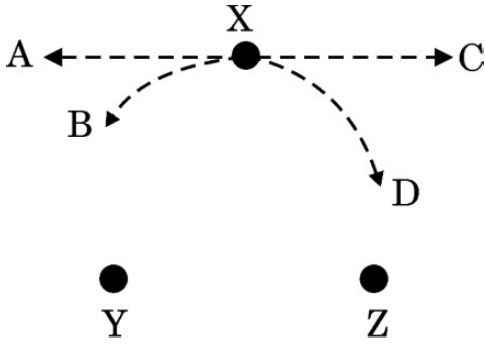
$$\text{Boltzmann constant} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

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. तीन आवेशित छोटे गोले X, Y और Z जिन पर क्रमशः आवेश $+q$, $-q$ और $+q$ हैं, आरेख में दर्शाए अनुसार एक-दूसरे से समदूरस्थ स्थित हैं। गोले Y और Z को स्थिर रखा गया है। आरम्भ में X भी अपने स्थान पर स्थिर है परन्तु यह गति के लिए स्वतंत्र है। जब X को मुक्त किया जाता है, तो इसके द्वारा चला गया पथ होगा :



(A) A (B) B (C) C (D) D

3. किसी एकसमान सीधे तार में, चालन इलेक्ट्रॉन $+x$ दिशा के अनुदिश गमन करते हैं। मान लीजिए तार में \vec{E} और \vec{j} क्रमशः विद्युत-क्षेत्र और धारा घनत्व हैं। तब :

- (A) \vec{E} और \vec{j} दोनों $+x$ दिशा के अनुदिश हैं।
 (B) \vec{E} और \vec{j} दोनों $-x$ दिशा के अनुदिश हैं।
 (C) \vec{E} $+x$ दिशा के अनुदिश, परन्तु \vec{j} $-x$ दिशा के अनुदिश है।
 (D) \vec{E} $-x$ दिशा के अनुदिश, परन्तु \vec{j} $+x$ दिशा के अनुदिश है।

4. दो आवेशित कणों P और Q जिन पर समान आवेश q परन्तु जिनके द्रव्यमान m_1 और m_2 हैं, को समान विभवान्तर V द्वारा त्वरित किया गया है। ये चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} (\perp \vec{v})$ के प्रदेश में प्रवेश करने पर क्रमशः a और b त्रिज्याओं के वृत्ताकार पथ पर गति करते हैं। तब $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$ बराबर है

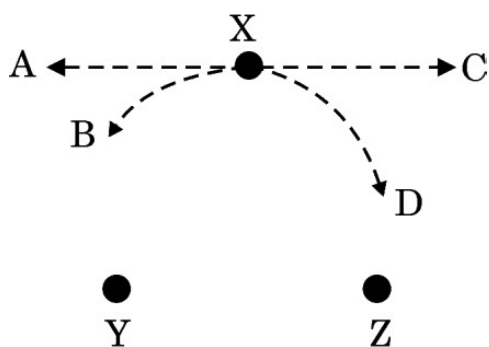
(A) $\frac{a}{b}$ (B) $\frac{b}{a}$ (C) $\left(\frac{a}{b}\right)^2$ (D) $\left(\frac{b}{a}\right)^2$

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. Three small charged spheres X, Y and Z carrying charges $+q$, $-q$ and $+q$ respectively are placed equidistant from each other, as shown in the figure. The spheres Y and Z are held in place. Initially X is also held in place, but is otherwise free to move. When X is released, the path followed by it will be :



(A) A (B) B (C) C (D) D

3. In a uniform straight wire, conduction electrons move along $+x$ direction. Let \vec{E} and \vec{j} be the electric field and current density in the wire, respectively. Then :

(A) \vec{E} and \vec{j} both are along $+x$ direction.
 (B) \vec{E} and \vec{j} both are along $-x$ direction.
 (C) \vec{E} is along $+x$ direction, but \vec{j} is along $-x$ direction.
 (D) \vec{E} is along $-x$ direction, but \vec{j} is along $+x$ direction.

4. Two charged particles, P and Q, each having charge q but of masses m_1 and m_2 , are accelerated through the same potential difference V . They enter a region of magnetic field $\vec{B} (\perp \vec{v})$ and describe the circular paths of radii a and b respectively. Then $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$ is equal to :

(A) $\frac{a}{b}$ (B) $\frac{b}{a}$ (C) $\left(\frac{a}{b}\right)^2$ (D) $\left(\frac{b}{a}\right)^2$

5. 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) $\frac{G}{100 \cdot 1} \Omega$
6. 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) $-(80 \text{ mN})\hat{i}$
7. किसी ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या क्रमशः 500 और 5000 है। प्राथमिक कुण्डली 220 V – 50 Hz के ac स्रोत से संयोजित है। द्वितीयक कुण्डली के सिरों पर निर्गत है :
- (A) 220 V – 50 Hz (B) 1100 V – 50 Hz
 (C) 2200 V – 5 Hz (D) 2200 V – 50 Hz
8. निम्नलिखित में से उस वैज्ञानिक को पहचानिए, जिन्होंने सर्वप्रथम 25 mm – 5 mm परिसर की तरंगदैर्घ्यों की विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को उत्पन्न करके उनका प्रेक्षण किया था :
- (A) जे.सी. मैक्सवेल (B) एच.आर. हर्ट्ज़
 (C) जे.सी. बोस (D) जी. मार्कोनी
9. 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
10. 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) $\frac{1}{9}$

5. 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) $\frac{G}{100.1} \Omega$
6. 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) $-(80 \text{ mN})\hat{i}$
7. The primary and secondary coils of a transformer have 500 turns and 5000 turns respectively. The primary coil is connected to an ac source of 220 V – 50 Hz. The output across the secondary coil is :
- (A) 220 V – 50 Hz (B) 1100 V – 50 Hz
 (C) 2200 V – 5 Hz (D) 2200 V – 50 Hz
8. The first scientist who produced and observed electromagnetic waves of wavelengths in the range 25 mm – 5 mm was :
- (A) J.C. Maxwell (B) H.R. Hertz
 (C) J.C. Bose (D) G. Marconi
9. 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
10. 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) $\frac{1}{9}$

11. 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 $n_i = \infty$

12. 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।

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 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।

14. 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।

11. 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 $n_i = \infty$
12. 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.

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) :* 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.
14. *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.

15. 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 ।

16. 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 ।

खण्ड ख

17. लम्बाई L और अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल A के किसी एकसमान तार का प्रतिरोध R है । इस तार को एकसमान रूप से खींचकर इसकी लम्बाई में 25% वृद्धि की गई है । तार के प्रतिरोध में प्रतिशत वृद्धि परिकलित कीजिए ।

2

18. 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

19. 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

20. (क) आवृत्ति 5.0×10^{14} 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 परिकलित कीजिए ।

2

21. 'विसरण धारा' तथा 'अपवाह धारा' में अंतर बताइए । p-n संधि निर्माण में इनकी भूमिका समझाइए ।

2

15. *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.

16. *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.

SECTION B

17. A uniform wire of length L and area of cross-section A has resistance R . The wire is uniformly stretched so that its length increases by 25%. Calculate the percentage increase in the resistance of the wire. 2

18. 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

19. 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

20. (a) Monochromatic light of frequency 5.0×10^{14} 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

21. Differentiate between 'diffusion current' and 'drift current'. Explain their role in the formation of p-n junction. 2

खण्ड ग

22. पट्टिकाओं के बीच 1 mm पृथकन वाले वायु से भरे किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र की धारिता 20 pF है। इसे 4.0 μC तक आवेशित किया गया है। यदि पट्टिकाओं पर आवेश समान रहता है, तो पट्टिकाओं के बीच पृथकन 5 mm करने के लिए इसकी पट्टिकाओं को खींचने में किया जाने वाला कार्य परिकलित कीजिए। 3
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. अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल 0.2 cm^2 की किसी वृत्ताकार कुण्डली से 4 A धारा प्रवाहित हो रही है। इसे 0.5 T परिमाण के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में इस प्रकार रखा गया है कि कुण्डली का तल चुम्बकीय क्षेत्र के अभिलम्बवत् हो। परिकलित कीजिए :
- (क) कुण्डली पर नेट बल।
- (ख) कुण्डली पर बल-आघूर्ण।
- (ग) चुम्बकीय क्षेत्र के कारण कुण्डली के प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर औसत बल। इस कुण्डली के पदार्थ में मुक्त इलेक्ट्रॉन घनत्व 10^{28} m^{-3} है। 3
25. (क) किसी परिपथ में ac स्रोत की आवृत्ति के साथ निम्नलिखित के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए :
- (i) प्रतिरोध
- (ii) संधारित्र प्रतिघात
- (iii) प्रेरणिक प्रतिघात
- (ख) क्या किसी श्रेणी LCR परिपथ में किसी प्रेरक अथवा संधारित्र के सिरों पर वोल्टता पात ac स्रोत की अनुप्रयुक्त वोल्टता से अधिक हो सकती है? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए। 3

SECTION C

- 22.** An air-filled parallel plate capacitor with plate separation 1 mm has a capacitance of 20 pF. It is charged to 4.0 μC . Calculate the amount of work done to pull its plates to a separation of 5 mm. Assume the charge on the plates remains the same. 3
- 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 circular coil with cross-sectional area 0.2 cm^2 carries a current of 4 A. It is kept in a uniform magnetic field of magnitude 0.5 T normal to the plane of the coil. Calculate :
- (a) the net force on the coil.
 - (b) the torque on the coil.
 - (c) the average force on each electron in the coil due to the magnetic field. The free electron density in the material of the coil is 10^{28} m^{-3} . 3
- 25.** (a) Draw the graphs showing the variation of the following with the frequency of ac source in a circuit :
- (i) Resistance
 - (ii) Capacitive reactance
 - (iii) Inductive reactance
- (b) Can the voltage drop across the inductor or the capacitor in a series LCR circuit be greater than the applied voltage of the ac source ? Justify your answer. 3

26. (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
27. हाइड्रोजन परमाणु के बोर के सिद्धांत के तीन अभिगृहीतों का उल्लेख कीजिए ।
 कोई हाइड्रोजन परमाणु स्तर n से स्तर $(n - 1)$ को व्युत्तेजित होता है । यह दर्शाइए कि बोर के सिद्धांत के अनुसार, n के बृहत् मानों के लिए उत्सर्जित विकिरणों की आवृत्ति $\nu \cong \frac{\alpha}{n^3}$ होती है, जहाँ α कोई नियतांक है । यह परिणाम क्लासिकी भौतिकी से प्राप्त परिणामों से ठीक-ठीक मेल खाता है और यह बोर के सिद्धान्त की सफलताओं में से एक है । 3
28. (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

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 ।

- 26.** (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
- 27.** State the three postulates of Bohr's theory of hydrogen atom.
 A hydrogen atom de-excites from level n to level $(n - 1)$. Show that, according to Bohr's theory, the frequency of radiation emitted $\nu \cong \frac{\alpha}{n^3}$, for large values of n , where α is a constant. This result exactly agrees with that obtained from classical physics – one of the successes of Bohr's theory. 3
- 28.** (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

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.

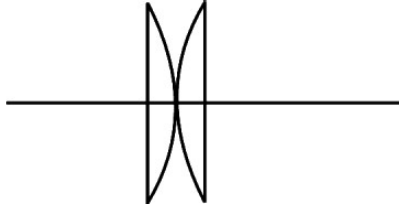
- (i) किसी काँच के बने उभयोत्तल लेंस के दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या R समान है तथा काँच का अपवर्तनांक n है। इस लेंस की क्षमता है : 1

(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

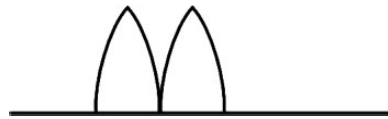
(A) $2P$ (B) P (C) $4P$ (D) $\frac{P}{2}$

- (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

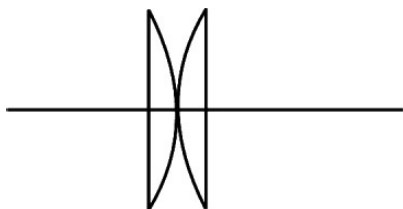
- (i) A double-convex lens, with each face having same radius of curvature R , is made of glass of refractive index n . Its power is : 1

(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 सिरों 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 :

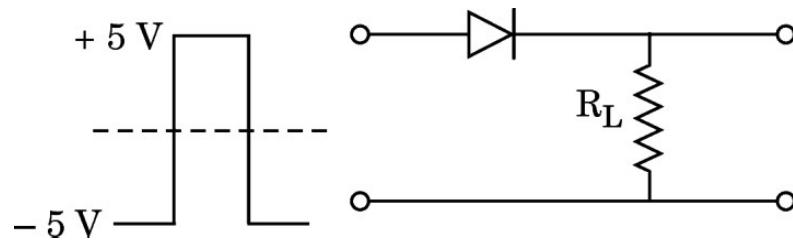
1

- (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 :

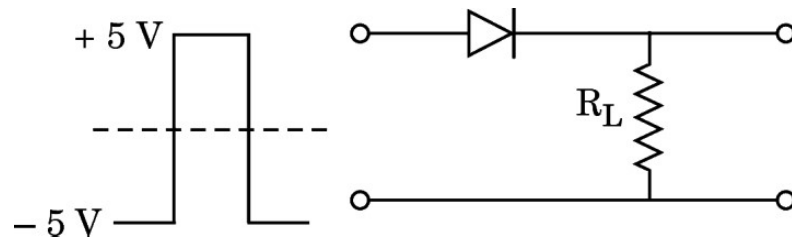
1

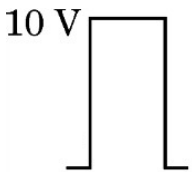
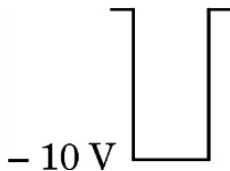
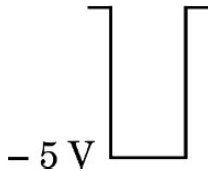
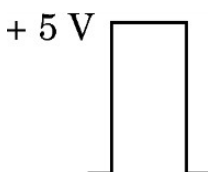
- (A) 100 Hz (B) 50 Hz
(C) 25 Hz (D) 150 Hz

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



- (A) 
- (B) 
- (C) 
- (D) 

खण्ड ड

31. (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।
- (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 ट्रांसफॉर्मर का नामांकित आरेख खींचकर उसके कार्यकारी सिद्धान्त का वर्णन कीजिए। किसी वास्तविक ट्रांसफॉर्मर में होने वाले ऊर्जा ह्रास के किन्हीं तीन कारणों की व्याख्या कीजिए।
- (ii) कोई उच्चायी ट्रांसफॉर्मर किसी निम्न वोल्टता को उच्च वोल्टता में परिवर्तित करता है। क्या यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन करता है ? व्याख्या कीजिए।
- (iii) किसी उच्चायी ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या क्रमशः 200 और 3000 है। प्राथमिक कुण्डली को दी गई निवेश वोल्टता 90 V है। परिकलित 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

SECTION E

31. (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) 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

32. (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 पृथक् 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

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।

- 32.** (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

- 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। तदनुरूपी 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

Series GEFH1/1



SET ~ 1



रोल नं.

Roll No.



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/1

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 :

- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 27 हैं।
Please check that this question paper contains 27 printed pages.
- प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
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.
- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं।
Please check that this question paper contains 35 questions.
- कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
- 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।
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 बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका सख्ती से पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं । सभी प्रश्न अनिवार्य हैं ।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – क, ख, ग, घ एवं ङ ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 18 तक बहुविकल्पीय (MCQ) प्रकार के एक-एक अंक के प्रश्न हैं ।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 19 से 25 तक अति लघु-उत्तरीय (VSA) प्रकार के दो-दो अंकों के प्रश्न हैं ।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 26 से 30 तक लघु-उत्तरीय (SA) प्रकार के तीन-तीन अंकों के प्रश्न हैं ।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय (LA) प्रकार के पाँच-पाँच अंकों के प्रश्न हैं ।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 34 तथा 35 केस-आधारित चार-चार अंकों के प्रश्न हैं ।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है । यद्यपि, खण्ड ख के 2 प्रश्नों में, खण्ड ग के 2 प्रश्नों में, खण्ड घ के 3 प्रश्नों में तथा खण्ड ङ के 2 प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान दिया गया है ।
- (ix) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है ।

भौतिक नियतांकों के निम्नलिखित मान, आवश्यकता अनुसार उपयोग करें :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल (per gram mole)}$$

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



General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

- (i) *This question paper contains **35** questions. **All** questions are **compulsory**.*
- (ii) *This question paper is divided into **five** Sections – **A, B, C, D** and **E**.*
- (iii) *In **Section A** – Questions no. **1** to **18** are Multiple Choice (MCQ) type questions, carrying **1** mark each.*
- (iv) *In **Section B** – Questions no. **19** to **25** are Very Short Answer (VSA) type questions, carrying **2** marks each.*
- (v) *In **Section C** – Questions no. **26** to **30** are Short Answer (SA) type questions, carrying **3** marks each.*
- (vi) *In **Section D** – Questions no. **31** to **33** are Long Answer (LA) type questions carrying **5** marks each.*
- (vii) *In **Section E** – Questions no. **34** and **35** are case-based questions carrying **4** marks each.*
- (viii) *There is no overall choice. However, an internal choice has been provided in 2 questions in Section B, 2 questions in Section C, 3 questions in Section D and 2 questions in Section E.*
- (ix) *Use of calculators is **not** allowed.*

Use the following values of physical constants, if required :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

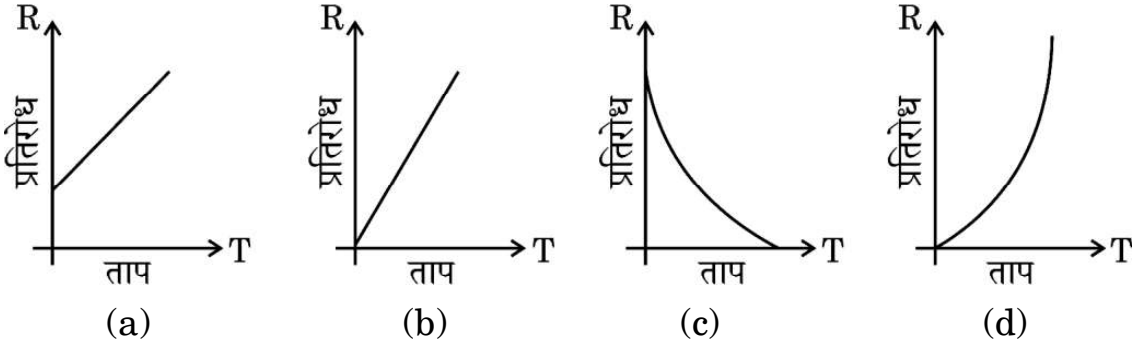


खण्ड क

1. किसी लघु विद्युत द्विध्रुव के अक्ष पर उससे 'r' दूरी पर स्थित कोई बिन्दु आवेश \vec{F} बल का अनुभव करता है। यदि आवेश की दूरी '2r' है, तो आवेश द्वारा अनुभव किया जाने वाला बल होगा :

(a) $\frac{\vec{F}}{16}$ (b) $\frac{\vec{F}}{8}$ (c) $\frac{\vec{F}}{4}$ (d) $\frac{\vec{F}}{2}$

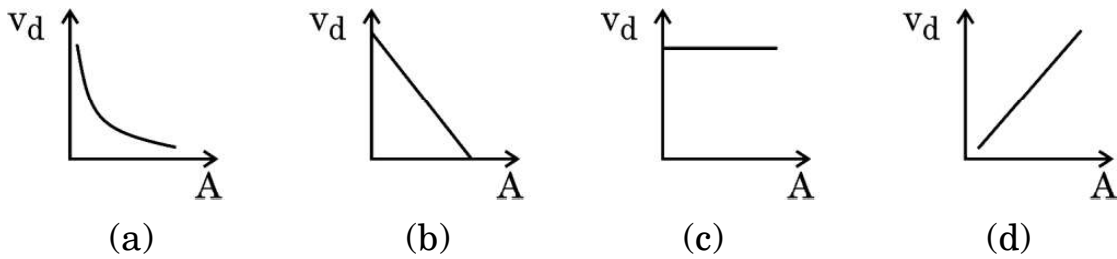
2. किसी धात्विक चालक के लिए, ताप T के साथ प्रतिरोध R के सही विचरण को निरूपित करने वाला ग्राफ है :



3. किसी खुले परिपथ में किसी सेल के सिरों के बीच विभवान्तर 8 V है। जब इस सेल से 4 A धारा ली जाती है तो विभवान्तर घटकर 4 V हो जाता है। इस सेल का आन्तरिक प्रतिरोध है :

(a) 4Ω (b) 3Ω (c) 2Ω (d) 1Ω

4. किसी धातु के तार, जिसकी अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल (A) एक सिरे से दूसरे सिरे तक निरन्तर बढ़ रहा है, से कोई स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है। 'A' के फलन के रूप में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग (v_d) के परिमाण को दर्शाया जा सकता है :



5. किसी प्रतिचुम्बकीय पदार्थ को किसी छड़ चुम्बक के उत्तर अथवा दक्षिण ध्रुव के निकट लाया गया है। यह पदार्थ :

- (a) दोनों ध्रुवों द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा।
 (b) दोनों ध्रुवों द्वारा आकर्षित किया जाएगा।
 (c) उत्तर ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा आकर्षित किया जाएगा।
 (d) उत्तर ध्रुव द्वारा आकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा।

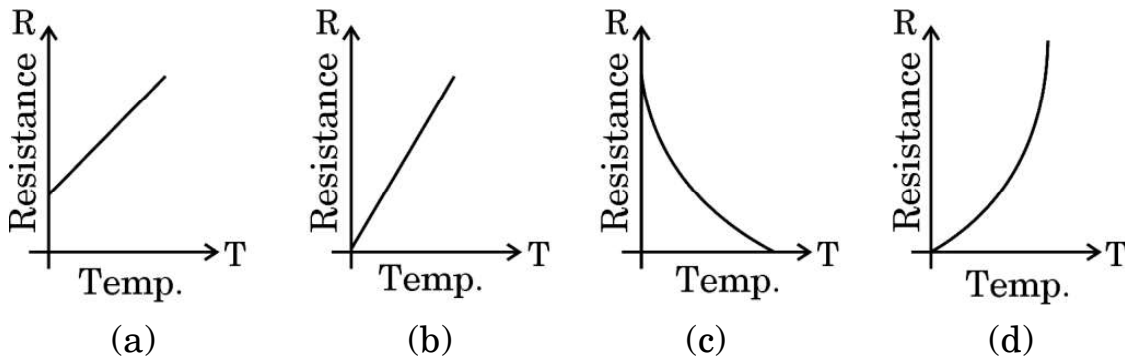


SECTION A

1. A point charge situated at a distance 'r' from a short electric dipole on its axis, experiences a force \vec{F} . If the distance of the charge is '2r', the force on the charge will be :

(a) $\frac{\vec{F}}{16}$ (b) $\frac{\vec{F}}{8}$ (c) $\frac{\vec{F}}{4}$ (d) $\frac{\vec{F}}{2}$

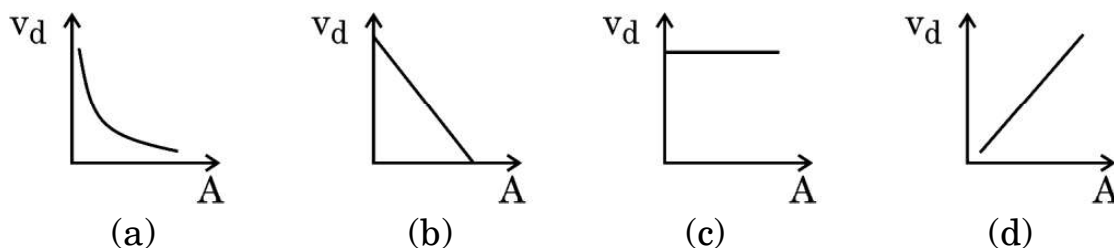
2. For a metallic conductor, the correct representation of variation of resistance R with temperature T is :



3. The potential difference across a cell in an open circuit is 8 V. It falls to 4 V when a current of 4 A is drawn from it. The internal resistance of the cell is :

(a) 4Ω (b) 3Ω (c) 2Ω (d) 1Ω

4. A steady current flows through a metallic wire whose area of cross-section (A) increases continuously from one end of the wire to the other. The magnitude of drift velocity (v_d) of the free electrons as a function of 'A' can be shown by :



5. A diamagnetic substance is brought near the north or south pole of a bar magnet. It will be :

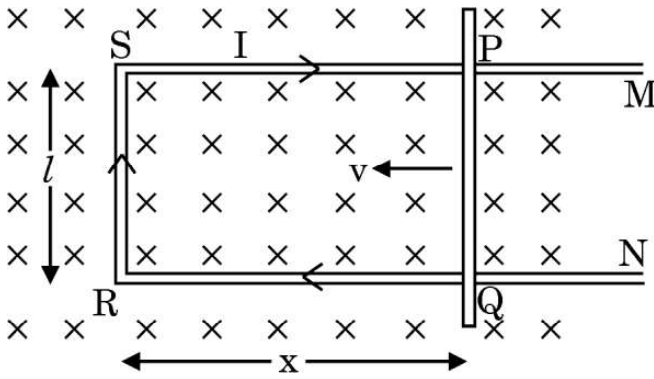
- (a) repelled by both the poles.
(b) attracted by both the poles.
(c) repelled by the north pole and attracted by the south pole.
(d) attracted by the north pole and repelled by the south pole.



6. कोई वृत्ताकार कुण्डली जिसकी त्रिज्या 8.0 cm है तथा जिसमें 40 फेरे हैं, अपने ऊर्ध्वाधर व्यास के परितः $\frac{25}{\pi}$ रेडियन प्रति सेकण्ड की कोणीय चाल से $3.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ परिमाण के किसी एकसमान क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन कर रही है। इस कुण्डली में प्रेरित अधिकतम वि.वा. बल (emf) है :

- (a) 0.12 V (b) 0.15 V
(c) 0.19 V (d) 0.22 V

7. आरेख में किसी आयताकार चालक PSRQ को दर्शाया गया है जिसमें गतिमान भुजा PQ का प्रतिरोध ' r ' है तथा PSRQ का प्रतिरोध उपेक्षणीय है। जब PQ को वेग \vec{v} से गति कराई जाती है तो प्रेरित वि.वा. बल (emf) का परिमाण निम्नलिखित में से किस पर निर्भर **नहीं** करता है ?



- (a) चुम्बकीय क्षेत्र (\vec{B}) (b) वेग (\vec{v})
(c) प्रतिरोध (r) (d) PQ की लम्बाई

8. किसी संधारित्र को आवेशित करने की प्रक्रिया में, संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच उत्पन्न विद्युत धारा होती है :

- (a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$ (b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$
(c) $\epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$ (d) $\frac{1}{\epsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

यहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

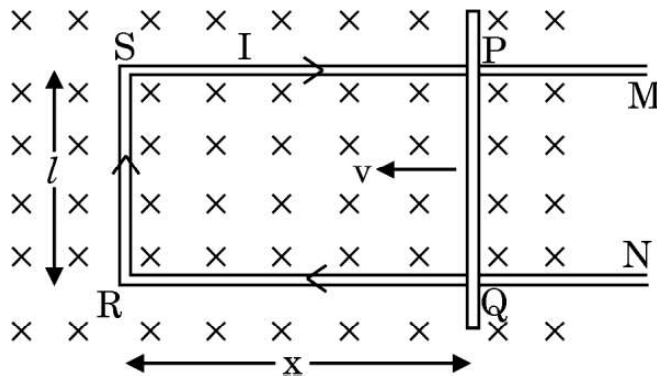
9. फोकस दूरी ' f ' के किसी अवतल दर्पण के लिए बिम्ब और उसके वास्तविक प्रतिबिम्ब के बीच की न्यूनतम दूरी होती है :

- (a) शून्य (b) f
(c) $2f$ (d) $4f$



6. A circular coil of radius 8.0 cm and 40 turns is rotated about its vertical diameter with an angular speed of $\frac{25}{\pi}$ rad s⁻¹ in a uniform horizontal magnetic field of magnitude 3.0×10^{-2} T. The maximum emf induced in the coil is :
- (a) 0.12 V (b) 0.15 V
(c) 0.19 V (d) 0.22 V

7. Figure shows a rectangular conductor PSRQ in which movable arm PQ has a resistance 'r' and resistance of PSRQ is negligible. The magnitude of emf induced when PQ is moved with a velocity \vec{v} does **not** depend on :



- (a) magnetic field (\vec{B}) (b) velocity (\vec{v})
(c) resistance (r) (d) length of PQ
8. In the process of charging of a capacitor, the current produced between the plates of the capacitor is :
- (a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$ (b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$
(c) $\epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$ (d) $\frac{1}{\epsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

where symbols have their usual meanings.

9. For a concave mirror of focal length 'f', the minimum distance between the object and its real image is :
- (a) zero (b) f
(c) 2f (d) 4f



10. हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में n वीं कक्षा की त्रिज्या निम्नलिखित में से किसके समानुपाती होती है ?

(a) $\frac{1}{n^2}$

(b) $\frac{1}{n}$

(c) n^2

(d) n

11. हाइड्रोजन परमाणु अपनी आरम्भिक निम्नतम अवस्था में किसी फोटॉन को अवशोषित करता है जो उसे $n = 5$ स्तर तक उत्तेजित कर देता है। इस फोटॉन की तरंगदैर्घ्य है :

(a) 975 nm

(b) 740 nm

(c) 523 nm

(d) 95 nm

12. द्रव्यमान संख्या A के नाभिक का द्रव्यमान घनत्व :

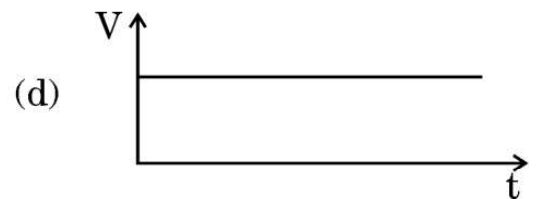
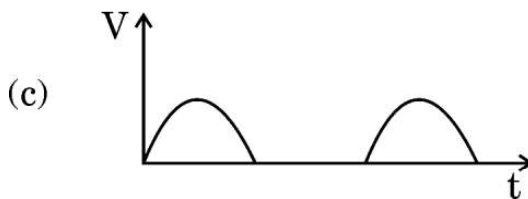
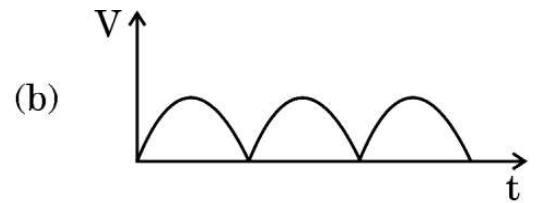
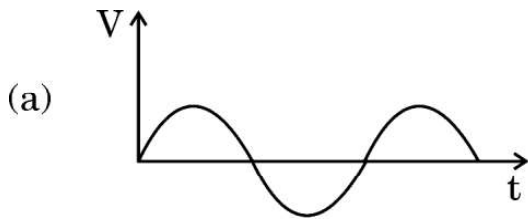
(a) $A^{1/3}$ के समानुपाती होता है

(b) $A^{2/3}$ के समानुपाती होता है

(c) A^3 के समानुपाती होता है

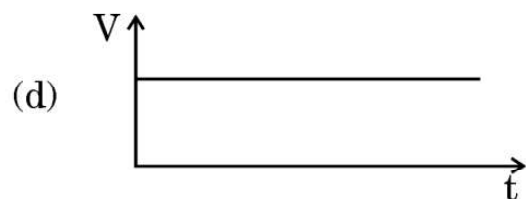
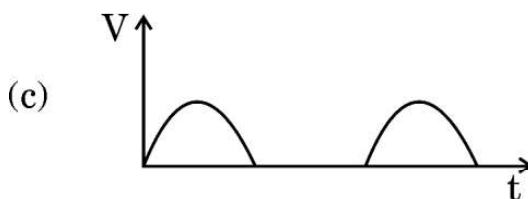
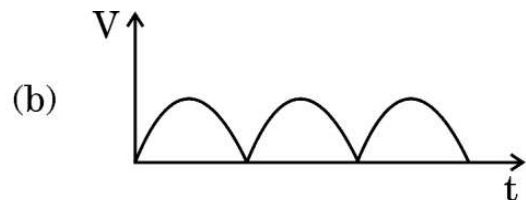
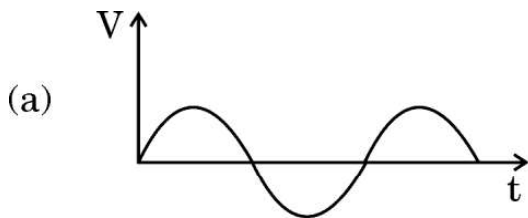
(d) A पर निर्भर नहीं करता है

13. वोल्टेज का कोई ac स्रोत श्रेणी में किसी p-n संधि डायोड और लोड प्रतिरोधक से संयोजित है। लोड प्रतिरोध के सिरों पर निर्गत वोल्टता के लिए सही विकल्प होगा :





10. The radius of the n^{th} orbit in Bohr model of hydrogen atom is proportional to :
- (a) $\frac{1}{n^2}$ (b) $\frac{1}{n}$
(c) n^2 (d) n
11. Hydrogen atom initially in the ground state, absorbs a photon which excites it to $n = 5$ level. The wavelength of the photon is :
- (a) 975 nm (b) 740 nm
(c) 523 nm (d) 95 nm
12. The mass density of a nucleus of mass number A is :
- (a) proportional to $A^{1/3}$
(b) proportional to $A^{2/3}$
(c) proportional to A^3
(d) independent of A
13. An ac source of voltage is connected in series with a p-n junction diode and a load resistor. The correct option for output voltage across load resistance will be :





14. जब किसी नैज अर्धचालक को किसी त्रिसंयोजी अशुद्धि की अल्प मात्रा से मादित किया जाता है, तो :
- (a) उसका प्रतिरोध बढ़ जाता है ।
 - (b) यह p-प्रकार का अर्धचालक बन जाता है ।
 - (c) उस अर्धचालक में मुक्त इलेक्ट्रॉन विवरों (होल) से अधिक होते हैं ।
 - (d) मादक (अपमिश्रक) परमाणु दाता परमाणु बन जाते हैं ।
15. n-प्रकार के Si के ऊर्जा-बैण्ड आरेख में, चालन बैण्ड की तली E_C और दाता ऊर्जा स्तर E_D के बीच अन्तराल की कोटि होती है :
- (a) 10 eV
 - (b) 1 eV
 - (c) 0.1 eV
 - (d) 0.01 eV

प्रश्न संख्या 16 से 18 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 ।
16. अभिकथन (A) : जब किसी कॉपर की छड़ को किसी बाहरी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो क्षेत्र रेखाएँ उस छड़ के भीतर सांद्रित हो जाती हैं ।
- कारण (R) : कॉपर एक अनुचुम्बकीय पदार्थ है ।



14. When an intrinsic semiconductor is doped with a small amount of trivalent impurity, then :
- (a) its resistance increases.
 - (b) it becomes a p-type semiconductor.
 - (c) there will be more free electrons than holes in the semiconductor.
 - (d) dopant atoms become donor atoms.
15. In the energy-band diagram of n-type Si, the gap between the bottom of the conduction band E_C and the donor energy level E_D is of the order of :
- (a) 10 eV
 - (b) 1 eV
 - (c) 0.1 eV
 - (d) 0.01 eV

Questions number 16 to 18 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.
16. *Assertion (A) :* When a bar of copper is placed in an external magnetic field, the field lines get concentrated inside the bar.
- Reason (R) :* Copper is a paramagnetic substance.



17. अभिकथन (A) : किसी तरंगाग्र के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच कलान्तर शून्य होता है ।
 कारण (R) : किसी तरंगाग्र के सभी बिन्दु स्रोत से समान दूरी पर होते हैं और इस प्रकार समान कला में दोलन करते हैं ।
18. अभिकथन (A) : प्रकाश-विद्युत प्रभाव प्रकाश की कणात्मक प्रकृति को निदर्शित करता है ।
 कारण (R) : देहली आवृत्ति से अधिक आवृत्तियों के लिए प्रकाश-विद्युत धारा आपतित विकिरणों की तीव्रता के समानुपाती होती है ।

खण्ड ख

19. किसी ऐल्फा कण को वेग $\vec{v} = (3.0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ से उस क्षेत्र में प्रक्षेपित किया गया है जिसमें कोई चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = [(0.4 \text{ T}) \hat{i} + (0.3 \text{ T}) \hat{j}]$ विद्यमान है । इस क्षेत्र में कण का त्वरण परिकलित कीजिए । \hat{i} , \hat{j} और \hat{k} क्रमशः x, y और z अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश हैं तथा ऐल्फा कण के लिए आवेश और द्रव्यमान अनुपात $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$ है । 2
20. किसी परिवर्ती विद्युत क्षेत्र के कारण प्रेरित चुम्बकीय क्षेत्र और परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र के कारण प्रेरित विद्युत क्षेत्र पर विचार कीजिए । इनमें से किसका प्रेक्षण अधिक आसानी से किया जा सकता है ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । 2
21. (क) हाइगेंस सिद्धान्त का उपयोग करके किसी समतल तरंग का किसी दो माध्यमों को पृथक करने वाले समतल पृष्ठ पर अपवर्तन दर्शाने वाला किरण आरेख खींचिए । अपवर्तन के स्नेल के नियम का सत्यापन भी कीजिए । 2

अथवा

- (ख) अपवर्ती दूरदर्शक की तुलना में परावर्ती दूरदर्शक को प्राथमिकता क्यों दी जाती है ? दो कारण देते हुए अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । 2



17. *Assertion (A)* : The phase difference between any two points on a wavefront is zero.
Reason (R) : All points on a wavefront are at the same distance from the source and thus oscillate in the same phase.
18. *Assertion (A)* : Photoelectric effect demonstrates the particle nature of light.
Reason (R) : Photoelectric current is proportional to intensity of incident radiation for frequencies more than the threshold frequency.

SECTION B

19. An alpha particle is projected with velocity $\vec{v} = (3.0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ into a region in which magnetic field $\vec{B} = [(0.4 \text{ T}) \hat{i} + (0.3 \text{ T}) \hat{j}]$ exists. Calculate the acceleration of the particle in the region. \hat{i} , \hat{j} and \hat{k} are unit vectors along x, y and z axis respectively and charge to mass ratio for alpha particle is $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$. 2
20. Consider an induced magnetic field due to changing electric field and an induced electric field due to changing magnetic field. Which one is more easily observed ? Justify your answer. 2
21. (a) Using Huygens' principle, draw a ray diagram showing the propagation of a plane wave refracting at a plane surface separating two media. Also verify Snell's law of refraction. 2
- OR**
- (b) Why is a reflecting telescope preferred over a refracting telescope ? Justify your answer giving two reasons. 2



22. I और 4I तीव्रताओं के दो एकवर्णी कलासंबद्ध प्रकाश पुन्ज एक-दूसरे पर अध्यारोपण करते हैं। परिणामी पुन्ज में अधिकतम और न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए। 2

23. हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम ऊर्जा अवस्था -13.6 eV है। तृतीय उत्तेजित अवस्था में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा क्या हैं? 2

24. (क) नैज और अपद्रव्यी अर्धचालकों के बीच विभेदन कीजिए। 2

अथवा

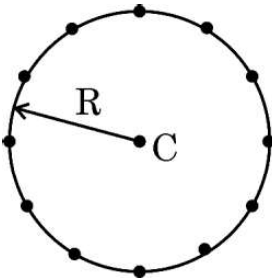
(ख) अग्रदिशिक बायस और पश्चदिशिक बायस में किसी p-n संधि डायोड के V-I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए। सिलिकॉन डायोड के V-I अभिलाक्षणिक का आलेख प्रदर्शित कीजिए। 2

25. संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि किसी p-n संधि डायोड में विसरण और अपवाह धाराएँ किस प्रकार रोधिका विभव के निर्माण में योगदान करती हैं। 2

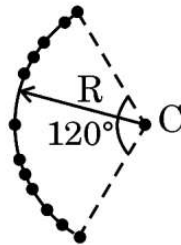
खण्ड ग

26. (क) आरेख (i) में दर्शाए अनुसार R त्रिज्या के किसी वृत्त की परिधि पर समान दूरियों पर समान परिमाण के 12 ऋणावेश स्थित हैं। अनन्त पर शून्य विभव के सापेक्ष वृत्त के केन्द्र C पर विद्युत विभव और विद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

(ख) यदि आरेख (ii) में दर्शाए अनुसार आवेश त्रिज्या R के 120° के चाप पर असमान दूरियों पर स्थित हैं, तो केन्द्र C पर विद्युत विभव ज्ञात कीजिए। 3



(i)



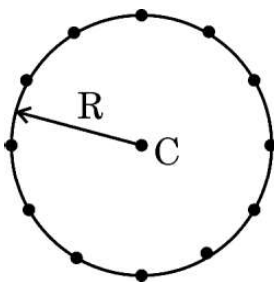
(ii)



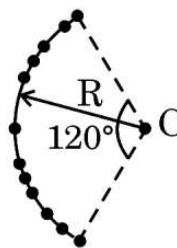
22. Two coherent monochromatic light beams of intensities I and $4I$ superpose each other. Find the ratio of maximum and minimum intensities in the resulting beam. 2
23. The ground state energy of hydrogen atom is -13.6 eV. What is the potential energy and kinetic energy of an electron in the third excited state ? 2
24. (a) Differentiate between intrinsic and extrinsic semiconductors. 2
- OR**
- (b) Draw the circuit arrangement for studying the $V - I$ characteristics of a p-n junction diode in forward bias and reverse bias. Show the plot of $V - I$ characteristic of a silicon diode. 2
25. Briefly explain how the diffusion and drift currents contribute to the formation of potential barrier in a p-n junction diode. 2

SECTION C

26. (a) Twelve negative charges of same magnitude are equally spaced and fixed on the circumference of a circle of radius R as shown in Fig. (i). Relative to potential being zero at infinity, find the electric potential and electric field at the centre C of the circle.
- (b) If the charges are unequally spaced and fixed on an arc of 120° of radius R as shown in Fig. (ii), find electric potential at the centre C . 3



(i)



(ii)



27. (क) प्रतिरोध किस प्रकार प्रतिबाधा से भिन्न है ? उपयुक्त फेज़र आरेख की सहायता से किसी श्रेणी LCR परिपथ, जो किसी स्रोत $v = v_m \sin \omega t$ से संयोजित है, की प्रतिबाधा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

3

अथवा

- (ख) स्रोत $v = v_m \sin \omega t$, जिसमें ω को परिवर्तित किया जा सकता है, से संयोजित किसी श्रेणी LCR परिपथ के अनुनाद के लिए शर्त ज्ञात कीजिए । उन कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर किसी श्रेणी LCR परिपथ की अनुनाद आवृत्ति निर्भर करती है । किसी श्रेणी LCR परिपथ में आवृत्ति के साथ विद्युत धारा के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए ।

3

28. त्रिज्या r की किसी लम्बी परिनालिका में प्रति एकांक लम्बाई में फेरों की संख्या n है । इस परिनालिका में प्रवाहित धारा $I = I_0 \sin \omega t$ है । इसके केन्द्र के निकट इसके चारों ओर N फेरों की कोई कुण्डली कस कर लिपटी है ।

(क) कुण्डली में प्रेरित वि.वा. बल (emf) क्या है ?

(ख) कुण्डली और परिनालिका के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व क्या है ?

3

29. आइंस्टाइन का प्रकाश-विद्युत समीकरण किसी धातु के पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन की व्याख्या किस प्रकार करता है ? संक्षेप में व्याख्या कीजिए ।

(क) आपतित विकिरणों की विभिन्न तीव्रताओं के लिए प्रकाश-विद्युत धारा का संग्राहक प्लेट विभव के साथ विचरण ग्राफ खींचकर दर्शाइए, तथा

(ख) आपतित विकिरणों की तीव्रता के साथ प्रकाश-विद्युत धारा के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए ।

3

30. (क) हाइड्रोजन परमाणु के लिए ऊर्जा स्तर आरेख खींचिए । पराबैंगनी क्षेत्र, दृश्य क्षेत्र और अवरक्त क्षेत्र की श्रेणियों के तदनुरूप संक्रमणों को अंकित कीजिए ।

3

अथवा

- (ख) विभिन्न नाभिकों के लिए द्रव्यमान संख्या के साथ बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के विचरण को दर्शाने के लिए आरेख खींचिए और इसकी दो विशेषताओं का उल्लेख कीजिए । हल्के नाभिकों में प्रायः नाभिकीय संलयन क्यों होता है ?

3



- 27.** (a) How does the resistance differ from impedance ? With the help of a suitable phasor diagram, obtain an expression for impedance of a series LCR circuit, connected to a source $v = v_m \sin \omega t$. 3

OR

- (b) Find the condition for resonance in a series LCR circuit connected to a source $v = v_m \sin \omega t$, where ω can be varied. Give the factors on which the resonant frequency of a series LCR circuit depends. Plot a graph showing the variation of electric current with frequency in a series LCR circuit. 3

- 28.** A long solenoid of radius r consists of n turns per unit length. A current $I = I_0 \sin \omega t$ flows in the solenoid. A coil of N turns is wound tightly around it near its centre. What is :

- (a) the induced emf in the coil ?
(b) the mutual inductance between the solenoid and the coil ? 3

- 29.** How does Einstein's photoelectric equation explain the emission of electrons from a metal surface ? Explain briefly.

Plot the variation of photocurrent with :

- (a) collector plate potential for different intensity of incident radiation, and
(b) intensity of incident radiation. 3

- 30.** (a) Draw the energy level diagram for hydrogen atom. Mark the transitions corresponding to the series lying in the ultraviolet region, visible region and infrared region. 3

OR

- (b) Draw a diagram to show the variation of binding energy per nucleon with mass number for different nuclei and mention its two features. Why do lighter nuclei usually undergo nuclear fusion ? 3



खण्ड घ

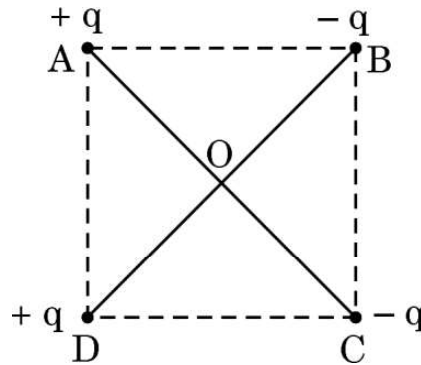
31. (क) (i) स्थिर-वैद्युतिकी में कूलॉम नियम का उल्लेख कीजिए और इसे दो आवेशों के लिए सदिश रूप में लिखिए ।
- (ii) 'गाउस नियम कूलॉम नियम में सम्मिलित दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपात पर आधारित है।' व्याख्या कीजिए ।
- (iii) दो आवेश A (आवेश q) तथा B (आवेश $2q$) क्रमशः बिन्दुओं $(0, 0)$ और (a, a) पर स्थित हैं । मान लीजिए x -अक्ष और y -अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश क्रमशः \hat{i} और \hat{j} हैं । \hat{i} और \hat{j} के पदों में A का B पर आरोपित बल ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) $2a$ दूरी के पृथक्कन वाले दो आवेशों q और $-q$ के बने किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल के किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।
- (ii) किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल पर स्थित किसी दूरस्थ बिन्दु की दूरी आधी कर दी गई है । इस द्विध्रुव के लिए विद्युत क्षेत्र किस प्रकार प्रभावित होगा ?
- (iii) आरेख में दर्शाए अनुसार किसी $\sqrt{2}$ m भुजा के वर्ग ABCD के विकर्णों के अनुदिश दो सर्वसम विद्युत द्विध्रुव रखे हैं । इस वर्ग के केन्द्र (O) पर नेट विद्युत क्षेत्र का परिमाण और दिशा प्राप्त कीजिए ।

5





SECTION D

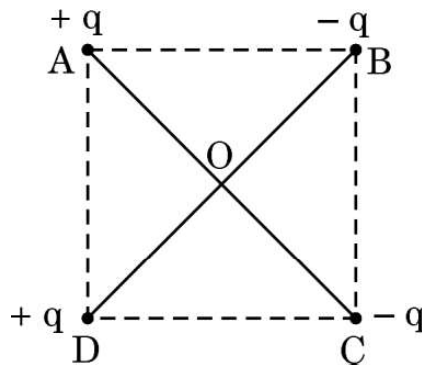
31. (a) (i) State Coulomb's law in electrostatics and write it in vector form, for two charges.
- (ii) 'Gauss's law is based on the inverse-square dependence on distance contained in the Coulomb's law.' Explain.
- (iii) Two charges A (charge q) and B (charge $2q$) are located at points $(0, 0)$ and (a, a) respectively. Let \hat{i} and \hat{j} be the unit vectors along x-axis and y-axis respectively. Find the force exerted by A on B, in terms of \hat{i} and \hat{j} .

5

OR

- (b) (i) Derive an expression for the electric field at a point on the equatorial plane of an electric dipole consisting of charges q and $-q$ separated by a distance $2a$.
- (ii) The distance of a far off point on the equatorial plane of an electric dipole is halved. How will the electric field be affected for the dipole ?
- (iii) Two identical electric dipoles are placed along the diagonals of a square ABCD of side $\sqrt{2}$ m as shown in the figure. Obtain the magnitude and direction of the net electric field at the centre (O) of the square.

5





32. (क) (i) किसी धारावाही अवयव के कारण चुम्बकीय क्षेत्र के लिए बायो-सावर्ट नियम लिखिए । इस नियम का उपयोग करके त्रिज्या 'a' के किसी वृत्ताकार पाश, जिससे धारा 'I' प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र के लिए कोई व्यंजक प्राप्त कीजिए । किसी धारा पाश के लिए चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को इंगित करते हुए चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए ।
- (ii) कोई इलेक्ट्रॉन किसी नाभिक की वृत्ताकार कक्षा में 10^7 m s^{-1} की चाल से परिक्रमा कर रहा है । यदि कक्षा की त्रिज्या 10^{-10} m है, तो कक्षा में परिक्रमा करने वाले इलेक्ट्रॉन द्वारा उत्पन्न धारा ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी धारावाही सीधे चालक पर कार्यरत बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । उस नियम का उल्लेख कीजिए जो इस बल की दिशा को निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है । वह शर्त दीजिए जिसके अंतर्गत यह बल (1) अधिकतम, और (2) निम्नतम होता है ।
- (ii) दो लम्बे सीधे समान्तर तार A और B वायु में एक-दूसरे से 2.5 cm दूरी पर हैं । इन तारों से विपरीत दिशाओं में क्रमशः 5.0 A और 2.5 A धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं । तार B की 10 cm लम्बाई पर तार A द्वारा आरोपित बल का परिमाण परिकलित कीजिए ।

5

33. (क) (i) (1) व्यतिकरण पैटर्न और विवर्तन पैटर्न के बीच दो अन्तर लिखिए ।
- (2) यंग के द्विझिरी प्रयोग में किन्हीं दो कारकों के नाम लिखिए जिन पर फ्रिंज चौड़ाई निर्भर करती है ।



- 32.** (a) (i) State Biot-Savart's law for the magnetic field due to a current carrying element. Use this law to obtain an expression for the magnetic field at the centre of a circular loop of radius 'a' and carrying a current 'I'. Draw the magnetic field lines for a current loop indicating the direction of magnetic field.
- (ii) An electron is revolving around the nucleus in a circular orbit with a speed of 10^7 m s^{-1} . If the radius of the orbit is 10^{-10} m , find the current constituted by the revolving electron in the orbit.

5

OR

- (b) (i) Derive an expression for the force acting on a current carrying straight conductor kept in a magnetic field. State the rule which is used to find the direction of this force. Give the condition under which this force is (1) maximum, and (2) minimum.
- (ii) Two long parallel straight wires A and B are 2.5 cm apart in air. They carry 5.0 A and 2.5 A currents respectively in opposite directions. Calculate the magnitude of the force exerted by wire A on a 10 cm length of wire B.

5

- 33.** (a) (i) (1) Write two points of difference between an interference pattern and a diffraction pattern.
- (2) Name any two factors on which the fringe width in a Young's double-slit experiment depends.



(ii) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच पृथकन झिरियों से गुज़रने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य का 100 गुना है ।

(1) केन्द्रीय उच्चिष्ठ और निकटवर्ती उच्चिष्ठ के बीच कोणीय पृथकन का रेडियनों में परिकलन कीजिए ।

(2) झिरियों से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर इन दोनों उच्चिष्ठों के मध्य दूरी परिकलित कीजिए ।

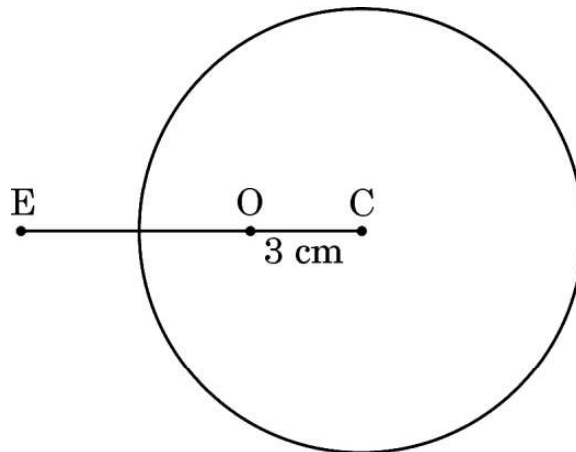
5

अथवा

(ख) (i) वक्रता त्रिज्या R का कोई गोलीय पृष्ठ n_1 और n_2 अपवर्तनांकों के दो माध्यमों को एक-दूसरे से पृथक करता है । n_1 अपवर्तनांक के माध्यम में कोई बिन्दुकित बिम्ब इस पृष्ठ से दूरी u पर रखा है और पृष्ठ द्वारा इसका प्रतिबिम्ब n_2 अपवर्तनांक के माध्यम में पृष्ठ से v दूरी पर बन रहा है । u और v के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए ।

(ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 6.0 cm त्रिज्या के किसी ठोस काँच के गोले में गोले के केन्द्र C से 3.0 cm दूरी पर कोई छोटा वायु का बुलबुला फंसा हुआ है । गोले के पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है । वायु में किसी बाहरी बिन्दु E से गोले की सतह में से देखने पर इस बुलबुले की आभासी स्थिति ज्ञात कीजिए ।

5





(ii) In Young's double-slit experiment, the two slits are separated by a distance equal to 100 times the wavelength of light that passes through the slits. Calculate :

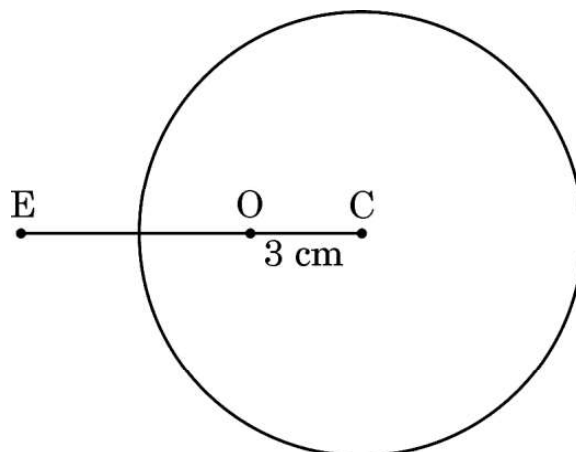
- (1) the angular separation in radians between the central maximum and the adjacent maximum.
- (2) the distance between these two maxima on a screen 50 cm from the slits.

5

OR

- (b) (i) A spherical surface of radius of curvature R separates two media of refractive indices n_1 and n_2 . A point object is placed in front of the surface at distance u in medium of refractive index n_1 and its image is formed by the surface at distance v , in the medium of refractive index n_2 . Derive a relation between u and v .
- (ii) A solid glass sphere of radius 6.0 cm has a small air bubble trapped at a distance 3.0 cm from its centre C as shown in the figure. The refractive index of the material of the sphere is 1.5. Find the apparent position of this bubble when seen through the surface of the sphere from an outside point E in air.

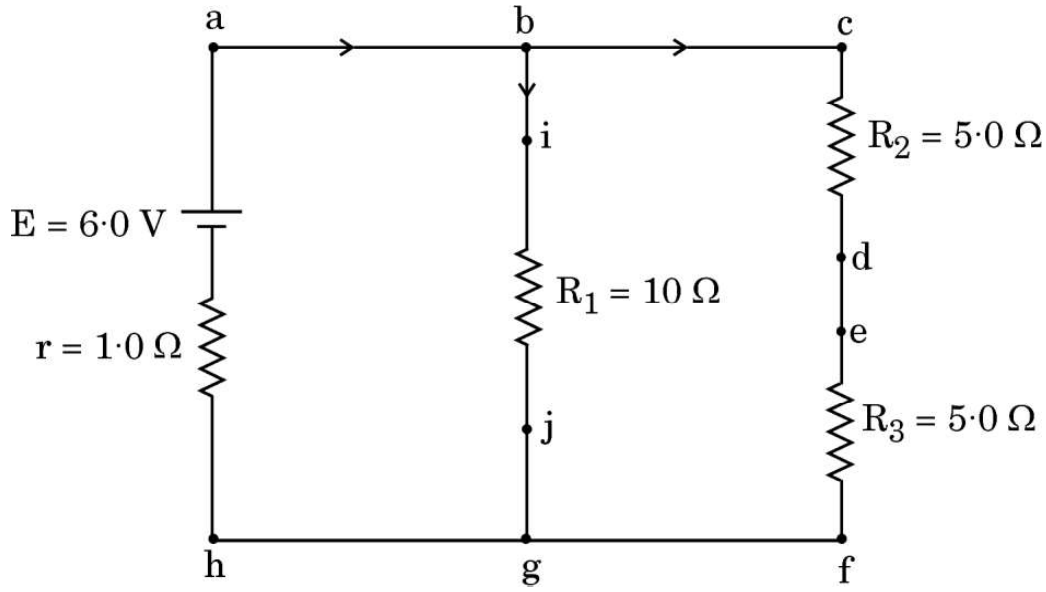
5





खण्ड ड

34. निम्नलिखित चित्र एक विद्युत परिपथ आरेख को दर्शाता है। हम किरखोफ नियमों का उपयोग करके विभिन्न प्रतिरोधकों में धारा और उनके सिरों पर विभवान्तर ज्ञात कर सकते हैं।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- | | | |
|-----|-------------------------------------------------|---|
| (क) | इस परिपथ में कौन-से बिन्दु समान विभव पर हैं ? | 1 |
| (ख) | भुजा bg में धारा कितनी है ? | 1 |
| (ग) | प्रतिरोध R_3 के सिरों पर कितना विभवान्तर है ? | 2 |

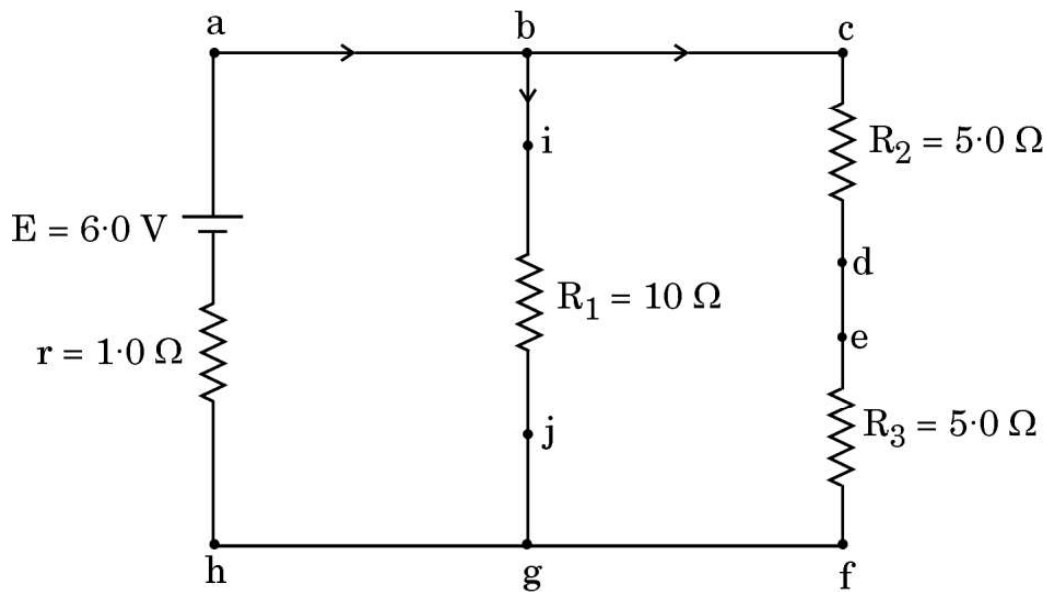
अथवा

- | | | |
|-----|------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रतिरोध R_2 में शक्ति क्षय कितना है ? | 2 |
|-----|------------------------------------------|---|



SECTION E

34. The following figure shows a circuit diagram. We can find the currents through and potential differences across different resistors using Kirchhoff's rules.



Answer the following questions based on the above :

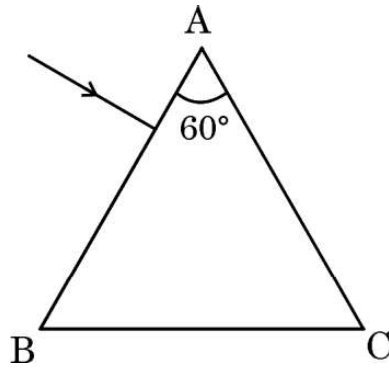
- | | |
|-------------------------------------------------------------|---|
| (a) Which points are at the same potential in the circuit ? | 1 |
| (b) What is the current through arm bg ? | 1 |
| (c) Find the potential difference across resistance R_3 . | 2 |

OR

- | | |
|--------------------------------------------------------|---|
| (c) What is the power dissipated in resistance R_2 ? | 2 |
|--------------------------------------------------------|---|



35. स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट एक दुर्लभ ऑक्साइड है जो साइबेरिया में पाया जाने वाला प्राकृतिक खनिज है । इसका उपयोग हीरे के विकल्प के रूप में किया जाता है क्योंकि इसका अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण क्रमशः 2.41 और 24.5° हैं जो कि हीरे के अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण के लगभग बराबर हैं । इसमें हीरे के सभी गुण होते हैं । यहाँ तक कि कोई प्रवीण जौहरी भी हीरे और स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट के बीच विभेदन नहीं कर पाता है । स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट से बने किसी समबाहु त्रिभुजाकर प्रिज़्म ABC के एक फलक पर कोई प्रकाश किरण अभिलम्बवत आपतन कर रही है ।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

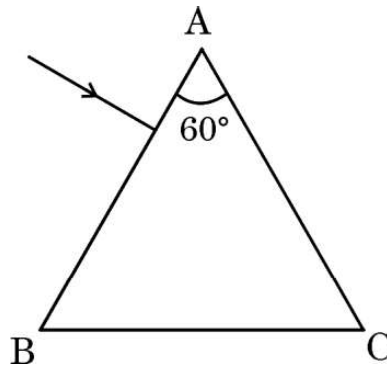
- | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|
| (क) | इस प्रकाश किरण का इस प्रिज़्म से गुजरते हुए पथ आरेखित कीजिए । | 1 |
| (ख) | प्रिज़्म में प्रकाश का वेग ज्ञात कीजिए । | 1 |
| (ग) | पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के दो अनुप्रयोगों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए । | 2 |

अथवा

- | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रकाश के पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की परिभाषा लिखिए । इसके होने के लिए दो शर्तें बताइए । | 2 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|



- 35.** Strontium titanate is a rare oxide — a natural mineral found in Siberia. It is used as a substitute for diamond because its refractive index and critical angle are 2.41 and 24.5° , respectively, which are approximately equal to the refractive index and critical angle of diamond. It has all the properties of diamond. Even an expert jeweller is unable to differentiate between diamond and strontium titanate. A ray of light is incident normally on one face of an equilateral triangular prism ABC made of strontium titanate.



Answer the following questions based on the above :

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| (a) Trace the path of the ray showing its passage through the prism. | 1 |
| (b) Find the velocity of light through the prism. | 1 |
| (c) Briefly explain two applications of total internal reflection. | 2 |

OR

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---|
| (c) Define total internal reflection of light. Give two conditions for it. | 2 |
|----------------------------------------------------------------------------|---|

Series GEFH1/1



SET ~ 2



रोल नं.

Roll No.



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/2

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 :

- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 27 हैं।
Please check that this question paper contains 27 printed pages.
- प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
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.
- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं।
Please check that this question paper contains 35 questions.
- कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.
- 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।
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 बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका सख्ती से पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 18 तक बहुविकल्पीय (MCQ) प्रकार के एक-एक अंक के प्रश्न हैं।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 19 से 25 तक अति लघु-उत्तरीय (VSA) प्रकार के दो-दो अंकों के प्रश्न हैं।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 26 से 30 तक लघु-उत्तरीय (SA) प्रकार के तीन-तीन अंकों के प्रश्न हैं।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय (LA) प्रकार के पाँच-पाँच अंकों के प्रश्न हैं।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 34 तथा 35 केस-आधारित चार-चार अंकों के प्रश्न हैं।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड ख के 2 प्रश्नों में, खण्ड ग के 2 प्रश्नों में, खण्ड घ के 3 प्रश्नों में तथा खण्ड ङ के 2 प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान दिया गया है।
- (ix) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

भौतिक नियतांकों के निम्नलिखित मान, आवश्यकता अनुसार उपयोग करें:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल (per gram mole)}$$

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



General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

- (i) *This question paper contains **35** questions. **All** questions are **compulsory**.*
- (ii) *This question paper is divided into **five** Sections – **A, B, C, D** and **E**.*
- (iii) *In **Section A** – Questions no. **1** to **18** are Multiple Choice (MCQ) type questions, carrying **1** mark each.*
- (iv) *In **Section B** – Questions no. **19** to **25** are Very Short Answer (VSA) type questions, carrying **2** marks each.*
- (v) *In **Section C** – Questions no. **26** to **30** are Short Answer (SA) type questions, carrying **3** marks each.*
- (vi) *In **Section D** – Questions no. **31** to **33** are Long Answer (LA) type questions carrying **5** marks each.*
- (vii) *In **Section E** – Questions no. **34** and **35** are case-based questions carrying **4** marks each.*
- (viii) *There is no overall choice. However, an internal choice has been provided in 2 questions in Section B, 2 questions in Section C, 3 questions in Section D and 2 questions in Section E.*
- (ix) *Use of calculators is **not** allowed.*

Use the following values of physical constants, if required :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



खण्ड क

1. ऊर्ध्वाधर तल में एक-दूसरे के समाक्ष एवं समान्तर व्यवस्थित दो सर्वसम वृत्ताकार कुण्डलियों A और B में समान दिशा में धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं। यदि इन कुण्डलियों के बीच की दूरी नियत दर से कम की जाए, तो :
 - (a) A में धारा बढ़ेगी और B में धारा घटेगी।
 - (b) दोनों कुण्डलियों A और B में धारा घटेगी।
 - (c) दोनों कुण्डलियों A और B में धारा बढ़ेगी।
 - (d) दोनों कुण्डलियों A और B में धारा समान रहेगी।

2. किसी संधारित्र को आवेशित करने की प्रक्रिया में, संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच उत्पन्न विद्युत धारा होती है :

(a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$	(b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$
(c) $\epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$	(d) $\frac{1}{\epsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

यहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

3. किसी बिम्ब और फोकस दूरी f के किसी उत्तल लेंस द्वारा बने उसके वास्तविक प्रतिबिम्ब के बीच की कम-से-कम दूरी है :

(a) f	(b) $2f$
(c) $3f$	(d) $4f$

4. 7 eV ऊर्जा का कोई फोटॉन 3.75 eV कार्य फलन के किसी धातु के पृष्ठ पर आपतन करता है। निरोधी विभव है :

(a) 1.75 eV	(b) 2.45 eV
(c) 3.25 eV	(d) 3.75 eV

5. हाइड्रोजन परमाणु अपनी आरम्भिक निम्नतम अवस्था में किसी फोटॉन को अवशोषित करता है जो उसे $n = 5$ स्तर तक उत्तेजित कर देता है। इस फोटॉन की तरंगदैर्घ्य है :

(a) 975 nm	(b) 740 nm
(c) 523 nm	(d) 95 nm



SECTION A

1. Two identical circular coaxial coils A and B, arranged in vertical planes parallel to each other, carry currents in the same direction. If the distance between the coils is decreased at a constant rate, the current :
 - (a) increases in A and decreases in B.
 - (b) decreases in both A and B.
 - (c) increases in both A and B.
 - (d) remains same in both A and B.

2. In the process of charging of a capacitor, the current produced between the plates of the capacitor is :
 - (a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$
 - (b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$
 - (c) $\varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$
 - (d) $\frac{1}{\varepsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$where symbols have their usual meanings.

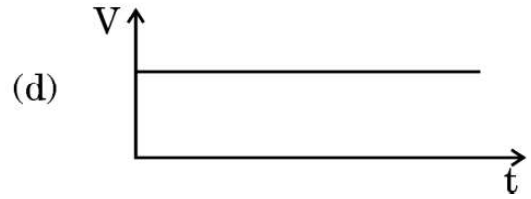
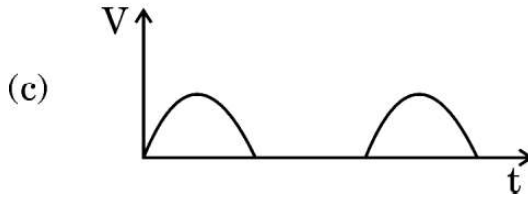
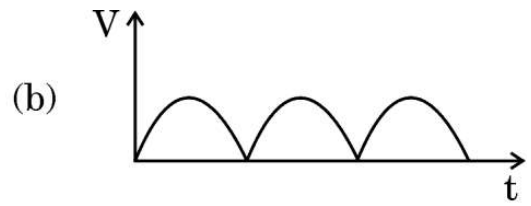
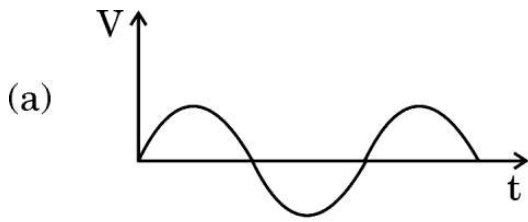
3. The minimum distance between an object and its real image formed by a convex lens of focal length f is :
 - (a) f
 - (b) $2f$
 - (c) $3f$
 - (d) $4f$

4. A photon of energy 7 eV is incident on a metal surface having the work function of 3.75 eV. The stopping potential is :
 - (a) 1.75 eV
 - (b) 2.45 eV
 - (c) 3.25 eV
 - (d) 3.75 eV

5. Hydrogen atom initially in the ground state, absorbs a photon which excites it to $n = 5$ level. The wavelength of the photon is :
 - (a) 975 nm
 - (b) 740 nm
 - (c) 523 nm
 - (d) 95 nm



6. किसी परमाणु की परमाणु संख्या क्या निरूपित करती है ?
- (a) नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या
 - (b) परमाणु में प्रोटॉनों और इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या
 - (c) नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या
 - (d) नाभिक में प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की कुल संख्या
7. वोल्टेज का कोई ac स्रोत श्रेणी में किसी p-n संधि डायोड और लोड प्रतिरोधक से संयोजित है । लोड प्रतिरोध के सिरों पर निर्गत वोल्टता के लिए सही विकल्प होगा :

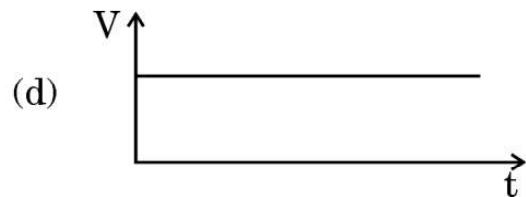
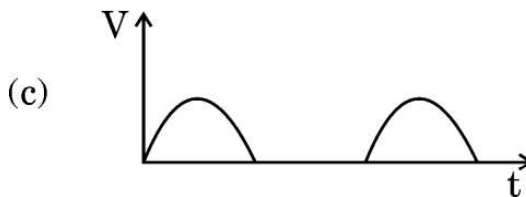
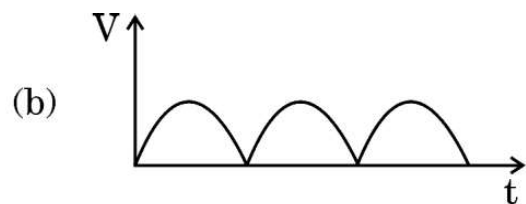
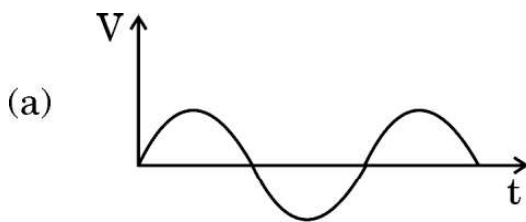


8. किसी प्रतिचुम्बकीय पदार्थ को किसी छड़ चुम्बक के उत्तर अथवा दक्षिण ध्रुव के निकट लाया गया है । यह पदार्थ :
- (a) दोनों ध्रुवों द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा ।
 - (b) दोनों ध्रुवों द्वारा आकर्षित किया जाएगा ।
 - (c) उत्तर ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा आकर्षित किया जाएगा ।
 - (d) उत्तर ध्रुव द्वारा आकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा ।
9. कोई वृत्ताकार कुण्डली जिसकी त्रिज्या 8.0 cm है तथा जिसमें 40 फेरे हैं, अपने ऊर्ध्वाधर व्यास के परितः $\frac{25}{\pi}$ रेडियन प्रति सेकण्ड की कोणीय चाल से 3.0×10^{-2} T परिमाण के किसी एकसमान क्षेत्रीय चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन कर रही है । इस कुण्डली में प्रेरित अधिकतम वि.वा. बल (emf) है :
- (a) 0.12 V
 - (b) 0.15 V
 - (c) 0.19 V
 - (d) 0.22 V



6. The atomic number of an atom represents :
- (a) number of neutrons in nucleus.
 - (b) total number of protons and electrons in the atom.
 - (c) number of protons in nucleus.
 - (d) total number of protons and neutrons in nucleus.

7. An ac source of voltage is connected in series with a p-n junction diode and a load resistor. The correct option for output voltage across load resistance will be :



8. A diamagnetic substance is brought near the north or south pole of a bar magnet. It will be :
- (a) repelled by both the poles.
 - (b) attracted by both the poles.
 - (c) repelled by the north pole and attracted by the south pole.
 - (d) attracted by the north pole and repelled by the south pole.

9. A circular coil of radius 8.0 cm and 40 turns is rotated about its vertical diameter with an angular speed of $\frac{25}{\pi}$ rad s⁻¹ in a uniform horizontal magnetic field of magnitude 3.0×10^{-2} T. The maximum emf induced in the coil is :

- (a) 0.12 V
- (b) 0.15 V
- (c) 0.19 V
- (d) 0.22 V



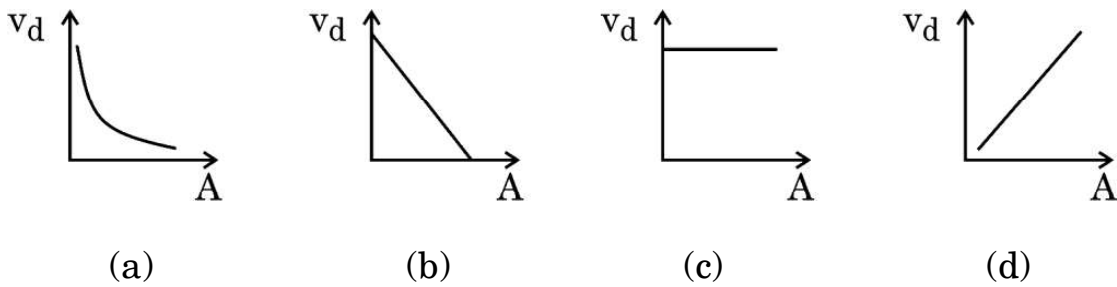
10. जब किसी नैज अर्धचालक को किसी त्रिसंयोजी अशुद्धि की अल्प मात्रा से मादित किया जाता है, तो :

- (a) उसका प्रतिरोध बढ़ जाता है ।
- (b) यह p-प्रकार अर्धचालक बन जाता है ।
- (c) उस अर्धचालक में मुक्त इलेक्ट्रॉन विवरों (होल) से अधिक होते हैं ।
- (d) मादक (अपमिश्रक) परमाणु दाता परमाणु बन जाते हैं ।

11. n-प्रकार के Si के ऊर्जा-बैण्ड आरेख में, चालन बैण्ड की तली E_C और दाता ऊर्जा स्तर E_D के बीच अन्तराल की कोटि होती है :

- (a) 10 eV
- (b) 1 eV
- (c) 0.1 eV
- (d) 0.01 eV

12. किसी धातु के तार, जिसकी अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल (A) एक सिरे से दूसरे सिरे तक निरन्तर बढ़ रहा है, से कोई स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है । 'A' के फलन के रूप में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग (v_d) के परिमाण को दर्शाया जा सकता है :



13. कॉपर के दो बेलनाकार तारों के द्रव्यमानों का अनुपात 1 : 3 तथा उनकी लम्बाइयों का अनुपात 5 : 3 है । इन तारों के प्रतिरोधों का अनुपात होगा :

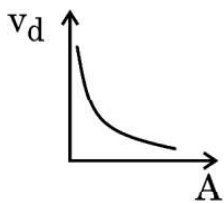
- (a) 1 : 3
- (b) 2 : 5
- (c) 2 : 3
- (d) 3 : 5



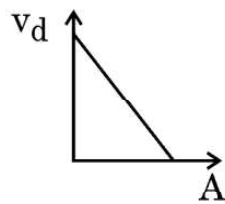
10. When an intrinsic semiconductor is doped with a small amount of trivalent impurity, then :
- (a) its resistance increases.
 - (b) it becomes a p-type semiconductor.
 - (c) there will be more free electrons than holes in the semiconductor.
 - (d) dopant atoms become donor atoms.

11. In the energy-band diagram of n-type Si, the gap between the bottom of the conduction band E_C and the donor energy level E_D is of the order of :
- (a) 10 eV
 - (b) 1 eV
 - (c) 0.1 eV
 - (d) 0.01 eV

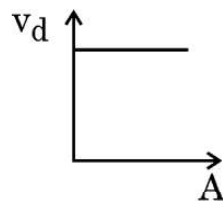
12. A steady current flows through a metallic wire whose area of cross-section (A) increases continuously from one end of the wire to the other. The magnitude of drift velocity (v_d) of the free electrons as a function of ' A ' can be shown by :



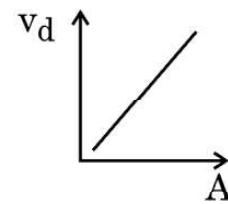
(a)



(b)



(c)

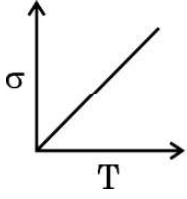


(d)

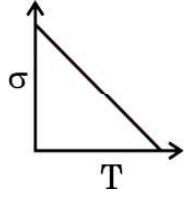
13. The masses of two cylindrical wires of copper are in the ratio of 1 : 3 and their lengths are in the ratio of 5 : 3. The ratio of their resistances will be :
- (a) 1 : 3
 - (b) 2 : 5
 - (c) 2 : 3
 - (d) 3 : 5



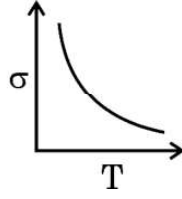
14. निम्नलिखित में से कौन-सा किसी चालक की चालकता के ताप के साथ विचरण को सही निरूपित करता है ?



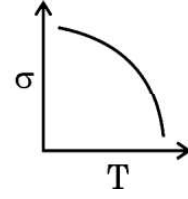
(a)



(b)



(c)



(d)

15. किसी लघु विद्युत द्विध्रुव के अक्ष पर उससे 'r' दूरी पर स्थित कोई बिन्दु आवेश \vec{F} बल का अनुभव करता है। यदि आवेश की दूरी '2r' है, तो आवेश द्वारा अनुभव किया जाने वाला बल होगा :

(a) $\frac{\vec{F}}{16}$

(b) $\frac{\vec{F}}{8}$

(c) $\frac{\vec{F}}{4}$

(d) $\frac{\vec{F}}{2}$

प्रश्न संख्या 16 से 18 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।

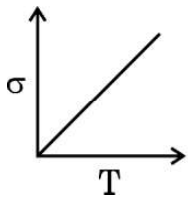
- (a) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या करता है।
- (b) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सही हैं, परन्तु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या **नहीं** करता है।
- (c) अभिकथन (A) सही है, परन्तु कारण (R) ग़लत है।
- (d) अभिकथन (A) ग़लत है तथा कारण (R) भी ग़लत है।

16. अभिकथन (A) : किसी तरंगाग्र के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच कलान्तर शून्य होता है।

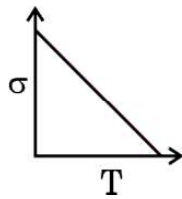
कारण (R) : किसी तरंगाग्र के सभी बिन्दु स्रोत से समान दूरी पर होते हैं और इस प्रकार समान कला में दोलन करते हैं।



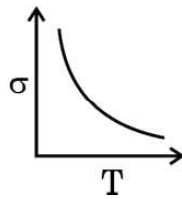
14. Which one of the following is the correct representation of variation of conductivity of a conductor with temperature ?



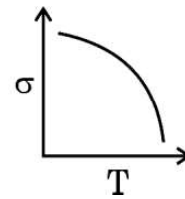
(a)



(b)



(c)



(d)

15. A point charge situated at a distance 'r' from a short electric dipole on its axis, experiences a force \vec{F} . If the distance of the charge is '2r', the force on the charge will be :

(a) $\frac{\vec{F}}{16}$

(b) $\frac{\vec{F}}{8}$

(c) $\frac{\vec{F}}{4}$

(d) $\frac{\vec{F}}{2}$

Questions number 16 to 18 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.

16. **Assertion (A) :** The phase difference between any two points on a wavefront is zero.

Reason (R) : All points on a wavefront are at the same distance from the source and thus oscillate in the same phase.



17. अभिकथन (A) : प्रकाश-विद्युत प्रभाव प्रकाश की कणात्मक प्रकृति को निदर्शित करता है ।
कारण (R) : देहली आवृत्ति से अधिक आवृत्तियों के लिए प्रकाश-विद्युत धारा आपतित विकिरणों की तीव्रता के समानुपाती होती है ।

18. अभिकथन (A) : जब किसी कॉपर की छड़ को किसी बाहरी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो क्षेत्र रेखाएँ उस छड़ के भीतर सांद्रित हो जाती हैं ।

कारण (R) : कॉपर एक अनुचुम्बकीय पदार्थ है ।

खण्ड ख

19. संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि किसी p-n संधि डायोड में विसरण और अपवाह धाराएँ किस प्रकार रोधिका विभव के निर्माण में योगदान करती हैं । 2

20. (क) नैज और अपद्रव्यी अर्धचालकों के बीच विभेदन कीजिए । 2

अथवा

- (ख) अग्रदिशिक बायस और पश्चदिशिक बायस में किसी p-n संधि डायोड के V – I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए । सिलिकॉन डायोड के V – I अभिलाक्षणिक का आलेख प्रदर्शित कीजिए । 2

21. किसी ऐल्फा कण को वेग $\vec{v} = (3.0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ से उस क्षेत्र में प्रक्षेपित किया गया है जिसमें कोई चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = [(0.4 \text{ T}) \hat{i} + (0.3 \text{ T}) \hat{j}]$ विद्यमान है । इस क्षेत्र में कण का त्वरण परिकलित कीजिए । \hat{i} , \hat{j} और \hat{k} क्रमशः x, y और z अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश हैं तथा ऐल्फा कण के लिए आवेश और द्रव्यमान अनुपात $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$ है । 2

22. कोई समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग x-अक्ष के अनुदिश निर्वात में संचरण कर रही है ।

(क) विद्युत क्षेत्र सदिश और चुम्बकीय क्षेत्र सदिश की दिशाओं का उल्लेख कीजिए ।

(ख) किसी समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग के विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्रों के परिमाण क्रमशः E_0 और B_0 हैं । विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र के ऊर्जा घनत्वों का अनुपात ज्ञात कीजिए । 2



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

Reason (R) : Photoelectric current is proportional to intensity of incident radiation for frequencies more than the threshold frequency.

18. *Assertion (A)* : When a bar of copper is placed in an external magnetic field, the field lines get concentrated inside the bar.

Reason (R) : Copper is a paramagnetic substance.

SECTION B

19. Briefly explain how the diffusion and drift currents contribute to the formation of potential barrier in a p-n junction diode. 2

20. (a) Differentiate between intrinsic and extrinsic semiconductors. 2

OR

(b) Draw the circuit arrangement for studying the $V - I$ characteristics of a p-n junction diode in forward bias and reverse bias. Show the plot of $V - I$ characteristic of a silicon diode. 2

21. An alpha particle is projected with velocity $\vec{v} = (3.0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ into a region in which magnetic field $\vec{B} = [(0.4 \text{ T}) \hat{i} + (0.3 \text{ T}) \hat{j}]$ exists. Calculate the acceleration of the particle in the region. \hat{i} , \hat{j} and \hat{k} are unit vectors along x, y and z axis respectively and charge to mass ratio for alpha particle is $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$. 2

22. A plane electromagnetic wave propagates in vacuum along x-axis.

(a) Give the direction of electric field and magnetic field vectors.

(b) E_0 and B_0 are the magnitudes of electric and magnetic fields respectively in a plane electromagnetic wave. Find the ratio of energy densities of electric field and magnetic field. 2



23. (क) हाइगेंस सिद्धान्त का उपयोग करके किसी समतल तरंग का किसी दो माध्यमों को पृथक करने वाले समतल पृष्ठ पर अपवर्तन दर्शाने वाला किरण आरेख खींचिए । अपवर्तन के स्नेल के नियम का सत्यापन भी कीजिए । 2

अथवा

- (ख) अपवर्ती दूरदर्शक की तुलना में परावर्ती दूरदर्शक को प्राथमिकता क्यों दी जाती है ? दो कारण देते हुए अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । 2
24. अपवर्तनांक 1.5 के काँच के 4 D क्षमता के किसी उभयोत्तल लेंस का निर्माण किया गया है । यदि इस लेंस के दोनों फलकों की वक्रता त्रिज्या समान है, तो प्रत्येक फलक की वक्रता त्रिज्या क्या है ? 2
25. हाइड्रोजन परमाणु के स्पेक्ट्रम में लाइमन श्रेणी की दूसरी लाइन का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए । (रिडबर्ग नियतांक, $R = 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ लीजिए) । 2

खण्ड ग

26. (क) हाइड्रोजन परमाणु के लिए ऊर्जा स्तर आरेख खींचिए । पराबैंगनी क्षेत्र, दृश्य क्षेत्र और अवरक्त क्षेत्र की श्रेणियों के तदनुरूप संक्रमणों को अंकित कीजिए । 3

अथवा

- (ख) विभिन्न नाभिकों के लिए द्रव्यमान संख्या के साथ बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के विचरण को दर्शाने के लिए आरेख खींचिए और इसकी दो विशेषताओं का उल्लेख कीजिए । हल्के नाभिकों में प्रायः नाभिकीय संलयन क्यों होता है ? 3
27. किसी धातु के लिए देहली तरंगदैर्घ्य 3315 \AA है । धातु के पृष्ठ पर आपतित प्रकाश का तरंगदैर्घ्य कितना होना चाहिए जिससे कि उत्सर्जित प्रकाश-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा 1.25 eV हो ? 3



- 23.** (a) Using Huygens' principle, draw a ray diagram showing the propagation of a plane wave refracting at a plane surface separating two media. Also verify Snell's law of refraction. 2

OR

- (b) Why is a reflecting telescope preferred over a refracting telescope ? Justify your answer giving two reasons. 2
- 24.** A double-convex lens of power 4 D is manufactured from a glass of refractive index 1.5. What is the radius of curvature of each face of this lens if both faces have the same radius of curvature ? 2
- 25.** Calculate the wavelength of the second line of Lyman series in a spectrum of hydrogen atom. (Take Rydberg constant, $R = 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$) 2

SECTION C

- 26.** (a) Draw the energy level diagram for hydrogen atom. Mark the transitions corresponding to the series lying in the ultraviolet region, visible region and infrared region. 3

OR

- (b) Draw a diagram to show the variation of binding energy per nucleon with mass number for different nuclei and mention its two features. Why do lighter nuclei usually undergo nuclear fusion ? 3
- 27.** The threshold wavelength for a metal is 3315 Å. What should be the wavelength of light incident on the metal surface so that the maximum kinetic energy of the emitted photoelectrons be 1.25 eV ? 3



28. किसी आदर्श अपचायी ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलियों में फेरों की संख्या क्रमशः 650 और 25 है। जब इस ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डली को 240 V मेंस से संयोजित किया जाता है, तो प्राथमिक कुण्डली में धारा 1.5 A होती है। परिकलित कीजिए : 3

- (क) द्वितीयक कुण्डली के सिरों पर वोल्टता
- (ख) द्वितीयक कुण्डली में धारा
- (ग) निर्गत परिपथ को दी गई औसत शक्ति

29. (क) प्रतिरोध किस प्रकार प्रतिबाधा से भिन्न है ? उपयुक्त फेज़र आरेख की सहायता से किसी श्रेणी LCR परिपथ, जो किसी स्रोत $v = v_m \sin \omega t$ से संयोजित है, की प्रतिबाधा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। 3

अथवा

- (ख) स्रोत $v = v_m \sin \omega t$, जिसमें ω को परिवर्तित किया जा सकता है, से संयोजित किसी श्रेणी LCR परिपथ के अनुनाद के लिए शर्त ज्ञात कीजिए। उन कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर किसी श्रेणी LCR परिपथ की अनुनाद आवृत्ति निर्भर करती है। किसी श्रेणी LCR परिपथ में आवृत्ति के साथ विद्युत धारा के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए। 3

30. $100 \mu\text{F}$ धारिता के किसी संधारित्र को 12 V की किसी बैटरी द्वारा आवेशित किया गया है।

- (क) इस संधारित्र में कितनी स्थिर-वैद्युत ऊर्जा संचित होगी ?
- (ख) इस संधारित्र को बैटरी से वियोजित कर दिया जाता है और पार्श्व में $100 \mu\text{F}$ के किसी अन्य अनावेशित संधारित्र से संयोजित कर दिया जाता है। इस निकाय द्वारा संचित स्थिर-वैद्युत ऊर्जा कितनी है ? 3



28. The primary and the secondary coils of an ideal step-down transformer consist of 650 and 25 turns respectively. When the primary coil of this transformer is connected to 240 V mains, the current in the primary coil is 1.5 A. Calculate : 3

- (a) the voltage across the secondary coil
- (b) the current in the secondary coil
- (c) the average power delivered to the output circuit

29. (a) How does the resistance differ from impedance ? With the help of a suitable phasor diagram, obtain an expression for impedance of a series LCR circuit, connected to a source $v = v_m \sin \omega t$. 3

OR

- (b) Find the condition for resonance in a series LCR circuit connected to a source $v = v_m \sin \omega t$, where ω can be varied. Give the factors on which the resonant frequency of a series LCR circuit depends. Plot a graph showing the variation of electric current with frequency in a series LCR circuit. 3

30. A 100 μF capacitor is charged by a 12 V battery.

- (a) How much electrostatic energy is stored by the capacitor ?
- (b) The capacitor is disconnected from the battery and connected in parallel to another uncharged 100 μF capacitor. What is the electrostatic energy stored by the system ? 3



खण्ड घ

31. (क) (i) किसी धारावाही अवयव के कारण चुम्बकीय क्षेत्र के लिए बायो-सावर्ट नियम लिखिए । इस नियम का उपयोग करके त्रिज्या 'a' के किसी वृत्ताकार पाश, जिससे धारा 'I' प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र के लिए कोई व्यंजक प्राप्त कीजिए । किसी धारा पाश के लिए चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को इंगित करते हुए चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए ।
- (ii) कोई इलेक्ट्रॉन किसी नाभिक की वृत्ताकार कक्षा में 10^7 m s^{-1} की चाल से परिक्रमा कर रहा है । यदि कक्षा की त्रिज्या 10^{-10} m है, तो कक्षा में परिक्रमा करने वाले इलेक्ट्रॉन द्वारा उत्पन्न धारा ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी धारावाही सीधे चालक पर कार्यरत बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । उस नियम का उल्लेख कीजिए जो इस बल की दिशा को निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है । वह शर्त दीजिए जिसके अंतर्गत यह बल (1) अधिकतम, और (2) निम्नतम होता है ।
- (ii) दो लम्बे सीधे समान्तर तार A और B वायु में एक-दूसरे से 2.5 cm दूरी पर हैं । इन तारों से विपरीत दिशाओं में क्रमशः 5.0 A और 2.5 A धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं । तार B की 10 cm लम्बाई पर तार A द्वारा आरोपित बल का परिमाण परिकलित कीजिए ।

5

32. (क) (i) (1) व्यतिकरण पैटर्न और विवर्तन पैटर्न के बीच दो अन्तर लिखिए ।
- (2) यंग के द्विझिरी प्रयोग में किन्हीं दो कारकों के नाम लिखिए जिन पर फ्रिंज चौड़ाई निर्भर करती है ।



SECTION D

31. (a) (i) State Biot-Savart's law for the magnetic field due to a current carrying element. Use this law to obtain an expression for the magnetic field at the centre of a circular loop of radius 'a' and carrying a current 'I'. Draw the magnetic field lines for a current loop indicating the direction of magnetic field.
- (ii) An electron is revolving around the nucleus in a circular orbit with a speed of 10^7 m s^{-1} . If the radius of the orbit is 10^{-10} m , find the current constituted by the revolving electron in the orbit.

5

OR

- (b) (i) Derive an expression for the force acting on a current carrying straight conductor kept in a magnetic field. State the rule which is used to find the direction of this force. Give the condition under which this force is (1) maximum, and (2) minimum.
- (ii) Two long parallel straight wires A and B are 2.5 cm apart in air. They carry 5.0 A and 2.5 A currents respectively in opposite directions. Calculate the magnitude of the force exerted by wire A on a 10 cm length of wire B.

5

32. (a) (i) (1) Write two points of difference between an interference pattern and a diffraction pattern.
- (2) Name any two factors on which the fringe width in a Young's double-slit experiment depends.



(ii) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच पृथकन झिरियों से गुज़रने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य का 100 गुना है ।

(1) केन्द्रीय उच्चिष्ठ और निकटवर्ती उच्चिष्ठ के बीच कोणीय पृथकन का रेडियनों में परिकलन कीजिए ।

(2) झिरियों से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर इन दोनों उच्चिष्ठों के मध्य दूरी परिकलित कीजिए ।

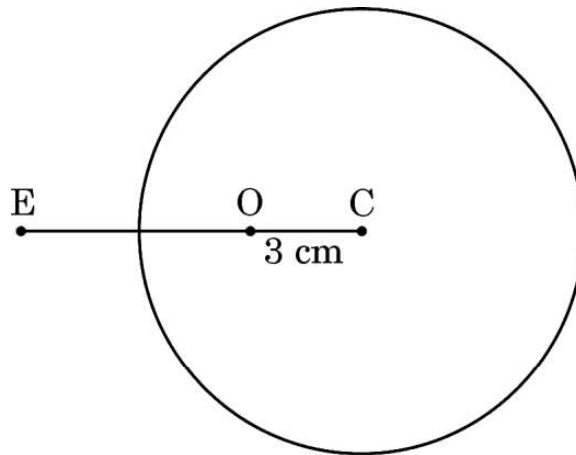
5

अथवा

(ख) (i) वक्रता त्रिज्या R का कोई गोलीय पृष्ठ n_1 और n_2 अपवर्तनांकों के दो माध्यमों को एक-दूसरे से पृथक करता है । n_1 अपवर्तनांक के माध्यम में कोई बिन्दुकित बिम्ब इस पृष्ठ से दूरी u पर रखा है और पृष्ठ द्वारा इसका प्रतिबिम्ब n_2 अपवर्तनांक के माध्यम में पृष्ठ से v दूरी पर बन रहा है । u और v के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए ।

(ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 6.0 cm त्रिज्या के किसी ठोस काँच के गोले में गोले के केन्द्र C से 3.0 cm दूरी पर कोई छोटा वायु का बुलबुला फंसा हुआ है । गोले के पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है । वायु में किसी बाहरी बिन्दु E से गोले की सतह में से देखने पर इस बुलबुले की आभासी स्थिति ज्ञात कीजिए ।

5





(ii) In Young's double-slit experiment, the two slits are separated by a distance equal to 100 times the wavelength of light that passes through the slits. Calculate :

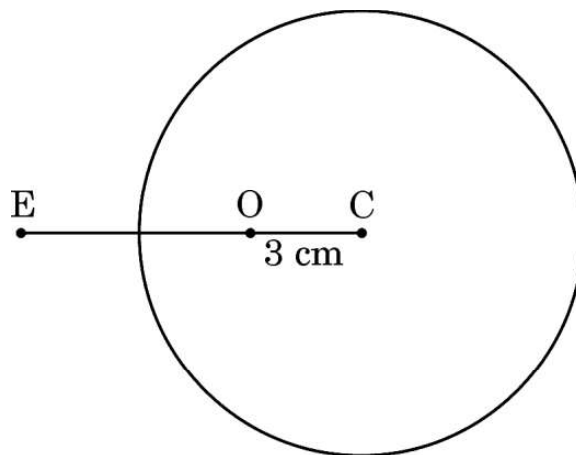
- (1) the angular separation in radians between the central maximum and the adjacent maximum.
- (2) the distance between these two maxima on a screen 50 cm from the slits.

5

OR

- (b) (i) A spherical surface of radius of curvature R separates two media of refractive indices n_1 and n_2 . A point object is placed in front of the surface at distance u in medium of refractive index n_1 and its image is formed by the surface at distance v , in the medium of refractive index n_2 . Derive a relation between u and v .
- (ii) A solid glass sphere of radius 6.0 cm has a small air bubble trapped at a distance 3.0 cm from its centre C as shown in the figure. The refractive index of the material of the sphere is 1.5. Find the apparent position of this bubble when seen through the surface of the sphere from an outside point E in air.

5





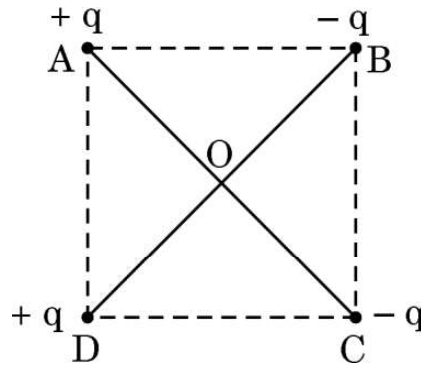
33. (क) (i) स्थिर-वैद्युतिकी में कूलॉम नियम का उल्लेख कीजिए और इसे दो आवेशों के लिए सदिश रूप में लिखिए ।
- (ii) 'गाउस नियम कूलॉम नियम में सम्मिलित दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपात पर आधारित है।' व्याख्या कीजिए ।
- (iii) दो आवेश A (आवेश q) तथा B (आवेश $2q$) क्रमशः बिन्दुओं $(0, 0)$ और (a, a) पर स्थित हैं । मान लीजिए x -अक्ष और y -अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश क्रमशः \hat{i} और \hat{j} हैं । \hat{i} और \hat{j} के पदों में A का B पर आरोपित बल ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) $2a$ दूरी के पृथक्कन वाले दो आवेशों q और $-q$ के बने किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल के किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।
- (ii) किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल पर स्थित किसी दूरस्थ बिन्दु की दूरी आधी कर दी गई है । इस द्विध्रुव के लिए विद्युत क्षेत्र किस प्रकार प्रभावित होगा ?
- (iii) आरेख में दर्शाए अनुसार किसी $\sqrt{2}$ m भुजा के वर्ग ABCD के विकर्णों के अनुदिश दो सर्वसम विद्युत द्विध्रुव रखे हैं । इस वर्ग के केन्द्र (O) पर नेट विद्युत क्षेत्र का परिमाण और दिशा प्राप्त कीजिए ।

5





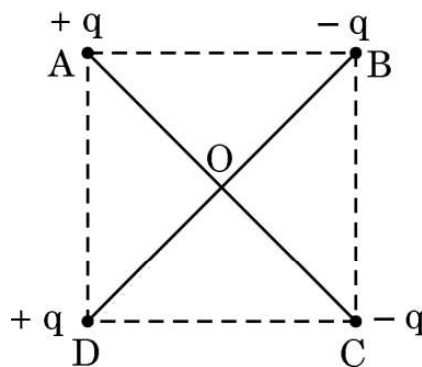
33. (a) (i) State Coulomb's law in electrostatics and write it in vector form, for two charges.
- (ii) 'Gauss's law is based on the inverse-square dependence on distance contained in the Coulomb's law.' Explain.
- (iii) Two charges A (charge q) and B (charge $2q$) are located at points $(0, 0)$ and (a, a) respectively. Let \hat{i} and \hat{j} be the unit vectors along x-axis and y-axis respectively. Find the force exerted by A on B, in terms of \hat{i} and \hat{j} .

5

OR

- (b) (i) Derive an expression for the electric field at a point on the equatorial plane of an electric dipole consisting of charges q and $-q$ separated by a distance $2a$.
- (ii) The distance of a far off point on the equatorial plane of an electric dipole is halved. How will the electric field be affected for the dipole ?
- (iii) Two identical electric dipoles are placed along the diagonals of a square ABCD of side $\sqrt{2}$ m as shown in the figure. Obtain the magnitude and direction of the net electric field at the centre (O) of the square.

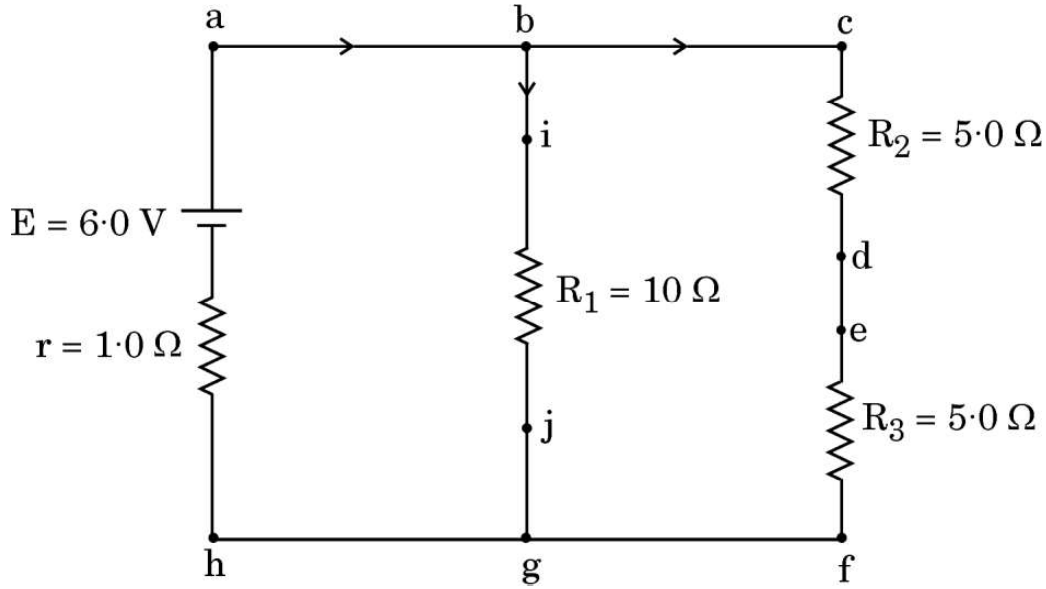
5





खण्ड ड

34. निम्नलिखित चित्र एक विद्युत परिपथ आरेख को दर्शाता है। हम किरखोफ नियमों का उपयोग करके विभिन्न प्रतिरोधकों में धारा और उनके सिरों पर विभवान्तर ज्ञात कर सकते हैं।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- | | | |
|-----|-------------------------------------------------|---|
| (क) | इस परिपथ में कौन-से बिन्दु समान विभव पर हैं ? | 1 |
| (ख) | भुजा bg में धारा कितनी है ? | 1 |
| (ग) | प्रतिरोध R_3 के सिरों पर कितना विभवान्तर है ? | 2 |

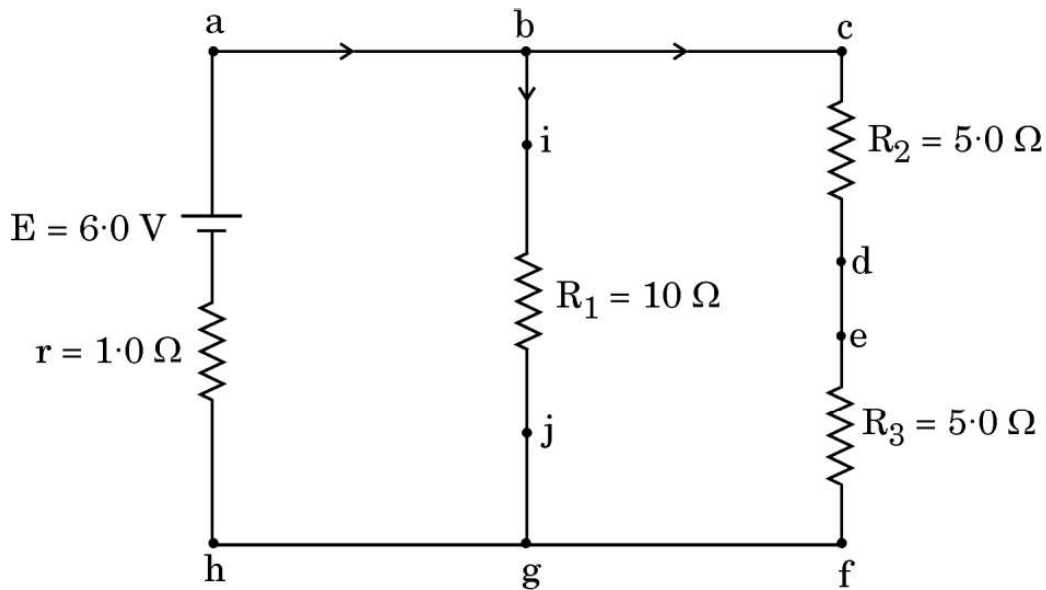
अथवा

- | | | |
|-----|------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रतिरोध R_2 में शक्ति क्षय कितना है ? | 2 |
|-----|------------------------------------------|---|



SECTION E

34. The following figure shows a circuit diagram. We can find the currents through and potential differences across different resistors using Kirchhoff's rules.



Answer the following questions based on the above :

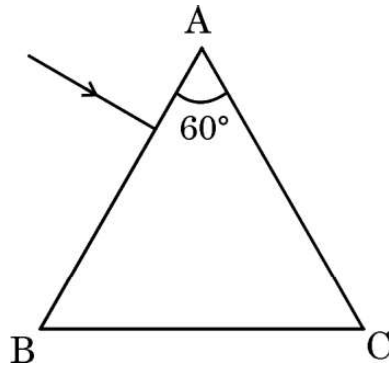
- | | |
|-------------------------------------------------------------|---|
| (a) Which points are at the same potential in the circuit ? | 1 |
| (b) What is the current through arm bg ? | 1 |
| (c) Find the potential difference across resistance R_3 . | 2 |

OR

- | | |
|--------------------------------------------------------|---|
| (c) What is the power dissipated in resistance R_2 ? | 2 |
|--------------------------------------------------------|---|



35. स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट एक दुर्लभ ऑक्साइड है जो साइबेरिया में पाया जाने वाला प्राकृतिक खनिज है । इसका उपयोग हीरे के विकल्प के रूप में किया जाता है क्योंकि इसका अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण क्रमशः 2.41 और 24.5° हैं जो कि हीरे के अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण के लगभग बराबर हैं । इसमें हीरे के सभी गुण होते हैं । यहाँ तक कि कोई प्रवीण जौहरी भी हीरे और स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट के बीच विभेदन नहीं कर पाता है । स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट से बने किसी समबाहु त्रिभुजाकर प्रिज़्म ABC के एक फलक पर कोई प्रकाश किरण अभिलम्बवत आपतन कर रही है ।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

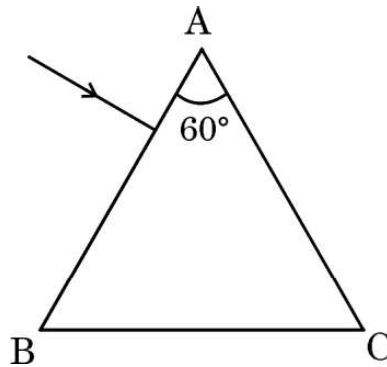
- | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|
| (क) | इस प्रकाश किरण का इस प्रिज़्म से गुजरते हुए पथ आरेखित कीजिए । | 1 |
| (ख) | प्रिज़्म में प्रकाश का वेग ज्ञात कीजिए । | 1 |
| (ग) | पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के दो अनुप्रयोगों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए । | 2 |

अथवा

- | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रकाश के पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की परिभाषा लिखिए । इसके होने के लिए दो शर्तें बताइए । | 2 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|



- 35.** Strontium titanate is a rare oxide — a natural mineral found in Siberia. It is used as a substitute for diamond because its refractive index and critical angle are 2.41 and 24.5° , respectively, which are approximately equal to the refractive index and critical angle of diamond. It has all the properties of diamond. Even an expert jeweller is unable to differentiate between diamond and strontium titanate. A ray of light is incident normally on one face of an equilateral triangular prism ABC made of strontium titanate.



Answer the following questions based on the above :

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| (a) Trace the path of the ray showing its passage through the prism. | 1 |
| (b) Find the velocity of light through the prism. | 1 |
| (c) Briefly explain two applications of total internal reflection. | 2 |

OR

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---|
| (c) Define total internal reflection of light. Give two conditions for it. | 2 |
|----------------------------------------------------------------------------|---|

Series GEFH1/1



SET ~ 3



रोल नं.

Roll No.



प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code

55/1/3

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 ।
Please check that this question paper contains 27 printed pages.
- (ii) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें ।
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.
- (iii) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं ।
Please check that this question paper contains 35 questions.
- (iv) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें ।
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 ।
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 बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका सख्ती से पालन कीजिए :

- (i) इस प्रश्न-पत्र में 35 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न-पत्र पाँच खण्डों में विभाजित है – क, ख, ग, घ एवं ङ।
- (iii) खण्ड क में प्रश्न संख्या 1 से 18 तक बहुविकल्पीय (MCQ) प्रकार के एक-एक अंक के प्रश्न हैं।
- (iv) खण्ड ख में प्रश्न संख्या 19 से 25 तक अति लघु-उत्तरीय (VSA) प्रकार के दो-दो अंकों के प्रश्न हैं।
- (v) खण्ड ग में प्रश्न संख्या 26 से 30 तक लघु-उत्तरीय (SA) प्रकार के तीन-तीन अंकों के प्रश्न हैं।
- (vi) खण्ड घ में प्रश्न संख्या 31 से 33 तक दीर्घ-उत्तरीय (LA) प्रकार के पाँच-पाँच अंकों के प्रश्न हैं।
- (vii) खण्ड ङ में प्रश्न संख्या 34 तथा 35 केस-आधारित चार-चार अंकों के प्रश्न हैं।
- (viii) प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड ख के 2 प्रश्नों में, खण्ड ग के 2 प्रश्नों में, खण्ड घ के 3 प्रश्नों में तथा खण्ड ङ के 2 प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान दिया गया है।
- (ix) कैल्कुलेटर का उपयोग वर्जित है।

भौतिक नियतांकों के निम्नलिखित मान, आवश्यकता अनुसार उपयोग करें:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{आवोगाद्रो संख्या} = 6.023 \times 10^{23} \text{ प्रति ग्राम मोल (per gram mole)}$$

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



General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

- (i) *This question paper contains **35** questions. **All** questions are **compulsory**.*
- (ii) *This question paper is divided into **five** Sections – **A, B, C, D** and **E**.*
- (iii) *In **Section A** – Questions no. **1** to **18** are Multiple Choice (MCQ) type questions, carrying **1** mark each.*
- (iv) *In **Section B** – Questions no. **19** to **25** are Very Short Answer (VSA) type questions, carrying **2** marks each.*
- (v) *In **Section C** – Questions no. **26** to **30** are Short Answer (SA) type questions, carrying **3** marks each.*
- (vi) *In **Section D** – Questions no. **31** to **33** are Long Answer (LA) type questions carrying **5** marks each.*
- (vii) *In **Section E** – Questions no. **34** and **35** are case-based questions carrying **4** marks each.*
- (viii) *There is no overall choice. However, an internal choice has been provided in 2 questions in Section B, 2 questions in Section C, 3 questions in Section D and 2 questions in Section E.*
- (ix) *Use of calculators is **not** allowed.*

Use the following values of physical constants, if required :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

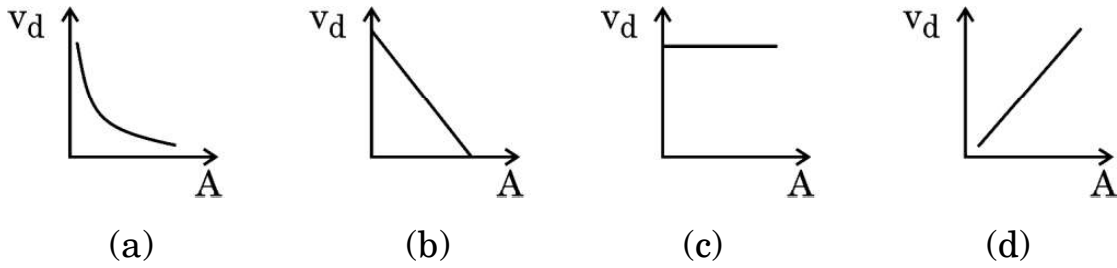


खण्ड क

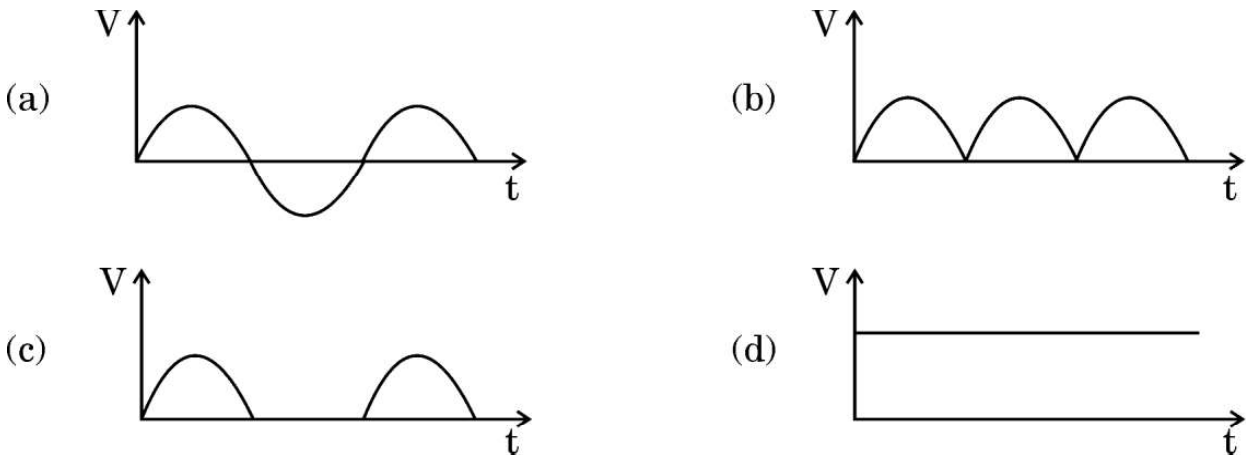
1. n-प्रकार के Si के ऊर्जा-बैंड आरेख में, चालन बैंड की तली E_C और दाता ऊर्जा स्तर E_D के बीच अन्तराल की कोटि होती है :

- (a) 10 eV (b) 1 eV
(c) 0.1 eV (d) 0.01 eV

2. किसी धातु के तार, जिसकी अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल (A) एक सिरे से दूसरे सिरे तक निरन्तर बढ़ रहा है, से कोई स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है। 'A' के फलन के रूप में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेग (v_d) के परिमाण को दर्शाया जा सकता है :



3. वोल्टेज का कोई ac स्रोत श्रेणी में किसी p-n संधि डायोड और लोड प्रतिरोधक से संयोजित है। लोड प्रतिरोध के सिरों पर निर्गत वोल्टता के लिए सही विकल्प होगा :



4. हाइड्रोजन परमाणु अपनी आरम्भिक निम्नतम अवस्था में किसी फोटॉन को अवशोषित करता है जो उसे $n = 5$ स्तर तक उत्तेजित कर देता है। इस फोटॉन की तरंगदैर्घ्य है :

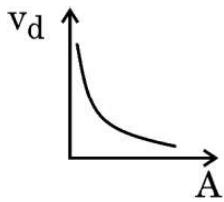
- (a) 975 nm (b) 740 nm
(c) 523 nm (d) 95 nm



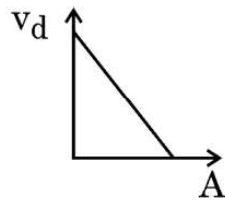
SECTION A

1. In the energy-band diagram of n-type Si, the gap between the bottom of the conduction band E_C and the donor energy level E_D is of the order of :
- (a) 10 eV (b) 1 eV
(c) 0.1 eV (d) 0.01 eV

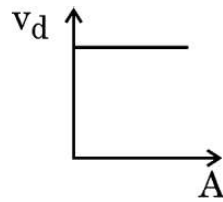
2. A steady current flows through a metallic wire whose area of cross-section (A) increases continuously from one end of the wire to the other. The magnitude of drift velocity (v_d) of the free electrons as a function of ' A ' can be shown by :



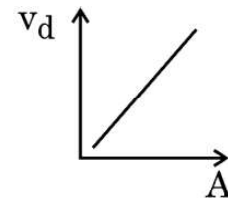
(a)



(b)

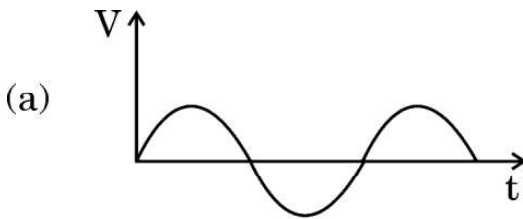


(c)

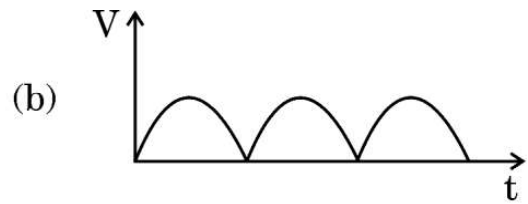


(d)

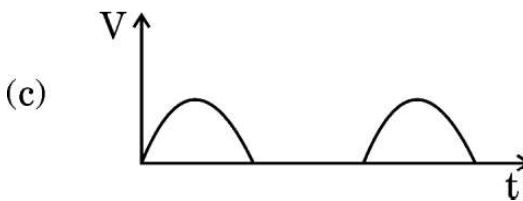
3. An ac source of voltage is connected in series with a p-n junction diode and a load resistor. The correct option for output voltage across load resistance will be :



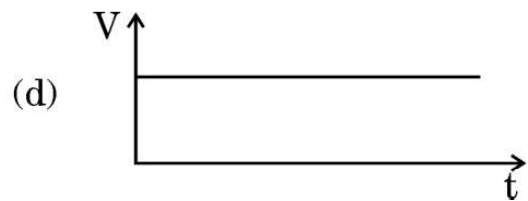
(a)



(b)



(c)



(d)

4. Hydrogen atom initially in the ground state, absorbs a photon which excites it to $n = 5$ level. The wavelength of the photon is :
- (a) 975 nm (b) 740 nm
(c) 523 nm (d) 95 nm



5. किसी संधारित्र को आवेशित करने की प्रक्रिया में, संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच उत्पन्न विद्युत धारा होती है :

(a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

(b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

(c) $\epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

(d) $\frac{1}{\epsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

यहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं ।

6. किसी प्रयोग में, किसी धातु के पृष्ठ पर 7.5 eV ऊर्जा के फोटॉन आपतन कर रहे हैं । इस धातु के पृष्ठ से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों को धातु के सापेक्ष - 4.5 V के विभव के किसी इलेक्ट्रोड द्वारा रोक दिया जाता है । धातु का कार्य फलन है :

(a) 3.0 eV

(b) 4.5 eV

(c) 7.5 eV

(d) 12.0 eV

7. कोई वृत्ताकार कुण्डली जिसकी त्रिज्या 8.0 cm है तथा जिसमें 40 फेरे हैं, अपने ऊर्ध्वाधर व्यास के परितः $\frac{25}{\pi}$ रेडियन प्रति सेकण्ड की कोणीय चाल से 3.0×10^{-2} T परिमाण के किसी एकसमान क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन कर रही है । इस कुण्डली में प्रेरित अधिकतम वि.वा. बल (emf) है :

(a) 0.12 V

(b) 0.15 V

(c) 0.19 V

(d) 0.22 V

8. दो नाभिकों की द्रव्यमान संख्याओं का अनुपात 8 : 1 है । इनके नाभिकीय घनत्वों का अनुपात है :

(a) 8 : 1

(b) 4 : 1

(c) 2 : 1

(d) 1 : 1



5. In the process of charging of a capacitor, the current produced between the plates of the capacitor is :

(a) $\mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

(b) $\frac{1}{\mu_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

(c) $\varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

(d) $\frac{1}{\varepsilon_0} \frac{d\phi_E}{dt}$

where symbols have their usual meanings.

6. In an experiment, photons of energy 7.5 eV are incident on a metal surface. Electrons emitted from the metal surface are stopped by an electrode at a potential of – 4.5 V w.r.t. the metal. The work function of the metal is :

(a) 3.0 eV

(b) 4.5 eV

(c) 7.5 eV

(d) 12.0 eV

7. A circular coil of radius 8.0 cm and 40 turns is rotated about its vertical diameter with an angular speed of $\frac{25}{\pi}$ rad s⁻¹ in a uniform horizontal magnetic field of magnitude 3.0×10^{-2} T. The maximum emf induced in the coil is :

(a) 0.12 V

(b) 0.15 V

(c) 0.19 V

(d) 0.22 V

8. Two nuclei have their mass numbers in the ratio of 8 : 1. The ratio of their nuclear densities is :

(a) 8 : 1

(b) 4 : 1

(c) 2 : 1

(d) 1 : 1



9. किसी लघु विद्युत द्विध्रुव के अक्ष पर उससे 'r' दूरी पर स्थित कोई बिन्दु आवेश \vec{F} बल का अनुभव करता है। यदि आवेश की दूरी '2r' है, तो आवेश द्वारा अनुभव किया जाने वाला बल होगा :

(a) $\frac{\vec{F}}{16}$

(b) $\frac{\vec{F}}{8}$

(c) $\frac{\vec{F}}{4}$

(d) $\frac{\vec{F}}{2}$

10. किसी चालक से प्रति सेकण्ड प्रवाहित इलेक्ट्रॉनों की संख्या 3.3×10^{19} है। इस चालक से प्रवाहित धारा है :

(a) 2.0 A

(b) 3.4 A

(c) 4.8 A

(d) 5.3 A

11. जब किसी नैज अर्धचालक को किसी त्रिसंयोजी अशुद्धि की अल्प मात्रा से मादित किया जाता है, तो :

(a) उसका प्रतिरोध बढ़ जाता है।

(b) यह p-प्रकार का अर्धचालक बन जाता है।

(c) उस अर्धचालक में मुक्त इलेक्ट्रॉन विवरों (होल) से अधिक होते हैं।

(d) मादक (अपमिश्रक) परमाणु दाता परमाणु बन जाते हैं।

12. किसी प्रतिचुम्बकीय पदार्थ को किसी छड़ चुम्बक के उत्तर अथवा दक्षिण ध्रुव के निकट लाया गया है। यह पदार्थ :

(a) दोनों ध्रुवों द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा।

(b) दोनों ध्रुवों द्वारा आकर्षित किया जाएगा।

(c) उत्तर ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा आकर्षित किया जाएगा।

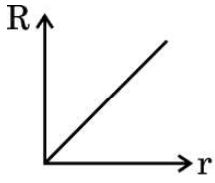
(d) उत्तर ध्रुव द्वारा आकर्षित तथा दक्षिण ध्रुव द्वारा प्रतिकर्षित किया जाएगा।



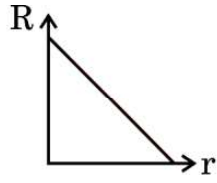
9. A point charge situated at a distance 'r' from a short electric dipole on its axis, experiences a force \vec{F} . If the distance of the charge is '2r', the force on the charge will be :
- (a) $\frac{\vec{F}}{16}$ (b) $\frac{\vec{F}}{8}$
- (c) $\frac{\vec{F}}{4}$ (d) $\frac{\vec{F}}{2}$
10. The number of electrons flowing through a conductor per second is 3.3×10^{19} . The current flowing through the conductor is :
- (a) 2.0 A (b) 3.4 A
- (c) 4.8 A (d) 5.3 A
11. When an intrinsic semiconductor is doped with a small amount of trivalent impurity, then :
- (a) its resistance increases.
- (b) it becomes a p-type semiconductor.
- (c) there will be more free electrons than holes in the semiconductor.
- (d) dopant atoms become donor atoms.
12. A diamagnetic substance is brought near the north or south pole of a bar magnet. It will be :
- (a) repelled by both the poles.
- (b) attracted by both the poles.
- (c) repelled by the north pole and attracted by the south pole.
- (d) attracted by the north pole and repelled by the south pole.



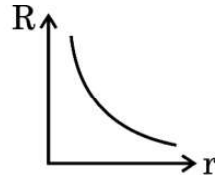
13. निम्नलिखित माध्यमों के किस युगल के लिए क्रांतिक कोण का मान सबसे कम होगा ?
- (a) काँच से वायु (b) काँच से जल
(c) हीरे से जल (d) हीरे से वायु
14. किसी छड़ चुम्बक को किसी धातु के खोखले सिलिण्डर में उसके ऊर्ध्वाधर अक्ष के अनुदिश गिराया जाता है। गिरते हुए चुम्बक का त्वरण होगा :
- (a) शून्य (b) g के बराबर
(c) g से कम (d) g से अधिक
15. किसी धातु के बेलनाकार तार के प्रतिरोध (R) के उसके तार की त्रिज्या (r) के फलन के रूप में सही विचरण को दर्शाने वाला ग्राफ कौन-सा है, जबकि तार की लम्बाई तथा ताप नियत रखे गए हैं ?



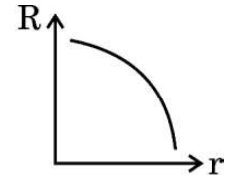
(a)



(b)



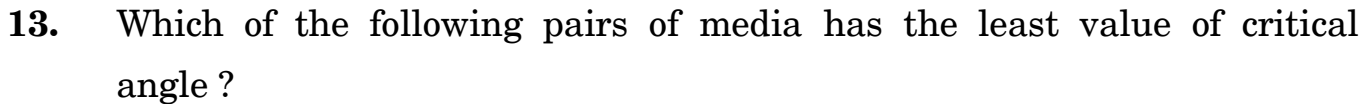
(c)



(d)

प्रश्न संख्या 16 से 18 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।

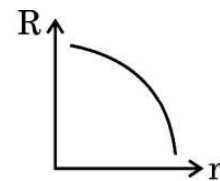
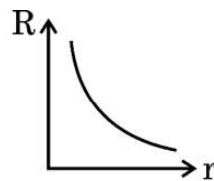
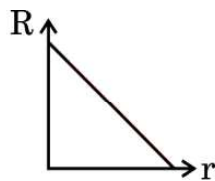
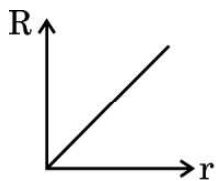


- (a) Glass to air (b) Glass to water
(c) Diamond to water (d) Diamond to air

- 14.** A bar magnet is dropped in a hollow metallic cylinder along its vertical axis. The acceleration of the falling magnet will be :

- (a) zero (b) equal to g
(c) less than g (d) greater than g

- 15.** The correct graph showing the variation of the resistance (R) of a cylindrical metal wire as a function of its radius (r), keeping its length and temperature constant, is :



Questions number **16** to **18** 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.

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



16. अभिकथन (A) : प्रकाश-विद्युत प्रभाव प्रकाश की कणात्मक प्रकृति को निदर्शित करता है ।
कारण (R) : देहली आवृत्ति से अधिक आवृत्तियों के लिए प्रकाश-विद्युत धारा आपतित विकिरणों की तीव्रता के समानुपाती होती है ।
17. अभिकथन (A) : जब किसी कॉपर की छड़ को किसी बाहरी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो क्षेत्र रेखाएँ उस छड़ के भीतर सांद्रित हो जाती हैं ।
कारण (R) : कॉपर एक अनुचुम्बकीय पदार्थ है ।
18. अभिकथन (A) : किसी तरंगाग्र के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच कलान्तर शून्य होता है ।
कारण (R) : किसी तरंगाग्र के सभी बिन्दु स्रोत से समान दूरी पर होते हैं और इस प्रकार समान कला में दोलन करते हैं ।

खण्ड ख

19. किसी उभयोत्तल लेंस के फलकों की वक्रता त्रिज्याएँ 20 cm और 30 cm हैं । इसकी क्षमता $\frac{25}{6} D$ है । लेंस के काँच का अपवर्तनांक क्या है ? 2
20. संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि किसी p-n संधि डायोड में विसरण और अपवाह धाराएँ किस प्रकार रोधिका विभव के निर्माण में योगदान करती हैं । 2
21. किसी ऐल्फा कण को वेग $\vec{v} = (3.0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ से उस क्षेत्र में प्रक्षेपित किया गया है जिसमें कोई चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = [(0.4 \text{ T}) \hat{i} + (0.3 \text{ T}) \hat{j}]$ विद्यमान है । इस क्षेत्र में कण का त्वरण परिकलित कीजिए । \hat{i} , \hat{j} और \hat{k} क्रमशः x, y और z अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश हैं तथा ऐल्फा कण के लिए आवेश और द्रव्यमान अनुपात $4.8 \times 10^7 \text{ C/kg}$ है । 2
22. बोर मॉडल में हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था ऊर्जा -13.6 eV है । कोई इलेक्ट्रॉन -1.51 eV के ऊर्जा स्तर से -3.4 eV के ऊर्जा स्तर पर संक्रमण करता है । उत्सर्जित स्पेक्ट्रमी रेखा की तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए । 2



16. *Assertion (A)* : Photoelectric effect demonstrates the particle nature of light.
Reason (R) : Photoelectric current is proportional to intensity of incident radiation for frequencies more than the threshold frequency.
17. *Assertion (A)* : When a bar of copper is placed in an external magnetic field, the field lines get concentrated inside the bar.
Reason (R) : Copper is a paramagnetic substance.
18. *Assertion (A)* : The phase difference between any two points on a wavefront is zero.
Reason (R) : All points on a wavefront are at the same distance from the source and thus oscillate in the same phase.

SECTION B

19. The radii of curvature of the faces of a double-convex lens are 20 cm and 30 cm. Its power is $\frac{25}{6}$ D. What is the refractive index of the glass of the lens ? 2
20. Briefly explain how the diffusion and drift currents contribute to the formation of potential barrier in a p-n junction diode. 2
21. An alpha particle is projected with velocity $\vec{v} = (3 \cdot 0 \times 10^5 \text{ m/s}) \hat{i}$ into a region in which magnetic field $\vec{B} = [(0 \cdot 4 \text{ T}) \hat{i} + (0 \cdot 3 \text{ T}) \hat{j}]$ exists. Calculate the acceleration of the particle in the region. \hat{i} , \hat{j} and \hat{k} are unit vectors along x, y and z axis respectively and charge to mass ratio for alpha particle is $4 \cdot 8 \times 10^7 \text{ C/kg}$. 2
22. The ground state energy of hydrogen atom is $-13 \cdot 6 \text{ eV}$ in Bohr model. An electron makes a transition from an energy level of $-1 \cdot 51 \text{ eV}$ to that of $-3 \cdot 4 \text{ eV}$. Calculate the wavelength of the spectral line emitted. 2



23. (क) हाइगेंस सिद्धान्त का उपयोग करके किसी समतल तरंग का किसी दो माध्यमों को पृथक करने वाले समतल पृष्ठ पर अपवर्तन दर्शाने वाला किरण आरेख खींचिए । अपवर्तन के स्नेल के नियम का सत्यापन भी कीजिए । 2

अथवा

- (ख) अपवर्ती दूरदर्शक की तुलना में परावर्ती दूरदर्शक को प्राथमिकता क्यों दी जाती है ? दो कारण देते हुए अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । 2

24. विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के उस भाग को पहचानिए :

- (क) जो विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के दृश्य भाग की निम्नतम आवृत्ति से अगला है, तथा
(ख) जो उच्च ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉनों द्वारा धातु के लक्ष्य पर बमबारी करने पर उत्पन्न होता है ।

इनमें से प्रत्येक का एक-एक उपयोग दीजिए ।

2

25. (क) नैज और अपद्रव्यी अर्धचालकों के बीच विभेदन कीजिए ।

2

अथवा

- (ख) अग्रदिशिक बायस और पश्चदिशिक बायस में किसी p-n संधि डायोड के V – I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए । सिलिकॉन डायोड के V – I अभिलाक्षणिक का आलेख प्रदर्शित कीजिए ।

2

खण्ड ग

26. $15 \mu\text{F}$ धारिता के किसी शुद्ध संधारित्र को किसी ac वोल्टता $v = v_m \sin \omega t$ ($v_m = 310 \text{ V}$ तथा $f = 50 \text{ Hz}$) से संयोजित किया गया है । परिकलित कीजिए (i) संधारित्र का प्रतिघात, तथा (ii) धारा का आयाम । समय के फलन के रूप में संधारित्र से प्रवाहित धारा के लिए व्यंजक लिखिए ।

3



- 23.** (a) Using Huygens' principle, draw a ray diagram showing the propagation of a plane wave refracting at a plane surface separating two media. Also verify Snell's law of refraction. 2

OR

- (b) Why is a reflecting telescope preferred over a refracting telescope ? Justify your answer giving two reasons. 2

- 24.** Identify the part of electromagnetic spectrum which is :

- (a) next to the lowest frequency end of the visible part of electromagnetic spectrum, and
(b) produced by bombarding a metal target by high energy electrons.

Give one use of each of them. 2

- 25.** (a) Differentiate between intrinsic and extrinsic semiconductors. 2

OR

- (b) Draw the circuit arrangement for studying the $V - I$ characteristics of a p-n junction diode in forward bias and reverse bias. Show the plot of $V - I$ characteristic of a silicon diode. 2

SECTION C

- 26.** An ac voltage $v = v_m \sin \omega t$ ($v_m = 310$ V and $f = 50$ Hz) is connected to a pure capacitor of capacitance $15 \mu\text{F}$. Calculate (i) the reactance of the capacitor, and (ii) the amplitude of the current. Write the expression of current through the capacitor as a function of time. 3



27. (क) हाइड्रोजन परमाणु के लिए ऊर्जा स्तर आरेख खींचिए। पराबैंगनी क्षेत्र, दृश्य क्षेत्र और अवरक्त क्षेत्र की श्रेणियों के तदनुरूप संक्रमणों को अंकित कीजिए।

3

अथवा

- (ख) विभिन्न नाभिकों के लिए द्रव्यमान संख्या के साथ बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के विचरण को दर्शाने के लिए आरेख खींचिए और इसकी दो विशेषताओं का उल्लेख कीजिए। हल्के नाभिकों में प्रायः नाभिकीय संलयन क्यों होता है ?

3

28. तीन बिन्दु आवेश Q_1 ($-15 \mu\text{C}$), Q_2 ($10 \mu\text{C}$) तथा Q_3 ($16 \mu\text{C}$) क्रमशः (0 cm, 0 cm), (0 cm, 3 cm) और (4 cm, 3 cm) पर स्थित हैं। आवेशों के इस निकाय की स्थिर-वैद्युत स्थितिज ऊर्जा परिकलित कीजिए।

3

29. (क) प्रतिरोध किस प्रकार प्रतिबाधा से भिन्न है ? उपयुक्त फेज़र आरेख की सहायता से किसी श्रेणी LCR परिपथ, जो किसी स्रोत $v = v_m \sin \omega t$ से संयोजित है, की प्रतिबाधा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

3

अथवा

- (ख) स्रोत $v = v_m \sin \omega t$, जिसमें ω को परिवर्तित किया जा सकता है, से संयोजित किसी श्रेणी LCR परिपथ के अनुनाद के लिए शर्त ज्ञात कीजिए। उन कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर किसी श्रेणी LCR परिपथ की अनुनाद आवृत्ति निर्भर करती है। किसी श्रेणी LCR परिपथ में आवृत्ति के साथ विद्युत धारा के विचरण को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए।

3

30. कोई कण 1.2 nm तरंगदैर्घ्य की दे ब्रॉग्ली तरंग से संबद्ध है। इस कण की गतिज ऊर्जा चार गुनी कर दी गई है। तरंग के तरंगदैर्घ्य का नया मान परिकलित कीजिए।

3

खण्ड घ

31. (क) (i) (1) व्यतिकरण पैटर्न और विवर्तन पैटर्न के बीच दो अन्तर लिखिए।
(2) यंग के द्विझिरी प्रयोग में किन्हीं दो कारकों के नाम लिखिए जिन पर फ्रिंज चौड़ाई निर्भर करती है।



27. (a) Draw the energy level diagram for hydrogen atom. Mark the transitions corresponding to the series lying in the ultraviolet region, visible region and infrared region. 3

OR

- (b) Draw a diagram to show the variation of binding energy per nucleon with mass number for different nuclei and mention its two features. Why do lighter nuclei usually undergo nuclear fusion ? 3
28. Three point charges Q_1 ($-15 \mu\text{C}$), Q_2 ($10 \mu\text{C}$) and Q_3 ($16 \mu\text{C}$) are located at (0 cm, 0 cm), (0 cm, 3 cm) and (4 cm, 3 cm) respectively. Calculate the electrostatic potential energy of this system of charges. 3

29. (a) How does the resistance differ from impedance ? With the help of a suitable phasor diagram, obtain an expression for impedance of a series LCR circuit, connected to a source $v = v_m \sin \omega t$. 3

OR

- (b) Find the condition for resonance in a series LCR circuit connected to a source $v = v_m \sin \omega t$, where ω can be varied. Give the factors on which the resonant frequency of a series LCR circuit depends. Plot a graph showing the variation of electric current with frequency in a series LCR circuit. 3
30. A particle is associated with a de Broglie wave of wavelength 1.2 nm. The kinetic energy of the particle is made four times. Calculate the new value of the wavelength of the wave. 3

SECTION D

31. (a) (i) (1) Write two points of difference between an interference pattern and a diffraction pattern.
- (2) Name any two factors on which the fringe width in a Young's double-slit experiment depends.



(ii) यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच पृथकन झिरियों से गुज़रने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य का 100 गुना है ।

(1) केन्द्रीय उच्चिष्ठ और निकटवर्ती उच्चिष्ठ के बीच कोणीय पृथकन का रेडियनों में परिकलन कीजिए ।

(2) झिरियों से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर इन दोनों उच्चिष्ठों के मध्य दूरी परिकलित कीजिए ।

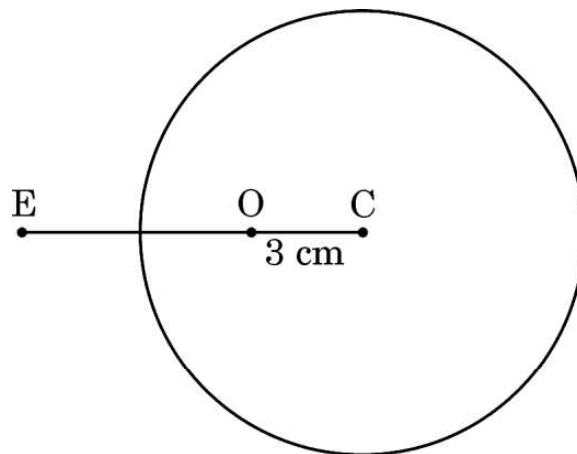
5

अथवा

(ख) (i) वक्रता त्रिज्या R का कोई गोलीय पृष्ठ n_1 और n_2 अपवर्तनांकों के दो माध्यमों को एक-दूसरे से पृथक करता है । n_1 अपवर्तनांक के माध्यम में कोई बिन्दुकित बिम्ब इस पृष्ठ से दूरी u पर रखा है और पृष्ठ द्वारा इसका प्रतिबिम्ब n_2 अपवर्तनांक के माध्यम में पृष्ठ से v दूरी पर बन रहा है । u और v के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए ।

(ii) आरेख में दर्शाए अनुसार 6.0 cm त्रिज्या के किसी ठोस काँच के गोले में गोले के केन्द्र C से 3.0 cm दूरी पर कोई छोटा वायु का बुलबुला फंसा हुआ है । गोले के पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है । वायु में किसी बाहरी बिन्दु E से गोले की सतह में से देखने पर इस बुलबुले की आभासी स्थिति ज्ञात कीजिए ।

5





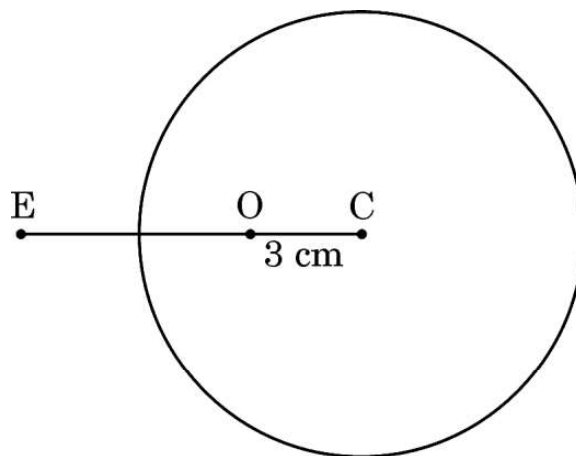
- (ii) In Young's double-slit experiment, the two slits are separated by a distance equal to 100 times the wavelength of light that passes through the slits. Calculate :
- (1) the angular separation in radians between the central maximum and the adjacent maximum.
 - (2) the distance between these two maxima on a screen 50 cm from the slits.

5

OR

- (b) (i) A spherical surface of radius of curvature R separates two media of refractive indices n_1 and n_2 . A point object is placed in front of the surface at distance u in medium of refractive index n_1 and its image is formed by the surface at distance v , in the medium of refractive index n_2 . Derive a relation between u and v .
- (ii) A solid glass sphere of radius 6.0 cm has a small air bubble trapped at a distance 3.0 cm from its centre C as shown in the figure. The refractive index of the material of the sphere is 1.5. Find the apparent position of this bubble when seen through the surface of the sphere from an outside point E in air.

5





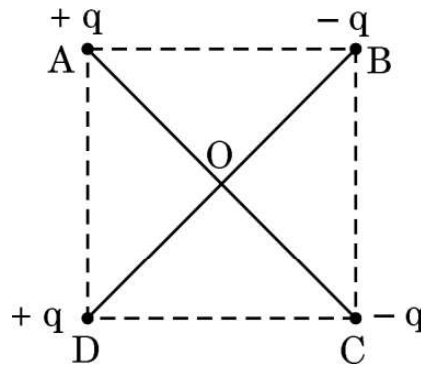
32. (क) (i) स्थिर-वैद्युतिकी में कूलॉम नियम का उल्लेख कीजिए और इसे दो आवेशों के लिए सदिश रूप में लिखिए ।
- (ii) 'गाउस नियम कूलॉम नियम में सम्मिलित दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपात पर आधारित है।' व्याख्या कीजिए ।
- (iii) दो आवेश A (आवेश q) तथा B (आवेश $2q$) क्रमशः बिन्दुओं $(0, 0)$ और (a, a) पर स्थित हैं । मान लीजिए x -अक्ष और y -अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश क्रमशः \hat{i} और \hat{j} हैं । \hat{i} और \hat{j} के पदों में A का B पर आरोपित बल ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

- (ख) (i) $2a$ दूरी के पृथक्कन वाले दो आवेशों q और $-q$ के बने किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल के किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।
- (ii) किसी विद्युत द्विध्रुव के निरक्षीय समतल पर स्थित किसी दूरस्थ बिन्दु की दूरी आधी कर दी गई है । इस द्विध्रुव के लिए विद्युत क्षेत्र किस प्रकार प्रभावित होगा ?
- (iii) आरेख में दर्शाए अनुसार किसी $\sqrt{2}$ m भुजा के वर्ग ABCD के विकर्णों के अनुदिश दो सर्वसम विद्युत द्विध्रुव रखे हैं । इस वर्ग के केन्द्र (O) पर नेट विद्युत क्षेत्र का परिमाण और दिशा प्राप्त कीजिए ।

5





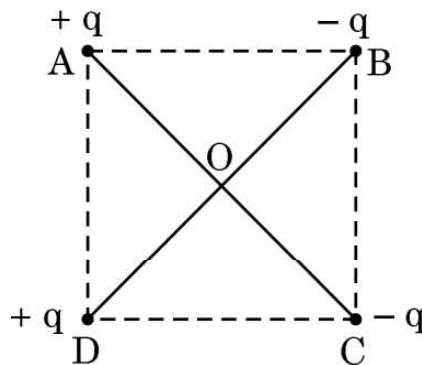
32. (a) (i) State Coulomb's law in electrostatics and write it in vector form, for two charges.
- (ii) 'Gauss's law is based on the inverse-square dependence on distance contained in the Coulomb's law.' Explain.
- (iii) Two charges A (charge q) and B (charge $2q$) are located at points $(0, 0)$ and (a, a) respectively. Let \hat{i} and \hat{j} be the unit vectors along x-axis and y-axis respectively. Find the force exerted by A on B, in terms of \hat{i} and \hat{j} .

5

OR

- (b) (i) Derive an expression for the electric field at a point on the equatorial plane of an electric dipole consisting of charges q and $-q$ separated by a distance $2a$.
- (ii) The distance of a far off point on the equatorial plane of an electric dipole is halved. How will the electric field be affected for the dipole ?
- (iii) Two identical electric dipoles are placed along the diagonals of a square ABCD of side $\sqrt{2}$ m as shown in the figure. Obtain the magnitude and direction of the net electric field at the centre (O) of the square.

5





33. (क) (i) किसी धारावाही अवयव के कारण चुम्बकीय क्षेत्र के लिए बायो-सावर्ट नियम लिखिए । इस नियम का उपयोग करके त्रिज्या 'a' के किसी वृत्ताकार पाश, जिससे धारा 'I' प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र के लिए कोई व्यंजक प्राप्त कीजिए । किसी धारा पाश के लिए चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को इंगित करते हुए चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ खींचिए ।

(ii) कोई इलेक्ट्रॉन किसी नाभिक की वृत्ताकार कक्षा में 10^7 m s^{-1} की चाल से परिक्रमा कर रहा है । यदि कक्षा की त्रिज्या 10^{-10} m है, तो कक्षा में परिक्रमा करने वाले इलेक्ट्रॉन द्वारा उत्पन्न धारा ज्ञात कीजिए ।

5

अथवा

(ख) (i) चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित किसी धारावाही सीधे चालक पर कार्यरत बल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । उस नियम का उल्लेख कीजिए जो इस बल की दिशा को निर्धारित करने के लिए उपयोग किया जाता है । वह शर्त दीजिए जिसके अंतर्गत यह बल (1) अधिकतम, और (2) निम्नतम होता है ।

(ii) दो लम्बे सीधे समान्तर तार A और B वायु में एक-दूसरे से 2.5 cm दूरी पर हैं । इन तारों से विपरीत दिशाओं में क्रमशः 5.0 A और 2.5 A धाराएँ प्रवाहित हो रही हैं । तार B की 10 cm लम्बाई पर तार A द्वारा आरोपित बल का परिमाण परिकलित कीजिए ।

5



- 33.** (a) (i) State Biot-Savart's law for the magnetic field due to a current carrying element. Use this law to obtain an expression for the magnetic field at the centre of a circular loop of radius 'a' and carrying a current 'I'. Draw the magnetic field lines for a current loop indicating the direction of magnetic field.
- (ii) An electron is revolving around the nucleus in a circular orbit with a speed of 10^7 m s^{-1} . If the radius of the orbit is 10^{-10} m , find the current constituted by the revolving electron in the orbit.

5

OR

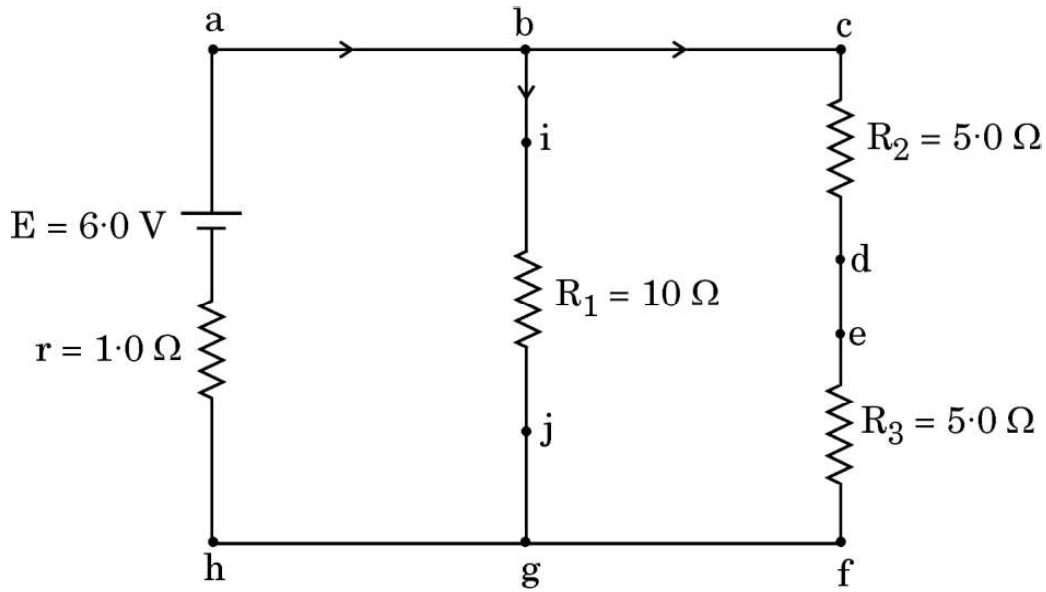
- (b) (i) Derive an expression for the force acting on a current carrying straight conductor kept in a magnetic field. State the rule which is used to find the direction of this force. Give the condition under which this force is (1) maximum, and (2) minimum.
- (ii) Two long parallel straight wires A and B are 2.5 cm apart in air. They carry 5.0 A and 2.5 A currents respectively in opposite directions. Calculate the magnitude of the force exerted by wire A on a 10 cm length of wire B.

5



खण्ड ड

34. निम्नलिखित चित्र एक विद्युत परिपथ आरेख को दर्शाता है। हम किरखोफ नियमों का उपयोग करके विभिन्न प्रतिरोधकों में धारा और उनके सिरों पर विभवान्तर ज्ञात कर सकते हैं।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- | | | |
|-----|-------------------------------------------------|---|
| (क) | इस परिपथ में कौन-से बिन्दु समान विभव पर हैं ? | 1 |
| (ख) | भुजा bg में धारा कितनी है ? | 1 |
| (ग) | प्रतिरोध R_3 के सिरों पर कितना विभवान्तर है ? | 2 |

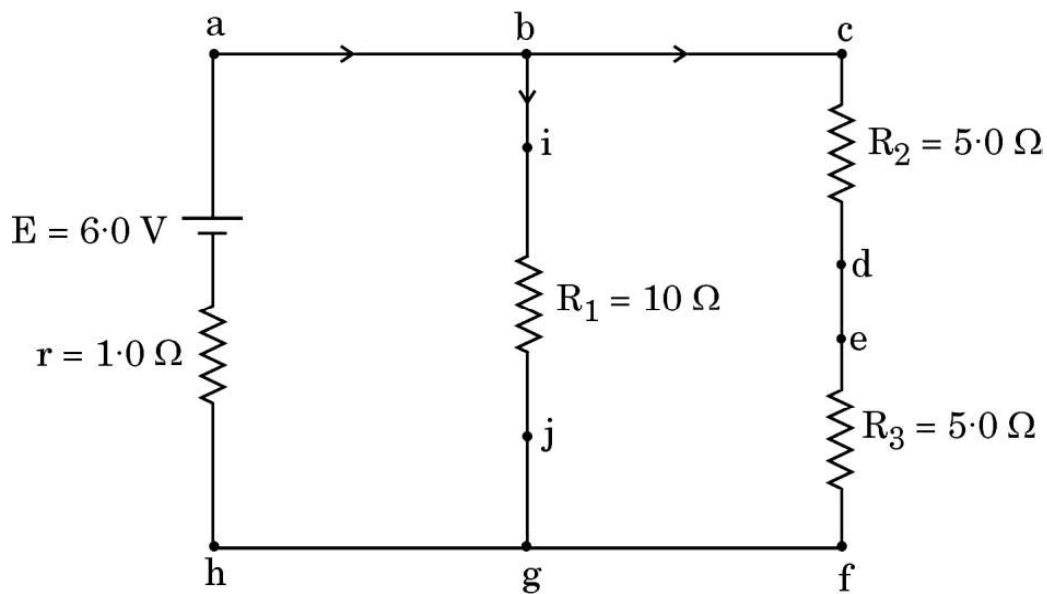
अथवा

- | | | |
|-----|------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रतिरोध R_2 में शक्ति क्षय कितना है ? | 2 |
|-----|------------------------------------------|---|



SECTION E

34. The following figure shows a circuit diagram. We can find the currents through and potential differences across different resistors using Kirchhoff's rules.



Answer the following questions based on the above :

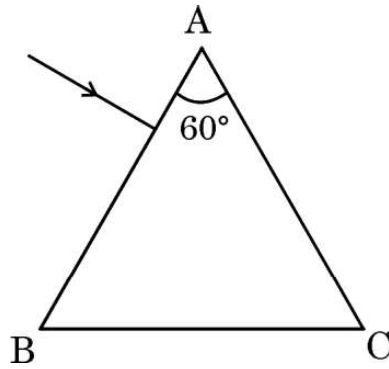
- | | |
|-------------------------------------------------------------|---|
| (a) Which points are at the same potential in the circuit ? | 1 |
| (b) What is the current through arm bg ? | 1 |
| (c) Find the potential difference across resistance R_3 . | 2 |

OR

- | | |
|--------------------------------------------------------|---|
| (c) What is the power dissipated in resistance R_2 ? | 2 |
|--------------------------------------------------------|---|



35. स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट एक दुर्लभ ऑक्साइड है जो साइबेरिया में पाया जाने वाला प्राकृतिक खनिज है । इसका उपयोग हीरे के विकल्प के रूप में किया जाता है क्योंकि इसका अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण क्रमशः 2.41 और 24.5° हैं जो कि हीरे के अपवर्तनांक और क्रांतिक कोण के लगभग बराबर हैं । इसमें हीरे के सभी गुण होते हैं । यहाँ तक कि कोई प्रवीण जौहरी भी हीरे और स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट के बीच विभेदन नहीं कर पाता है । स्ट्रॉन्शियम टाइटेनेट से बने किसी समबाहु त्रिभुजाकर प्रिज़्म ABC के एक फलक पर कोई प्रकाश किरण अभिलम्बवत आपतन कर रही है ।



उपर्युक्त के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

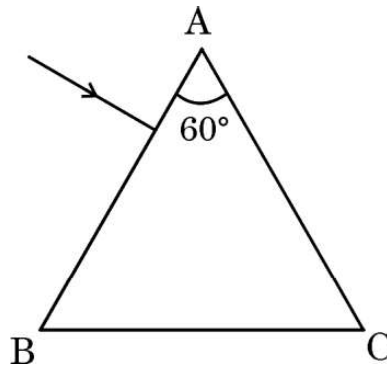
- | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|
| (क) | इस प्रकाश किरण का इस प्रिज़्म से गुजरते हुए पथ आरेखित कीजिए । | 1 |
| (ख) | प्रिज़्म में प्रकाश का वेग ज्ञात कीजिए । | 1 |
| (ग) | पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के दो अनुप्रयोगों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए । | 2 |

अथवा

- | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| (ग) | प्रकाश के पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की परिभाषा लिखिए । इसके होने के लिए दो शर्तें बताइए । | 2 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|



- 35.** Strontium titanate is a rare oxide — a natural mineral found in Siberia. It is used as a substitute for diamond because its refractive index and critical angle are 2.41 and 24.5° , respectively, which are approximately equal to the refractive index and critical angle of diamond. It has all the properties of diamond. Even an expert jeweller is unable to differentiate between diamond and strontium titanate. A ray of light is incident normally on one face of an equilateral triangular prism ABC made of strontium titanate.



Answer the following questions based on the above :

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| (a) Trace the path of the ray showing its passage through the prism. | 1 |
| (b) Find the velocity of light through the prism. | 1 |
| (c) Briefly explain two applications of total internal reflection. | 2 |

OR

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---|
| (c) Define total internal reflection of light. Give two conditions for it. | 2 |
|----------------------------------------------------------------------------|---|



Series : A3BAB/1

SET-1

प्रश्न-पत्र कोड

Q.P. Code

55/1/1

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.

नोट

- (I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 12 हैं।
- (II) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को छात्र उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
- (III) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 12 प्रश्न हैं।
- (IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
- (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।

NOTE

- (I) Please check that this question paper contains 12 printed pages.
- (II) 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.
- (III) Please check that this question paper contains 12 questions.
- (IV) Please write down the Serial Number of the question in the answer-book before attempting it.
- (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. *

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 2 घण्टे

Time allowed : 2 hours

अधिकतम अंक : 35

Maximum Marks : 35

55/1/1

256 A

1

P.T.O.



सामान्य निर्देश :

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

- (i) इस प्रश्न पत्र में कुल 12 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न पत्र तीन खंडों में विभाजित है – खंड क, ख और ग।
- (iii) **खण्ड-क :** प्रश्न संख्या 1 से 3 प्रत्येक प्रश्न 2 अंक का है।
- (iv) **खण्ड-ख :** प्रश्न संख्या 4 से 11 तक प्रत्येक प्रश्न 3 अंक का है।
- (v) **खण्ड-ग :** प्रश्न संख्या 12 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न है, यह प्रश्न 5 अंक का है।
- (vi) प्रश्न पत्र में कोई समग्र विकल्प नहीं है। हालाँकि कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प प्रदान किए गए हैं। इनमें से केवल एक ही प्रश्न का उत्तर लिखिए।
- (vii) लॉग टेबल का उपयोग कर सकते हैं, यदि आवश्यक हो, लेकिन कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है।

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

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

*

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

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

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

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

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

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

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

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

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



General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

- (i) *This question paper contains 12 questions. All questions are compulsory.*
- (ii) *This question paper is divided into three sections – Section A, B and C.*
- (iii) **Section A :** *Q. Nos. 1 to 3 are of 2 marks each.*
- (iv) **Section B :** *Q. Nos. 4 to 11 are of 3 marks each.*
- (v) **Section C :** *Q. No. 12 is a case study based question of 5 marks.*
- (vi) *There is no overall choice in the question paper. However, internal choice has been provided in some of the questions. Attempt any one of the alternatives in such questions.*
- (vii) *Use of log tables is permitted, if necessary, but use of calculator is not permitted.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



खण्ड – क

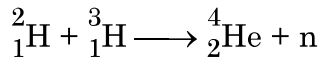
1. दाता और ग्राही स्तरों को चित्रित करते हुए तापमान $T > 0K$ पर n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के ऊर्जा बैंड आरेख खींचिए। इन स्तरों के महत्व का उल्लेख कीजिए। 2
2. (a) गाइगर-मार्सडेन प्रयोग में प्रकीर्णन कोण (θ) के साथ प्रकीर्णित अल्फा कणों की संख्या (N) का विचरण दर्शाने वाला ग्राफ खींचिए। इस ग्राफ से दो निष्कर्ष निकालिए। 2

अथवा

- (b) आपतित विकिरणों के लिए संग्राही प्लेट विभव के साथ प्रकाश-विद्युत धारा का विचरण दर्शाने के लिए उचित ग्राफ खींचिए :
 - (i) विकिरणों की समान तीव्रता परन्तु विभिन्न आवृत्तियाँ ν_1, ν_2 और ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
 - (ii) विकिरणों की समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रताएँ I_1, I_2 और I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)
3. p-n संधि के वह अभिलक्षण लिखिए जो उसे दिष्टकरण के लिए उपयुक्त बनाते हैं। 2

खण्ड – ख

4. उपगमन की समीपस्थ दूरी की परिभाषा लिखिए। यदि किसी α -कण की गतिज ऊर्जा दो गुनी कर दी जाए तो इस दूरी पर क्या प्रभाव पड़ेगा ? 3
5. 60 cm वक्रता त्रिज्या के काँच के गोलीय अवतल पृष्ठ ($\mu_g = 1.5$) के सामने वायु में 24 cm दूरी पर कोई बिन्दु स्रोत स्थित है। बनने वाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति और उसकी स्रोत से दूरी ज्ञात कीजिए। 3
6. नीचे दी गयी अभिक्रिया में मुक्त हुई ऊर्जा MeV में परिकलित कीजिए : 3



दिया है : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

7. उपयुक्त आरेख की सहायता से उस परिघटना की व्याख्या कीजिए जिस पर कोई प्रकाशिक तन्तु कार्य करता है। प्रकाशिक तन्तु के दो उपयोगों का उल्लेख कीजिए। 3



SECTION – A

1. Draw energy band diagrams of n-type and p-type semiconductors at temperature $T > 0K$, depicting the donor and acceptor energy levels. Mention the significance of these levels. 2

2. (a) Draw the graph showing the variation of the number (N) of scattered alpha particles with scattering angle (θ) in Geiger – Marsden experiment. Infer two conclusions from the graph. 2

OR

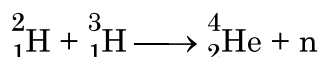
- (b) Plot suitable graphs to show the variation of photoelectric current with the collector plate potential for the incident radiation of
- (i) the same intensity but different frequencies ν_1, ν_2 and ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
 - (ii) the same frequency but different intensities I_1, I_2 and I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)
3. Write the characteristics of a p-n junction which make it suitable for rectification. 2

SECTION – B

4. Define the term – Distance of closest approach. How will it be affected, for an α - particle, if kinetic energy of the particle is doubled ? 3

5. A point source in air is kept 24 cm in front of a concave spherical glass surface ($\mu_g = 1.5$) and radius of curvature 60 cm. Find the nature of the image formed and its distance from the point source. 3

6. Calculate the energy released in MeV in the following reaction : 3



Given : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

7. Explain with the help of a suitable diagram, the phenomenon on which an optical fibre works. Mention any two uses of optical fibres. 3



8. (a) 600 nm तरंगदैर्घ्य का कोई समान्तर किरण पुन्ज 0.2 mm चौड़ाई की किसी झिरी पर अभिलम्बवत आपतन करता है। यदि परिणामी विवर्तन पैटर्न का प्रेक्षण 1 m दूरी पर स्थित पर्दे पर किया जाता है, तो केंद्रीय उच्चिष्ठ से

3

- (i) प्रथम निम्निष्ठ की दूरी, तथा
- (ii) द्वितीय उच्चिष्ठ की दूरी ज्ञात कीजिए।

अथवा

- (b) अपवर्तनांक μ_1 के पदार्थ से बना वक्रता त्रिज्या R का कोई पतला समोत्तल लेंस अपवर्तनांक μ_2 ($>\mu_1$) के समान वक्रता त्रिज्या के किसी समावतल लेंस के समाक्ष सम्पर्क में रखा गया है। ज्ञात कीजिए :

- (i) इन लेंसों की क्षमताओं का अनुपात, और
- (ii) इस लेंस संयोजन की क्षमता और उसकी प्रकृति।

9. जब किसी धातु के पृष्ठ को 330 nm तरंगदैर्घ्य के पराबैंगनी प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है तो उससे प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। इस पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए $3.5 \times 10^{-19} \text{J}$ की निम्नतम ऊर्जा चाहिए। परिकलित कीजिए :

3

- (i) आपतित विकिरणों की ऊर्जा, तथा
- (ii) प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

10. किसी LED के कार्यकारी सिद्धान्त का उल्लेख कीजिए। LED के दो महत्वपूर्ण लाभ और दो हानियाँ लिखिए।

3

11. (a) (i) दो माध्यमों को पृथक् करने वाले किसी पृष्ठ पर कोई एकवर्णी प्रकाश आपतन कर रहा है। अपवर्तन के पश्चात् इस प्रकाश की आवृत्ति प्रभावित नहीं होती परन्तु इसकी तरंगदैर्घ्य परिवर्तित हो जाती है। क्यों ?

3

- (ii) किसी विद्युत-चुम्बकीय विकिरण की आवृत्ति $1.0 \times 10^{11} \text{ Hz}$ है। इस विकिरण को पहचानिए और इसके दो उपयोग लिखिए।

अथवा



8. (a) A parallel beam of light of wavelength 600 nm is incident normally on a slit of width 0.2 mm. If the resulting diffraction pattern is observed on a screen 1 m away, find the distance of 3
- (i) first minimum, and
- (ii) second maximum, from the central maximum.

OR

- (b) A thin equiconvex lens of radius of curvature R made of material of refractive index μ_1 is kept coaxially, in contact with an equiconcave lens of the same radius of curvature and refractive index μ_2 ($>\mu_1$). Find :
- (i) the ratio of their powers, and
- (ii) the power of the combination and its nature.
9. Photoelectrons are emitted from a metal surface when illuminated with UV light of wavelength 330 nm. The minimum amount of energy required to emit the electrons from the surface is 3.5×10^{-19} J. Calculate : 3
- (i) the energy of the incident radiation, and
- (ii) the kinetic energy of the photoelectron.
10. State the working principle of an LED. Write any two important advantages and two disadvantages of LED. 3
11. (a) (i) Monochromatic light is incident on a surface separating two media. The frequency of the light after refraction remains unaffected but its wavelength changes. Why ? 3
- (ii) The frequency of an electromagnetic radiation is 1.0×10^{11} Hz. Identify the radiation and mention its two uses.

OR



- (b) (i) प्रकाश किरण PQ के पथ को आरेखित कीजिए जो आरेख में दर्शाए अनुसार कोण A के किसी काँच के प्रिज्म के एक फलक पर किसी कोण i पर आपतन करती है। इसके पश्चात् यह किरण दूसरे फलक से कोण e पर निर्गत होती है। इस किरण आरेख का उपयोग यह सिद्ध करने के लिए कीजिए कि जिस कोण पर किरण विचलित होती है वह कोण $\angle \delta = \angle i + \angle e - \angle A$ द्वारा दिया गया है।

(ii) $\angle \delta$ का निम्नतम मान क्या होगा जब किरण प्रिज्म के भीतर से सममिततः गुजरती है ?

खण्ड – ग

प्रकरण अध्ययन

12. अध्यारोपण के सिद्धान्त का उपयोग प्रकाश तरंगों के व्यतिकरण की व्याख्या करने में किया जाता है। यह सिद्धान्त उल्लेख करता है कि किसी विशेष बिन्दु पर कई तरंगों द्वारा उत्पन्न परिणामी विस्थापन प्रत्येक तरंग द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों का सदिश योग होता है। दो कलासंबद्ध प्रकाश तरंग स्रोत व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करते हैं। थामस यंग ने किसी एकल एकवर्णी सूची छिद्र स्रोत (S) द्वारा प्रदत्त दो सर्वसम सूची छिद्रों (S_1 और S_2) का उपयोग करके दो कलासंबद्ध स्रोत प्राप्त करने का तरीका व्युत्पन्न किया। इन स्रोतों का अपने प्रयोग में, जिसे यंग का द्वि-झिरी प्रयोग कहते हैं, उपयोग करके यंग ने व्यतिकरण पैटर्न का अध्ययन किया। इस पैटर्न में एकान्तर (हर तीसरी) चमकीली और काली फ्रिन्ज होती हैं। दो क्रमागत चमकीली अथवा काली फ्रिन्जों के बीच की दूरी S_1 और S_2 के बीच की दूरी, $S_1 S_2$ तल से पर्दे की दूरी तथा उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है।

5

I. नीचे दी गयी तरंगों पर विचार कीजिए :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

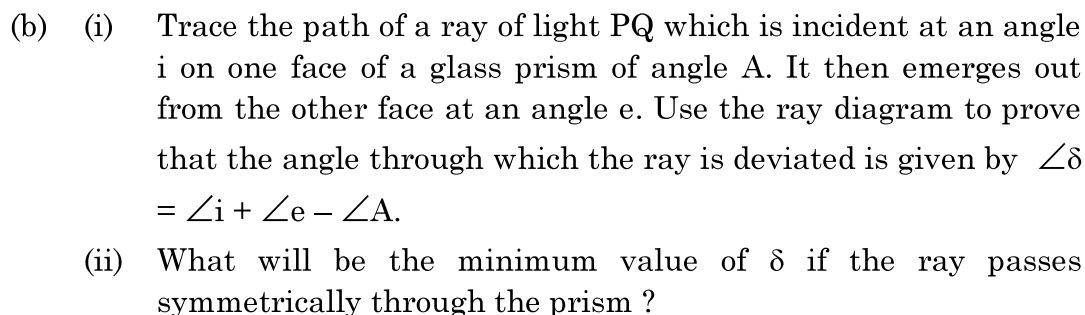
दो स्रोतों, S_1 और S_2 आने वाली तरंगों के किस युगल से व्यतिकरण होगा ?

(A) (i) और (ii)

(B) (ii) और (iii)

(C) (iii) और (iv)

(D) (iv) और (i)



12. The principle of superposition is used to understand the phenomenon of interference of light waves. The principle states that at a particular point, the resultant displacement produced by a number of waves is the vector sum of the displacements produced by each wave. Light waves from two coherent sources produce interference pattern. Thomas Young devised a way to obtain two coherent sources using two identical pinholes (S_1 and S_2) illuminated by a single monochromatic pinhole source S . Using these sources in his experiment known as Young's double slit experiment, Young studied the interference pattern. The pattern consists of alternate bright and dark fringes. The distance between two successive bright or dark fringes depends on the distance between S_1 and S_2 , the distance of the screen from the plane of S_1S_2 , and the wavelength of light used.

5

I. Consider the following waves :

- (i) $y_1 = a \sin \omega t$
- (ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$
- (iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$
- (iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

Which pair of the waves coming from two sources S_1 and S_2 will produce interference ?

- (A) (i) and (ii) (B) (ii) and (iii)
(C) (iii) and (iv) (D) (iv) and (i)



- II. दो कलासंबद्ध स्रोतों से निर्गमन करने वाली दो प्रकाश तरंगें जिनमें प्रत्येक की तीव्रता समान I_0 है, जिनके बीच $\lambda/4$ का पथान्तर है, किसी बिन्दु पर मिलती है। इस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता होगी
- (A) शून्य (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. वन्दना ने यंग का द्वि-झिरी प्रयोग क्रमागत रूप से नारंगी, हरे और लाल प्रकाश का उपयोग करके किया। यदि इन तीनों प्रकरण में फ्रिन्ज चौड़ाई क्रमशः ω_1 , ω_2 और ω_3 हैं, तो नीचे दिया गया कौन सा संबंध सही है ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$
(B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$
(D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में यदि झिरी-पृथकन 0.8 mm है तथा व्यतिकरण पैटर्न झिरियों S_1 और S_2 के तल से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर प्राप्त होता है। यदि प्रथम चमकीली फ्रिन्ज केन्द्रीय उच्चिष्ठ से 0.4 mm दूरी पर बनती है, तो उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य है
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. नीचे दिए गए प्रचालनों के कारण यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में फ्रिन्जों के कोणीय पृथकन पर होने वाले प्रभाव पर विचार कीजिए :
- (i) पर्दे को झिरियों के तल से दूर ले जाने पर
(ii) फ्रिन्जों के प्रेक्षित होने तक दोनों झिरियों के बीच पृथकन में वृद्धि करना।
- नीचे दिया गया कौन सा विकल्प सही है ?
- (A) यह दोनों प्रकरणों में नियत रहता है।
(B) यह दोनों प्रकरणों में घट जाता है।
(C) यह पहले प्रकरण में नियत रहता है परन्तु दूसरे प्रकरण में घट जाता है।
(D) यह पहले प्रकरण में घटता है परन्तु दूसरे प्रकरण में नियत रहता है।



- II. Two light waves of the same intensity I_0 each, having a path difference of $\lambda/4$, emanating from two coherent sources, meet at a point. The resultant intensity at the point will be
- (A) Zero (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. Vandana performs Young's double slit experiment by using orange, green and red lights successively. If the fringe widths measured in the three cases are ω_1 , ω_2 and ω_3 respectively, then which of the following is correct ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$
(B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$
(D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. In a Young's double slit experiment, the slit separation is 0.8 mm and the interference pattern is obtained on a screen kept 50 cm from the plane of the slits S_1 and S_2 . If the first bright fringe is formed 0.4 mm from the central maximum, the wavelength of light used is
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. Consider the effect on the angular separation of the fringes in a Young's double slit experiment due to the following operations :
- (i) the screen is moved away from the plane of the slits,
(ii) the separation between the two slits is increased till fringes are observed.
- Which of the following options is correct ?
- (A) It remains constant in both cases.
(B) It decreases in both cases.
(C) It remains constant in (i) but decreases in (ii).
(D) It decreases in (i) but remains constant in (ii).
-



Series : A3BAB/1

SET-2

प्रश्न-पत्र कोड

Q.P. Code

55/1/2

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.

नोट

- (I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 12 हैं।
- (II) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को छात्र उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
- (III) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 12 प्रश्न हैं।
- (IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
- (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।

NOTE

- (I) Please check that this question paper contains 12 printed pages.
- (II) 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.
- (III) Please check that this question paper contains 12 questions.
- (IV) Please write down the Serial Number of the question in the answer-book before attempting it.
- (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. *

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 2 घण्टे

Time allowed : 2 hours

अधिकतम अंक : 35

Maximum Marks : 35

55/1/2

256 B

1

P.T.O.



सामान्य निर्देश :

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

- (i) इस प्रश्न पत्र में कुल 12 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न पत्र तीन खंडों में विभाजित है – खंड क, ख और ग।
- (iii) **खण्ड-क** : प्रश्न संख्या 1 से 3 प्रत्येक प्रश्न 2 अंक का है।
- (iv) **खण्ड-ख** : प्रश्न संख्या 4 से 11 तक प्रत्येक प्रश्न 3 अंक का है।
- (v) **खण्ड-ग** : प्रश्न संख्या 12 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न है, यह प्रश्न 5 अंक का है।
- (vi) प्रश्न पत्र में कोई समग्र विकल्प नहीं है। हालाँकि कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प प्रदान किए गए हैं। इनमें से केवल एक ही प्रश्न का उत्तर लिखिए।
- (vii) लॉग टेबल का उपयोग कर सकते हैं, यदि आवश्यक हो, लेकिन कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है।

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

- (i) *This question paper contains 12 questions. All questions are compulsory.*
- (ii) *This question paper is divided into three sections – Section A, B and C.*
- (iii) **Section A :** *Q. Nos. 1 to 3 are of 2 marks each.*
- (iv) **Section B :** *Q. Nos. 4 to 11 are of 3 marks each.*
- (v) **Section C :** *Q. Nos. 12 is a case study based question of 5 marks.*
- (vi) *There is no overall choice in the question paper. However, internal choice has been provided in some of the questions. Attempt any one of the alternatives in such questions.*
- (vii) *Use of log tables is permitted, if necessary, but use of calculator is not permitted.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



खण्ड – क

1. किसी p-n संधि डायोड में हासी स्तर और रोधिका विभव के निर्मित होने की व्याख्या कीजिए । 2
2. दाता और ग्राही स्तरों को चित्रित करते हुए तापमान $T > 0K$ पर n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के ऊर्जा बैंड आरेख खींचिए । इन स्तरों के महत्व का उल्लेख कीजिए । 2
3. (a) गाइगर-मार्सडेन प्रयोग में प्रकीर्णन कोण (θ) के साथ प्रकीर्णित अल्फा कणों की संख्या (N) का विचरण दर्शाने वाला ग्राफ खींचिए । इस ग्राफ से दो निष्कर्ष निकालिए । 2

अथवा

- (b) आपतित विकिरणों के लिए संग्राही प्लेट विभव के साथ प्रकाश-विद्युत धारा का विचरण दर्शाने के लिए उचित ग्राफ खींचिए :
 - (i) विकिरणों की समान तीव्रता परन्तु विभिन्न आवृत्तियाँ ν_1, ν_2 और ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
 - (ii) विकिरणों की समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रताएँ I_1, I_2 और I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)

खण्ड – ख

4. उपयुक्त आरेख की सहायता से उस परिघटना की व्याख्या कीजिए जिस पर कोई प्रकाशिक तन्तु कार्य करता है । प्रकाशिक तन्तु के दो उपयोगों का उल्लेख कीजिए । 3
5. किसी स्रोत से 200 nm तरंगदैर्घ्य का पराबैंगनी प्रकाश किसी धातु के पृष्ठ पर आपतन करता है । यदि विरोधी विभव $-2.5 V$ है तो (a) धातु का कार्यफलन परिकलित कीजिए, तथा (b) यह पृष्ठ लेसर द्वारा उत्पन्न 6328 \AA तरंगदैर्घ्य के उच्च तीव्रता के लाल प्रकाश के साथ किस प्रकार अनुक्रिया करेगा ? 3
6. (a) 600 nm तरंगदैर्घ्य का कोई समान्तर किरण पुन्ज 0.2 mm चौड़ाई की किसी झिरी पर अभिलम्बवत आपतन करता है । यदि परिणामी विवर्तन पैटर्न का प्रेक्षण 1 m दूरी पर स्थित पर्दे पर किया जाता है, तो केंद्रीय उच्चिष्ठ से
 - (i) प्रथम निम्निष्ठ की दूरी, तथा
 - (ii) द्वितीय उच्चिष्ठ की दूरी ज्ञात कीजिए ।

अथवा



SECTION – A

1. Explain the formation of depletion layer and barrier potential in a p-n junction diode. 2
2. Draw energy band diagrams of n-type and p-type semiconductors at temperature $T > 0K$, depicting the donor and acceptor energy levels. Mention the significance of these levels. 2
3. (a) Draw the graph showing the variation of the number (N) of scattered alpha particles with scattering angle (θ) in Geiger – Marsden experiment. Infer two conclusions from the graph. 2

OR

- (b) Plot suitable graphs to show the variation of photoelectric current with the collector plate potential for the incident radiation of
 - (i) the same intensity but different frequencies ν_1, ν_2 and ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
 - (ii) the same frequency but different intensities I_1, I_2 and I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)

SECTION – B

4. Explain with the help of a suitable diagram, the phenomenon on which an optical fibre works. Mention any two uses of optical fibres. 3
5. Ultra-violet light of wavelength 200 nm from a source is incident on a metal surface. If the stopping potential is -2.5 V, (a) calculate the work function of the metal, and (b) How would the surface respond to a high intensity red light of wavelength 6328 \AA produced by a laser ? 3
6. (a) A parallel beam of light of wavelength 600 nm is incident normally on a slit of width 0.2 mm. If the resulting diffraction pattern is observed on a screen 1 m away, find the distance of
 - (i) first minimum, and
 - (ii) second maximum, from the central maximum.3

OR



(b) अपवर्तनांक μ_1 के पदार्थ से बना वक्रता त्रिज्या R का कोई पतला समोत्तल लेंस अपवर्तनांक μ_2 ($>\mu_1$) के समान वक्रता त्रिज्या के किसी समावतल लेंस के समाक्ष सम्पर्क में रखा गया है। ज्ञात कीजिए :

- (i) इन लेंसों की क्षमताओं का अनुपात, और
- (ii) इस लेंस संयोजन की क्षमता और उसकी प्रकृति।

7. (a) (i) दो माध्यमों को पृथक् करने वाले किसी पृष्ठ पर कोई एकवर्णी प्रकाश आपतन कर रहा है। अपवर्तन के पश्चात् इस प्रकाश की आवृत्ति प्रभावित नहीं होती परन्तु इसकी तरंगदैर्घ्य परिवर्तित हो जाती है। क्यों ?

3

(ii) किसी विद्युत-चुम्बकीय विकिरण की आवृत्ति 1.0×10^{11} Hz है। इस विकिरण को पहचानिए और इसके दो उपयोग लिखिए।

अथवा

(b) (i) प्रकाश किरण PQ के पथ को आरेखित कीजिए जो आरेख में दर्शाए अनुसार कोण A के किसी काँच के प्रिज्म के एक फलक पर किसी कोण i पर आपतन करती है। इसके पश्चात् यह किरण दूसरे फलक से कोण e पर निर्गत होती है। इस किरण आरेख का उपयोग यह सिद्ध करने के लिए कीजिए कि जिस कोण पर किरण विचलित होती है वह कोण $\angle \delta = \angle i + \angle e - \angle A$ द्वारा दिया गया है।

(ii) $\angle \delta$ का निम्नतम मान क्या होगा जब किरण प्रिज्म के भीतर से सममिततः गुजरती है ?

8. किसी LED के कार्यकारी सिद्धान्त का उल्लेख कीजिए। LED के दो महत्वपूर्ण लाभ और दो हानियाँ लिखिए।

3

9. (a) हाइड्रोजन परमाणु के लिए ऊर्जा-स्तर आरेख चित्रित कीजिए।

3

(b) हाइड्रोजन परमाणु की लाइमेन श्रेणी में इससे लम्बी और सबसे छोटी तरंगदैर्घ्यों का अनुपात ज्ञात कीजिए।

10. + 5.0 D क्षमता के किसी लेंस के सामने किसी बिम्ब की उन दो संभावित स्थितियों को ज्ञात कीजिए जिनमें प्रत्येक स्थिति पर रखने पर बिम्ब का चार गुना आवर्धित प्रतिबिम्ब बनता है।

3



- (b) A thin equiconvex lens of radius of curvature R made of material of refractive index μ_1 is kept coaxially, in contact with an equiconcave lens of the same radius of curvature and refractive index μ_2 ($>\mu_1$).

Find :

- (i) the ratio of their powers, and
- (ii) the power of the combination and its nature.

7. (a) (i) Monochromatic light is incident on a surface separating two media. The frequency of the light after refraction remains unaffected but its wavelength changes. Why ? 3
- (ii) The frequency of an electromagnetic radiation is 1.0×10^{11} Hz. Identify the radiation and mention its two uses.

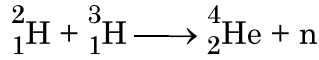
OR

- (b) (i) Trace the path of a ray of light PQ which is incident at an angle i on one face of a glass prism of angle A . It then emerges out from the other face at an angle e . Use the ray diagram to prove that the angle through which the ray is deviated is given by $\angle \delta = \angle i + \angle e - \angle A$.
- (ii) What will be the minimum value of δ if the ray passes symmetrically through the prism ?
8. State the working principle of an LED. Write any two important advantages and two disadvantages of LED. 3
9. (a) Sketch the energy level diagram for hydrogen atom. 3
- (b) Find the ratio of the longest and the shortest wavelength in Lyman series in hydrogen atom.
10. Find the two possible positions of an object kept in front of a lens of $+5.0$ D, so that the image formed in both cases is four times magnified. 3



11. नीचे दी गयी अभिक्रिया में मुक्त हुई ऊर्जा MeV में परिकलित कीजिए :

3



दिया है : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

खण्ड – ग

प्रकरण अध्ययन

12. अध्यारोपण के सिद्धान्त का उपयोग प्रकाश तरंगों के व्यतिकरण की व्याख्या करने में किया जाता है। यह सिद्धान्त उल्लेख करता है कि किसी विशेष बिन्दु पर कई तरंगों द्वारा उत्पन्न परिणामी विस्थापन प्रत्येक तरंग द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों का सदिश योग होता है। दो कलासंबद्ध प्रकाश तरंग स्रोत व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करते हैं। थामस यंग ने किसी एकल एकवर्णी सूची छिद्र स्रोत (S) द्वारा प्रदिप्त दो सर्वसम सूची छिद्रों (S_1 और S_2) का उपयोग करके दो कलासंबद्ध स्रोत प्राप्त करने का तरीका व्युत्पन्न किया। इन स्रोतों का अपने प्रयोग में, जिसे यंग का द्वि-छिद्री प्रयोग कहते हैं, उपयोग करके यंग ने व्यतिकरण पैटर्न का अध्ययन किया। इस पैटर्न में एकान्तर (हर तीसरी) चमकीली और काली फ्रिन्ज होती हैं। दो क्रमागत चमकीली अथवा काली फ्रिन्जों के बीच की दूरी S_1 और S_2 के बीच की दूरी, S_1S_2 तल से पर्दे की दूरी तथा उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है।

5

I. नीचे दी गयी तरंगों पर विचार कीजिए :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

दो स्रोतों, S_1 और S_2 आने वाली तरंगों के किस युगल से व्यतिकरण होगा ?

(A) (i) और (ii)

(B) (ii) और (iii)

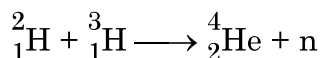
(C) (iii) और (iv)

(D) (iv) और (i)



11. Calculate the energy released in MeV in the following reaction :

3



Given : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

SECTION – C

CASE STUDY

12. The principle of superposition is used to understand the phenomenon of interference of light waves. The principle states that at a particular point, the resultant displacement produced by a number of waves is the vector sum of the displacements produced by each wave. Light waves from two coherent sources produce interference pattern. Thomas Young devised a way to obtain two coherent sources using two identical pinholes (S_1 and S_2) illuminated by a single monochromatic pinhole source S. Using these sources in his experiment known as Young's double slit experiment, Young studied the interference pattern. The pattern consists of alternate bright and dark fringes. The distance between two successive bright or dark fringes depends on the distance between S_1 and S_2 , the distance of the screen from the plane of S_1S_2 and the wavelength of light used.

5

- I. Consider the following waves :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

Which pair of the waves coming from two sources S_1 and S_2 will produce interference ?

(A) (i) and (ii)

(B) (ii) and (iii)

(C) (iii) and (iv)

(D) (iv) and (i)



- II. दो कलासंबद्ध स्रोतों से निर्गमन करने वाली दो प्रकाश तरंगें जिनमें प्रत्येक की तीव्रता समान I_0 है, जिनके बीच $\lambda/4$ का पथान्तर है, किसी बिन्दु पर मिलती है। इस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता होगी
- (A) शून्य (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. वन्दना ने यंग का द्वि-झिरी प्रयोग क्रमागत रूप से नारंगी, हरे और लाल प्रकाश का उपयोग करके किया। यदि इन तीनों प्रकरण में फ्रिन्ज चौड़ाई क्रमशः ω_1 , ω_2 और ω_3 हैं, तो नीचे दिया गया कौन सा संबंध सही है ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$ (B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$ (D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में यदि झिरी-पृथकन 0.8 mm है तथा व्यतिकरण पैटर्न झिरियों S_1 और S_2 के तल से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर प्राप्त होता है। यदि प्रथम चमकीली फ्रिन्ज केन्द्रीय उच्चिष्ठ से 0.4 mm दूरी पर बनती है, तो उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य है
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. नीचे दिए गए प्रचालनों के कारण यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में फ्रिन्जों के कोणीय पृथकन पर होने वाले प्रभाव पर विचार कीजिए :
- (i) पर्दे को झिरियों के तल से दूर ले जाने पर
(ii) फ्रिन्जों के प्रेक्षित होने तक दोनों झिरियों के बीच पृथकन में वृद्धि करना।
- नीचे दिया गया कौन सा विकल्प सही है ?
- (A) यह दोनों प्रकरणों में नियत रहता है।
(B) यह दोनों प्रकरणों में घट जाता है।
(C) यह पहले प्रकरण में नियत रहता है परन्तु दूसरे प्रकरण में घट जाता है।
(D) यह पहले प्रकरण में घटता है परन्तु दूसरे प्रकरण में नियत रहता है।



- II. Two light waves of the same intensity I_0 each, having a path difference of $\lambda/4$, emanating from two coherent sources, meet at a point. The resultant intensity at the point will be
- (A) Zero (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. Vandana performs Young's double slit experiment by using orange, green and red lights successively. If the fringe widths measured in the three cases are ω_1 , ω_2 and ω_3 respectively, then which of the following is correct ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$ (B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$ (D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. In a Young's double slit experiment, the slit separation is 0.8 mm and the interference pattern is obtained on a screen kept 50 cm from the plane of the slits S_1 and S_2 . If the first bright fringe is formed 0.4 mm from the central maximum, the wavelength of light used is
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. Consider the effect on the angular separation of the fringes in a Young's double slit experiment due to the following operations :
- (i) the screen is moved away from the plane of the slits,
(ii) the separation between the two slits is increased till fringes are observed.
- Which of the following options is correct ?
- (A) It remains constant in both cases.
(B) It decreases in both cases.
(C) It remains constant in (i) but decreases in (ii).
(D) It decreases in (i) but remains constant in (ii).
-



Series : A3BAB/1

SET-3

प्रश्न-पत्र कोड

Q.P. Code

55/1/3

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.

नोट

- (I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ 12 हैं।
- (II) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को छात्र उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
- (III) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में 12 प्रश्न हैं।
- (IV) कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
- (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।

NOTE

- (I) Please check that this question paper contains 12 printed pages.
- (II) 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.
- (III) Please check that this question paper contains 12 questions.
- (IV) Please write down the Serial Number of the question in the answer-book before attempting it.
- (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. *

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 2 घण्टे

Time allowed : 2 hours

अधिकतम अंक : 35

Maximum Marks : 35

55/1/3

256 C

1

P.T.O.



सामान्य निर्देश :

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

- (i) इस प्रश्न पत्र में कुल 12 प्रश्न हैं। सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।
- (ii) यह प्रश्न पत्र तीन खंडों में विभाजित है – खंड क, ख और ग।
- (iii) **खण्ड-क :** प्रश्न संख्या 1 से 3 प्रत्येक प्रश्न 2 अंक का है।
- (iv) **खण्ड-ख :** प्रश्न संख्या 4 से 11 तक प्रत्येक प्रश्न 3 अंक का है।
- (v) **खण्ड-ग :** प्रश्न संख्या 12 प्रकरण अध्ययन आधारित प्रश्न है, यह प्रश्न 5 अंक का है।
- (vi) प्रश्न पत्र में कोई समग्र विकल्प नहीं है। हालाँकि कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प प्रदान किए गए हैं। इनमें से केवल एक ही प्रश्न का उत्तर लिखिए।
- (vii) लॉग टेबल का उपयोग कर सकते हैं, यदि आवश्यक हो, लेकिन कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं 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 strictly follow them :

- (i) *This question paper contains 12 questions. All questions are compulsory.*
- (ii) *This question paper is divided into three sections – Section A, B and C.*
- (iii) **Section A :** *Q. Nos. 1 to 3 are of 2 marks each.*
- (iv) **Section B :** *Q. Nos. 4 to 11 are of 3 marks each.*
- (v) **Section C :** *Q. No. 12 is a case study based question of 5 marks.*
- (vi) *There is no overall choice in the question paper. However, internal choice has been provided in some of the questions. Attempt any one of the alternatives in such questions.*
- (vii) *Use of log tables is permitted, if necessary, but use of calculator is not permitted.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



खण्ड – क

1. (a) गाइगर-मार्सडेन प्रयोग में प्रकीर्णन कोण (θ) के साथ प्रकीर्णित अल्फा कणों की संख्या (N) का विचरण दर्शाने वाला ग्राफ खींचिए। इस ग्राफ से दो निष्कर्ष निकालिए। 2

अथवा

- (b) आपतित विकिरणों के लिए संग्राही प्लेट विभव के साथ प्रकाश-विद्युत धारा का विचरण दर्शाने के लिए उचित ग्राफ खींचिए :
- (i) विकिरणों की समान तीव्रता परन्तु विभिन्न आवृत्तियाँ ν_1, ν_2 और ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
- (ii) विकिरणों की समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रताएँ I_1, I_2 और I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)

2. नैज अर्धचालक और अपद्रव्यी अर्धचालक के बीच विभेदन कीजिए। यद्यपि किसी अपद्रव्यी अर्धचालक में $n_e \neq n_h$, तब भी यह विद्युत उदासीन होता है। क्यों ? 2

3. दाता और ग्राही स्तरों को चित्रित करते हुए तापमान $T > 0K$ पर n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के ऊर्जा बैंड आरेख खींचिए। इन स्तरों के महत्व का उल्लेख कीजिए। 2

खण्ड – ख

4. (a) 600 nm तरंगदैर्घ्य का कोई समान्तर किरण पुन्ज 0.2 mm चौड़ाई की किसी झिरी पर अभिलम्बवत आपतन करता है। यदि परिणामी विवर्तन पैटर्न का प्रेक्षण 1 m दूरी पर स्थित पर्दे पर किया जाता है, तो केंद्रीय उच्चिष्ठ से 3

- (i) प्रथम निम्निष्ठ की दूरी, तथा
- (ii) द्वितीय उच्चिष्ठ की दूरी ज्ञात कीजिए।

अथवा

- (b) अपवर्तनांक μ_1 के पदार्थ से बना वक्रता त्रिज्या R का कोई पतला समोत्तल लेंस अपवर्तनांक μ_2 ($>\mu_1$) के समान वक्रता त्रिज्या के किसी समावतल लेंस के समाक्ष सम्पर्क में रखा गया है। ज्ञात कीजिए :
- (i) इन लेंसों की क्षमताओं का अनुपात, और
- (ii) इस लेंस संयोजन की क्षमता और उसकी प्रकृति।



SECTION – A

1. (a) Draw the graph showing the variation of the number (N) of scattered alpha particles with scattering angle (θ) in Geiger – Marsden experiment. Infer two conclusions from the graph. **2**

OR

- (b) Plot suitable graphs to show the variation of photoelectric current with the collector plate potential for the incident radiation of
- (i) the same intensity but different frequencies ν_1, ν_2 and ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)
 - (ii) the same frequency but different intensities I_1, I_2 and I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)
2. Distinguish between intrinsic and extrinsic semiconductors. Although in an extrinsic semiconductor $n_e \neq n_h$, yet it is electrically neutral. Why ? **2**
3. Draw energy band diagrams of n-type and p-type semiconductors at temperature $T > 0K$, depicting the donor and acceptor energy levels. Mention the significance of these levels. **2**

SECTION – B

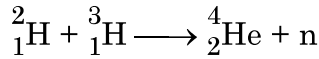
4. (a) A parallel beam of light of wavelength 600 nm is incident normally on a slit of width 0.2 mm. If the resulting diffraction pattern is observed on a screen 1 m away, find the distance of **3**
- (i) first minimum, and
 - (ii) second maximum, from the central maximum.

OR

- (b) A thin equiconvex lens of radius of curvature R made of material of refractive index μ_1 is kept coaxially, in contact with an equiconcave lens of the same radius of curvature and refractive index μ_2 ($> \mu_1$). Find :
- (i) the ratio of their powers, and
 - (ii) the power of the combination and its nature.



5. उपगमन की समीपस्थ दूरी की परिभाषा लिखिए। यदि किसी α -कण की गतिज ऊर्जा दो गुनी कर दी जाए तो इस दूरी पर क्या प्रभाव पड़ेगा ? 3
6. हाइगेन्स सिद्धान्तों का उपयोग करके किसी समतल परावर्तक पृष्ठ पर आपतित समतल तरंगाग्र का परावर्ती तरंगाग्र खींचिए और परावर्तन के नियमों का सत्यापन कीजिए। 3
7. किसी इलेक्ट्रॉन से संबद्ध द ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य 0.30 nm है। इस इलेक्ट्रॉन की (a) चाल तथा (b) गतिज ऊर्जा (eV में) परिकलित कीजिए। 3
8. नीचे दी गयी अभिक्रिया में मुक्त हुई ऊर्जा MeV में परिकलित कीजिए : 3



दिया है : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

9. (a) (i) दो माध्यमों को पृथक करने वाले किसी पृष्ठ पर कोई एकवर्णी प्रकाश आपतन कर रहा है। अपवर्तन के पश्चात् इस प्रकाश की आवृत्ति प्रभावित नहीं होती परन्तु इसकी तरंगदैर्घ्य परिवर्तित हो जाती है। क्यों ? 3
- (ii) किसी विद्युत-चुम्बकीय विकिरण की आवृत्ति $1.0 \times 10^{11} \text{ Hz}$ है। इस विकिरण को पहचानिए और इसके दो उपयोग लिखिए।

अथवा

- (b) (i) प्रकाश किरण PQ के पथ को आरेखित कीजिए जो आरेख में दर्शाए अनुसार कोण A के किसी काँच के प्रिज्म के एक फलक पर किसी कोण i पर आपतन करती है। इसके पश्चात् यह किरण दूसरे फलक से कोण e पर निर्गत होती है। इस किरण आरेख का उपयोग यह सिद्ध करने के लिए कीजिए कि जिस कोण पर किरण विचलित होती है वह कोण $\angle \delta = \angle i + \angle e - \angle A$ द्वारा दिया गया है।
- (ii) $\angle \delta$ का निम्नतम मान क्या होगा जब किरण प्रिज्म के भीतर से सममिततः गुजरती है ?

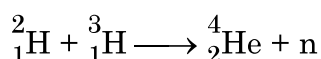


5. Define the term – Distance of closest approach. How will it be affected, for an α - particle, if kinetic energy of the particle is doubled ? 3

6. Using Huygen's principle, for a plane wavefront incident on a plane reflecting surface, draw the reflected wavefront. Hence prove laws of reflection. 3

7. The de-Broglie wavelength associated with an electron is 0.30 nm. Calculate : (a) the speed, and (b) the kinetic energy (in eV), of the electron. 3

8. Calculate the energy released in MeV in the following reaction : 3



Given : $m({}^2_1\text{H}) = 2.014102 \text{ u}$

$$m({}^3_1\text{H}) = 3.016049 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4.002603 \text{ u}$$

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

9. (a) (i) Monochromatic light is incident on a surface separating two media. The frequency of the light after refraction remains unaffected but its wavelength changes. Why ? 3
- (ii) The frequency of an electromagnetic radiation is $1.0 \times 10^{11} \text{ Hz}$. Identify the radiation and mention its two uses.

OR

- (b) (i) Trace the path of a ray of light PQ which is incident at an angle i on one face of a glass prism of angle A . It then emerges out from the other face at an angle e . Use the ray diagram to prove that the angle through which the ray is deviated is given by $\angle \delta = \angle i + \angle e - \angle A$.
- (ii) What will be the minimum value of δ if the ray passes symmetrically through the prism ?



10. किसी LED के कार्यकारी सिद्धान्त का उल्लेख कीजिए। LED के दो महत्वपूर्ण लाभ और दो हानियाँ लिखिए।

3

11. अपवर्तनांक $\sqrt{3}$ के किसी काँच के प्रिज्म के लिए न्यूनतम विचलन कोण δ प्रिज्म कोण A के बराबर है। प्रिज्म कोण A का मान ज्ञात कीजिए। यदि इस प्रिज्म को पानी में डुबो दें, तो कोण δ पर क्या प्रभाव होगा ?

3

खण्ड – ग

प्रकरण अध्ययन

12. अध्यारोपण के सिद्धान्त का उपयोग प्रकाश तरंगों के व्यतिकरण की व्याख्या करने में किया जाता है। यह सिद्धान्त उल्लेख करता है कि किसी विशेष बिन्दु पर कई तरंगों द्वारा उत्पन्न परिणामी विस्थापन प्रत्येक तरंग द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों का सदिश योग होता है। दो कलासंबद्ध प्रकाश तरंग स्रोत व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करते हैं। थामस यंग ने किसी एकल एकवर्णी सूची छिद्र स्रोत (S) द्वारा प्रदिप्त दो सर्वसम सूची छिद्रों (S_1 और S_2) का उपयोग करके दो कलासंबद्ध स्रोत प्राप्त करने का तरीका व्युत्पन्न किया। इन स्रोतों का अपने प्रयोग में, जिसे यंग का द्वि-झिरी प्रयोग कहते हैं, उपयोग करके यंग ने व्यतिकरण पैटर्न का अध्ययन किया। इस पैटर्न में एकान्तर (हर तीसरी) चमकीली और काली फ्रिन्ज होती हैं। दो क्रमागत चमकीली अथवा काली फ्रिन्जों के बीच की दूरी S_1 और S_2 के बीच की दूरी, S_1S_2 तल से पर्दे की दूरी तथा उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है।

5

I. नीचे दी गयी तरंगों पर विचार कीजिए :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

दो स्रोतों, S_1 और S_2 आने वाली तरंगों के किस युगल से व्यतिकरण होगा ?

(A) (i) और (ii)

(B) (ii) और (iii)

(C) (iii) और (iv)

(D) (iv) और (i)



10. State the working principle of an LED. Write any two important advantages and two disadvantages of LED. 3
11. For a glass prism of refractive index $\sqrt{3}$, the value of angle of minimum deviation δ is equal to the angle of prism A. Find the angle of prism A. How will the angle δ be affected if the prism were immersed in water ? 3

SECTION – C
CASE STUDY

12. The principle of superposition is used to understand the phenomenon of interference of light waves. The principle states that at a particular point, the resultant displacement produced by a number of waves is the vector sum of the displacements produced by each wave. Light waves from two coherent sources produce interference pattern. Thomas Young devised a way to obtain two coherent sources using two identical pinholes (S_1 and S_2) illuminated by a single monochromatic pinhole source S. Using these sources in his experiment known as Young's double slit experiment, Young studied the interference pattern. The pattern consists of alternate bright and dark fringes. The distance between two successive bright or dark fringes depends on the distance between S_1 and S_2 , the distance of the screen from the plane of S_1S_2 and the wavelength of light used. 5

I. Consider the following waves :

- (i) $y_1 = a \sin \omega t$
- (ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$
- (iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$
- (iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$

Which pair of the waves coming from two sources S_1 and S_2 will produce interference ?

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (A) (i) and (ii) | (B) (ii) and (iii) |
| (C) (iii) and (iv) | (D) (iv) and (i) |



- II. दो कलासंबद्ध स्रोतों से निर्गमन करने वाली दो प्रकाश तरंगें जिनमें प्रत्येक की तीव्रता समान I_0 है, जिनके बीच $\lambda/4$ का पथान्तर है, किसी बिन्दु पर मिलती है। इस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता होगी
- (A) शून्य (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. वन्दना ने यंग का द्वि-झिरी प्रयोग क्रमागत रूप से नारंगी, हरे और लाल प्रकाश का उपयोग करके किया। यदि इन तीनों प्रकरण में फ्रिन्ज चौड़ाई क्रमशः ω_1 , ω_2 और ω_3 हैं, तो नीचे दिया गया कौन सा संबंध सही है ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$ (B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$ (D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में यदि झिरी-पृथकन 0.8 mm है तथा व्यतिकरण पैटर्न झिरियों S_1 और S_2 के तल से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर प्राप्त होता है। यदि प्रथम चमकीली फ्रिन्ज केन्द्रीय उच्चिष्ठ से 0.4 mm दूरी पर बनती है, तो उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य है
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. नीचे दिए गए प्रचालनों के कारण यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में फ्रिन्जों के कोणीय पृथकन पर होने वाले प्रभाव पर विचार कीजिए :
- (i) पर्दे को झिरियों के तल से दूर ले जाने पर
(ii) फ्रिन्जों के प्रेक्षित होने तक दोनों झिरियों के बीच पृथकन में वृद्धि करना।
- नीचे दिया गया कौन सा विकल्प सही है ?
- (A) यह दोनों प्रकरणों में नियत रहता है।
(B) यह दोनों प्रकरणों में घट जाता है।
(C) यह पहले प्रकरण में नियत रहता है परन्तु दूसरे प्रकरण में घट जाता है।
(D) यह पहले प्रकरण में घटता है परन्तु दूसरे प्रकरण में नियत रहता है।



- II. Two light waves of the same intensity I_0 each, having a path difference of $\lambda/4$, emanating from two coherent sources, meet at a point. The resultant intensity at the point will be
- (A) Zero (B) I_0
(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$
- III. Vandana performs Young's double slit experiment by using orange, green and red lights successively. If the fringe widths measured in the three cases are ω_1 , ω_2 and ω_3 respectively, then which of the following is correct ?
- (A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$ (B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$
(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$ (D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$
- IV. In a Young's double slit experiment, the slit separation is 0.8 mm and the interference pattern is obtained on a screen kept 50 cm from the plane of the slits S_1 and S_2 . If the first bright fringe is formed 0.4 mm from the central maximum, the wavelength of light used is
- (A) 480 nm (B) 560 nm
(C) 640 nm (D) 680 nm
- V. Consider the effect on the angular separation of the fringes in a Young's double slit experiment due to the following operations :
- (i) the screen is moved away from the plane of the slits,
(ii) the separation between the two slits is increased till fringes are observed.
- Which of the following options is correct ?
- (A) It remains constant in both cases.
(B) It decreases in both cases.
(C) It remains constant in (i) but decreases in (ii).
(D) It decreases in (i) but remains constant in (ii).
-