Series : WX7ZY/7

SET ~ 2

रोल नं.
Roll No.

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code **55/7/2**

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 **31** हैं।
Please check that this question paper contains **31** 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 **33** प्रश्न हैं।
Please check that this question paper contains **33** questions.

(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** एवं **ङ**।*

(iii) ***खण्ड क** में प्रश्न संख्या **1** से **16** तक बहुविकल्पीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न **1** अंक का है।*

(iv) ***खण्ड ख** में प्रश्न संख्या **17** से **21** तक अति लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न **2** अंकों का है।*

(v) ***खण्ड ग** में प्रश्न संख्या **22** से **28** तक लघु-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न **3** अंकों का है।*

(vi) ***खण्ड घ** में प्रश्न संख्या **29** तथा **30** केस अध्ययन-आधारित प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न **4** अंकों का है।*

(vii) ***खण्ड ङ** में प्रश्न संख्या **31** से **33** तक दीर्घ-उत्तरीय प्रकार के प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न **5** अंकों का है।*

(viii) *प्रश्न-पत्र में समग्र विकल्प नहीं दिया गया है। यद्यपि, खण्ड क के अतिरिक्त अन्य खण्डों के कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का चयन दिया गया है।*

(ix) *ध्यान दें कि दृष्टिबाधित परीक्षार्थियों के लिए एक अलग प्रश्न-पत्र है।*

(x) *कैल्कुलेटर का उपयोग **वर्जित** है।*

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

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

$h = 6{\cdot}63 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

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

$\varepsilon_0 = 8{\cdot}854 \times 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$

$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^{9}\ N\ m^2\ C^{-2}$

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $(m_e) = 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान $= 1{\cdot}675 \times 10^{-27}$ kg

प्रोटॉन का द्रव्यमान $= 1{\cdot}673 \times 10^{-27}$ kg

आवोगाद्रो संख्या $= 6{\cdot}023 \times 10^{23}$ प्रति ग्राम मोल

बोल्ट्ज़मान नियतांक $= 1{\cdot}38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$

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 :

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

$h = 6{\cdot}63 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

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

$\varepsilon_0 = 8{\cdot}854 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^{9}$ N m^2 C^{-2}

Mass of electron (m_e) = $9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

Mass of neutron = $1{\cdot}675 \times 10^{-27}$ kg

Mass of proton = $1{\cdot}673 \times 10^{-27}$ kg

Avogadro's number = $6{\cdot}023 \times 10^{23}$ per gram mole

Boltzmann constant = $1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ JK^{-1}

खण्ड क

1. किसी आवेशित खोखले धातु के गोले के भीतर किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र (E) तथा विद्युत विभव (V) क्रमशः होते हैं :

(A) $E = 0,\ V = 0$

(B) $E = 0,\ V = V_0$ (नियतांक)

(C) $E \neq 0,\ V \neq 0$

(D) $E = E_0$ (नियतांक), $V = 0$

2. 'स्व-प्रेरकत्व' की विमाएँ हैं :

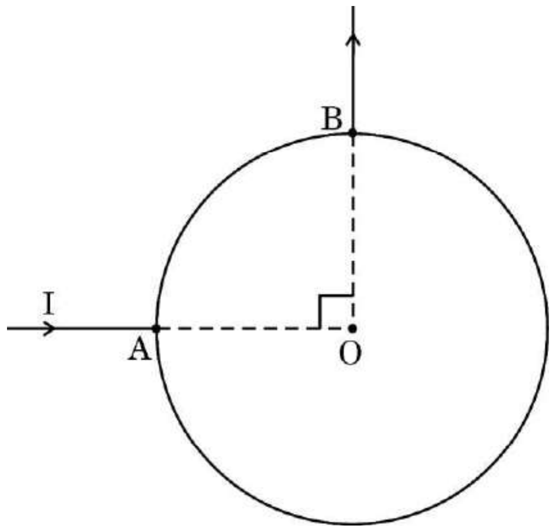
(A) $[M\ L\ T^{-2}\ A^{-2}]$

(B) $[M\ L^2\ T^{-1}\ A^{-1}]$

(C) $[M\ L^{-1}\ T^{-2}\ A^{-2}]$

(D) $[M\ L^2\ T^{-2}\ A^{-2}]$

3. आरेख में दर्शाए अनुसार त्रिज्या R के किसी वृत्ताकार पाश से धारा I बिन्दु A से प्रवेश करके बिन्दु B से बाहर निकलती है। इस पाश के केन्द्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान है :



(A) $\frac{\mu_0 I}{R}$

(B) शून्य

(C) $\frac{\mu_0 I}{2R}$

(D) $\frac{\mu_0 I}{4R}$

SECTION A

1. The electric field (E) and electric potential (V) at a point inside a charged hollow metallic sphere are respectively :

(A) $E = 0, \; V = 0$

(B) $E = 0, \; V = V_0$ (a constant)

(C) $E \neq 0, \; V \neq 0$

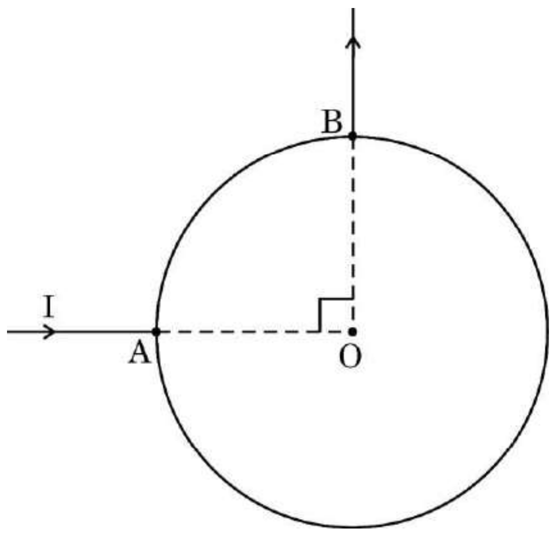
(D) $E = E_0$ (a constant), $V = 0$

2. The dimensions of 'self-inductance' are :

(A) $[M \, L \, T^{-2} \, A^{-2}]$ (B) $[M \, L^2 \, T^{-1} \, A^{-1}]$

(C) $[M \, L^{-1} \, T^{-2} \, A^{-2}]$ (D) $[M \, L^2 \, T^{-2} \, A^{-2}]$

3. In a circular loop of radius R, current I enters at point A and exits at point B, as shown in the figure. The value of the magnetic field at the centre O of the loop is :



(A) $\frac{\mu_0 I}{R}$ (B) zero

(C) $\frac{\mu_0 I}{2R}$ (D) $\frac{\mu_0 I}{4R}$

4. 1·326 eV ऊर्जा के फ़ोटॉन की आवृत्ति होती है :

(A) $1{\cdot}18 \times 10^{14}$ Hz
(B) $3{\cdot}20 \times 10^{14}$ Hz
(C) $4{\cdot}20 \times 10^{15}$ Hz
(D) $4{\cdot}80 \times 10^{15}$ Hz

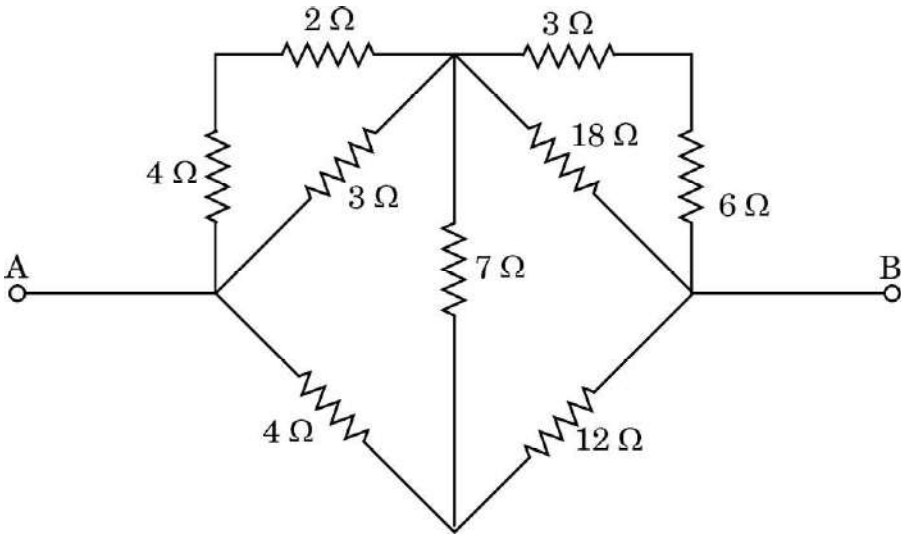
5. 50 cm लम्बी किसी धातु की छड़ को ऊर्ध्वाधर रखते हुए पूर्व दिशा में 10 m/s के वेग से गति कराई गई है। इस स्थान पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक 0·4 G है। छड़ के सिरों पर प्रेरित वि.वा. बल (emf) है :

(A) 0·1 mV
(B) 0·2 mV
(C) 0·8 mV
(D) 1·6 mV

6. कक्ष ताप पर जर्मेनियम क्रिस्टल का मादन बोरॉन की सूक्ष्म मात्रा के साथ किया गया है। मादित अर्धचालकों में आवेश वाहक होंगे :

(A) केवल इलेक्ट्रॉन
(B) केवल होल
(C) होल और कुछ इलेक्ट्रॉन
(D) इलेक्ट्रॉन और कुछ होल

7. दिए गए परिपथ में बिन्दु A और B के बीच प्रभावी प्रतिरोध है :



(A) 6 Ω
(B) $\frac{8}{3}$ Ω
(C) $\frac{16}{3}$ Ω
(D) 2 Ω

4. The frequency of a photon of energy 1·326 eV is :

(A) $1{\cdot}18 \times 10^{14}$ Hz (B) $3{\cdot}20 \times 10^{14}$ Hz

(C) $4{\cdot}20 \times 10^{15}$ Hz (D) $4{\cdot}80 \times 10^{15}$ Hz

5. A metal rod of length 50 cm is held vertically and moved with a velocity of 10 m/s towards east. The horizontal component of the Earth's magnetic field at the place is 0·4 G. The emf induced across the ends of the rod is :

(A) 0·1 mV (B) 0·2 mV

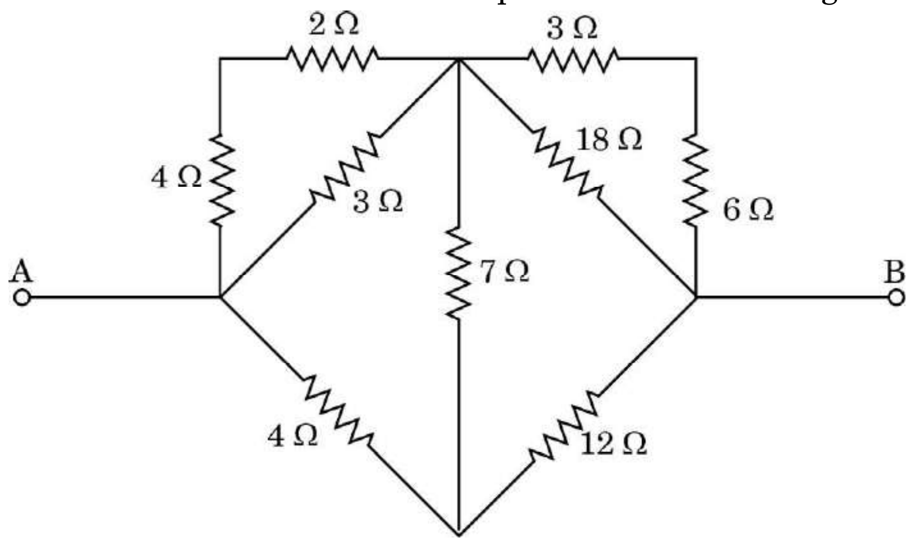
(C) 0·8 mV (D) 1·6 mV

6. Germanium crystal is doped at room temperature with a minute quantity of boron. The charge carriers in the doped semiconductors will be :

(A) electrons only (B) holes only

(C) holes and few electrons (D) electrons and few holes

7. The effective resistance between points A and B in the given circuit is :



(A) 6 Ω (B) $\frac{8}{3}$ Ω

(C) $\frac{16}{3}$ Ω (D) 2 Ω

8. किसी संधारित्र और किसी प्रेरक को श्रेणीक्रम में किसी परिवर्ती आवृत्ति के ac वोल्टता स्रोत से संयोजित किया गया है। आवृत्ति में निरन्तर वृद्धि की गई है। अनुनाद से पहले और अनुनाद के पश्चात परिपथ की प्रकृति होगी :

(A) केवल प्रेरणिक

(B) केवल धारितात्मक

(C) क्रमशः धारितात्मक और प्रेरणिक

(D) क्रमशः प्रेरणिक और धारितात्मक

9. किसी प्रत्यावर्ती धारा को इस प्रकार व्यक्त किया गया है $I = I_0 \cos(100\pi)t$ । इस धारा द्वारा अपने अधिकतम मान से घटकर शून्य होने में लिया गया निम्नतम समय होगा :

(A) $\left(\frac{1}{200}\right)$s (B) $\left(\frac{1}{150}\right)$s

(C) $\left(\frac{1}{100}\right)$s (D) $\left(\frac{1}{50}\right)$s

10. दो नाभिकों A और B की द्रव्यमान संख्या क्रमशः 27 और 64 है। इनकी त्रिज्याओं का अनुपात $\left(\frac{r_A}{r_B}\right)$ होगा :

(A) $\frac{27}{64}$ (B) $\frac{9}{16}$

(C) $\frac{3\sqrt{3}}{8}$ (D) $\frac{3}{4}$

11. आइसोटोन वह न्यूक्लाइड हैं :

(A) जिनकी समान द्रव्यमान संख्या होती है।

(B) जिनका समान परमाणु क्रमांक होता है।

(C) जिनमें न्यूट्रॉनों की संख्या समान होती है, परन्तु उनका परमाणु क्रमांक भिन्न होता है।

(D) जिनमें न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न होती है, और उनकी द्रव्यमान संख्या भिन्न होती है।

12. कोई p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित है। इसके परिणामस्वरूप :

(A) विभव प्राचीर की ऊँचाई तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई दोनों घटती हैं।

(B) विभव प्राचीर की ऊँचाई तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई दोनों बढ़ती हैं।

(C) विभव प्राचीर की ऊँचाई घटती है तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई बढ़ती है।

(D) विभव प्राचीर की ऊँचाई बढ़ती है तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई घटती है।

8. A capacitor and an inductor are connected in series across an ac source of voltage of variable frequency. The frequency is increased continuously. The nature of the circuit before and after the resonance will be :

(A) inductive only

(B) capacitive only

(C) capacitive and inductive respectively

(D) inductive and capacitive respectively

9. An alternating current is given by $I = I_0 \cos (100\pi)t$. The least time the current takes to decrease from its maximum value to zero will be :

(A) $\left(\frac{1}{200}\right)$ s

(B) $\left(\frac{1}{150}\right)$ s

(C) $\left(\frac{1}{100}\right)$ s

(D) $\left(\frac{1}{50}\right)$ s

10. The mass numbers of two nuclei A and B are 27 and 64 respectively. The ratio of their radii $\left(\frac{r_A}{r_B}\right)$ will be :

(A) $\frac{27}{64}$

(B) $\frac{9}{16}$

(C) $\frac{3\sqrt{3}}{8}$

(D) $\frac{3}{4}$

11. Isotones are the nuclides having :

(A) same mass numbers

(B) same atomic numbers

(C) same neutron number, but different atomic number

(D) different neutron number, and different mass number

12. A p-n junction diode is forward biased. As a result,

(A) both the potential barrier height and the width of depletion layer decrease.

(B) both the potential barrier height and the width of depletion layer increase.

(C) the potential barrier height decreases and the width of depletion layer increases.

(D) the potential barrier height increases and the width of depletion layer decreases.

*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) और कारण (R) दोनों ग़लत हैं ।

13. *अभिकथन (A) :* कोई प्रकाश किरण किसी प्रिज़्म के फलक पर अभिलम्बवत आपतित है । यदि काँच-वायु अन्तराफलक पर क्रांतिक कोण प्रिज़्म कोण के बराबर है तो निर्गत किरण प्रिज़्म के सम्मुख फलक के अनुदिश स्पर्श करती बाहर जाएगी ।

कारण (R) : किसी प्रिज़्म का अपवर्तनांक प्रिज़्म कोण पर निर्भर करता है ।

14. *अभिकथन (A) :* कोई आवेशित कण x-y तल में x-अक्ष के साथ θ कोण ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) बनाते हुए वेग v से गमन कर रहा है । यदि इस प्रदेश में कण पर कोई एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$, y-अक्ष के अनुदिश अनुप्रयुक्त किया गया है, तो यह कण x-अक्ष के समान्तर कुण्डलिनी पथ पर गमन करेगा ।

कारण (R) : किसी चुम्बकीय क्षेत्र में गमन करते हुए किसी आवेशित कण पर लगने वाले चुम्बकीय बल की दिशा, कण के वेग की दिशा के अनुदिश होती है ।

15. *अभिकथन (A) :* किसी प्रकाश-विद्युत प्रयोग में ऐनोड पर अनुप्रयुक्त वह निम्नतम ऋणात्मक विभव, जो प्रकाश-विद्युत धारा को शून्य कर देता है, उसे अंतक वोल्टता कहते हैं ।

कारण (R) : किसी धातु के लिए देहली आवृत्ति आपतित विकिरणों की वह निम्नतम आवृत्ति है जिससे कम आवृत्ति पर फोटोइलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन नहीं होता है ।

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

(A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A).

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

(C) Assertion (A) is true, but Reason (R) is false.

(D) Both Assertion (A) and Reason (R) are false.

13. *Assertion (A) :* A ray of light is incident normally on the face of a prism. The emergent ray will graze along the opposite face of the prism when the critical angle at glass-air interface is equal to the angle of the prism.

Reason (R) : The refractive index of a prism depends on angle of the prism.

14. *Assertion (A) :* A charged particle is moving with velocity v in x-y plane, making an angle θ $(0 < \theta < \frac{\pi}{2})$ with x-axis. If a uniform magnetic field $\vec{B}$ is applied in the region, along y-axis, the particle will move in a helical path with its axis parallel to x-axis.

Reason (R) : The direction of the magnetic force acting on a charged particle moving in a magnetic field is along the velocity of the particle.

15. *Assertion (A) :* The minimum negative potential applied to the anode in a photoelectric experiment at which photoelectric current becomes zero, is called cut-off voltage.

Reason (R) : The threshold frequency for a metal is the minimum frequency of incident radiation below which emission of photoelectrons does not take place.

16. *अभिकथन (A) :* विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को गमन करने के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है।

कारण (R) : विद्युत-चुम्बकीय तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें होती हैं।

खण्ड ख

17. समान पदार्थ और समान लम्बाई (l) परन्तु विभिन्न अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A_1 और A_2 के दो तारों को वोल्टता V के किसी सेल से एक साथ संयोजित किया गया है। इन दो तारों में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के अपवाह वेगों का अनुपात उस परिस्थिति में ज्ञात कीजिए जब ये तार (i) श्रेणीक्रम और (ii) पार्श्वक्रम में संयोजित हैं। *2*

18. ताप $T > 0$ K पर n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के ऊर्जा बैण्ड आरेख खींचिए। इन बैण्ड से दाता/ग्राही ऊर्जा स्तर को उनकी ऊर्जा की कोटि के अन्तर के साथ दर्शाइए। *2*

19. यंग के किसी द्विझिरी प्रयोग में उच्चिष्ठ और निम्निष्ठ की तीव्रताओं का अनुपात 25 : 9 है। व्यतिकरण करती तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिए। *2*

20. (क) दर्पण समीकरण और आवर्धन के सूत्र का उपयोग करके, यह निगमन कीजिए कि "किसी उत्तल दर्पण द्वारा आभासी प्रतिबिम्ब सदैव ही साइज़ में बिम्ब से छोटा तथा दर्पण के ध्रुव और फोकस के बीच स्थित होता है।" *2*

अथवा

(ख) 10 cm फोकस दूरी का कोई उत्तल लेंस, 15 cm फोकस दूरी का कोई अवतल लेंस तथा अज्ञात फोकस दूरी का कोई तीसरा लेंस एक-दूसरे के सम्पर्क में समाक्ष रखे हैं। इस संयोजन की फोकस दूरी +12 cm है। यदि सभी लेंस पतले हैं, तो तीसरे लेंस की प्रकृति और फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। यदि लेंस मोटे हों, तो क्या उत्तर परिवर्तित हो जाएगा ? *2*

21. किसी हीलियम के नाभिक ($^4_2$He) की प्रति न्यूक्लिऑन बंधन ऊर्जा (MeV में) परिकलित कीजिए। *2*

दिया गया है : $m(^4_2\text{He}) = 4{\cdot}002603$ u

$m_n = 1{\cdot}008665$ u

$m_H = 1{\cdot}007825$ u

$1 \text{ u} = 931{\cdot}5 \text{ MeV/c}^2$

16. *Assertion (A) :* EM waves do not require a medium for their propagation.

Reason (R) : EM waves are transverse waves.

SECTION B

17. Two wires made of the same material have the same length (l) but different cross-sectional areas A_1 and A_2. They are connected together with a cell of voltage V. Find the ratio of the drift velocities of free electrons in the two wires when they are joined in (i) series, and (ii) parallel. *2*

18. Draw energy band diagrams of n-type and p-type semiconductors at temperature T > 0 K. Show the donor/acceptor energy levels with the order of difference of their energies from the bands. *2*

19. The ratio of the intensities at maxima to minima in Young's double-slit experiment is 25 : 9. Calculate the ratio of intensities of the interfering waves. *2*

20. (a) Using the mirror equation and the formula of magnification, deduce that "the virtual image produced by a convex mirror is always diminished in size and is located between the pole and the focus." *2*

OR

(b) A convex lens of focal length 10 cm, a concave lens of focal length 15 cm and a third lens of unknown focal length are placed coaxially in contact. If the focal length of the combination is +12 cm, find the nature and focal length of the third lens, if all lenses are thin. Will the answer change if the lenses were thick ? *2*

21. Calculate the binding energy per nucleon (in MeV) of a helium nucleus (^4_2He). *2*

Given : $m(^4_2He) = 4{\cdot}002603$ u

$m_n = 1{\cdot}008665$ u

$m_H = 1{\cdot}007825$ u

$1 \text{ u} = 931{\cdot}5 \text{ MeV/c}^2$

खण्ड ग

22. हाइड्रोजन परमाणु के बोर के सिद्धांत के तीन अभिगृहीतों को गणितीय रूप में लिखिए। इनका उपयोग करके यह सिद्ध कीजिए कि nवीं कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन के लिए

(क) कक्षा की त्रिज्या n^2 के अनुक्रमानुपाती होती है तथा

(ख) परमाणु की कुल ऊर्जा $\left(\frac{1}{n^2}\right)$ के अनुक्रमानुपाती होती है। *3*

23. (क) आइंस्टाइन के प्रकाश-विद्युत समीकरण की संक्षेप में व्याख्या कीजिए।

(ख) चार धातुओं की सूची उनके कार्य-फलन के साथ नीचे दी गई है :

$K = 2{\cdot}3$ eV, $Na = 2{\cdot}75$ eV, $Mo = 4{\cdot}17$ eV तथा $Ni = 5{\cdot}15$ eV

किसी लेज़र स्रोत द्वारा 1 m दूरी से 330 nm तरंगदैर्ध्य की विकिरणों को इन धातुओं पर गिराया गया है। इनमें से कौन-सी धातुएँ प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन नही दर्शाएँगी ? यदि लेज़र स्रोत को 50 cm दूरी पर ले जाया जाए, तो क्या होगा ? *3*

24. (क) (i) सदिश रूप में बायो-सावर्ट नियम लिखिए।

(ii) त्रिज्या R की दो सर्वसम वृत्ताकार कुण्डलियाँ A और B जिनसे क्रमश: I और $\sqrt{3}$ I धारा प्रवाहित हो रही है, क्रमश: XY और YZ तलों में संकेन्द्री रखी हैं। इन कुण्डलियों के उभयनिष्ठ केन्द्र पर नेट चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा ज्ञात कीजिए। *3*

अथवा

(ख) (i) भुजाओं l और b के किसी आयताकार पाश से कोई धारा I दक्षिणावर्त प्रवाहित हो रही है। इस पाश का चुम्बकीय आघूर्ण $\vec{m}$ लिखिए तथा एक आरेख में इसकी दिशा दर्शाइए।

(ii) पाश किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में स्थित है तथा $\vec{B}$ के लम्बवत अक्ष के परितः घूर्णन करने के लिए स्वतंत्र है। सिद्ध कीजिए कि इस पाश पर कोई नेट बल कार्य नहीं करेगा, परन्तु इस पर कोई बल आघूर्ण $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$ कार्य करेगा। *3*

SECTION C

22. Write the mathematical forms of three postulates of Bohr's theory of the hydrogen atom. Using them prove that, for an electron revolving in the n^{th} orbit,

(a) the radius of the orbit is proportional to n^2, and

(b) the total energy of the atom is proportional to $\left(\frac{1}{n^2}\right)$. *3*

23. (a) Briefly explain Einstein's photoelectric equation.

(b) Four metals with their work functions are listed below :

$K = 2{\cdot}3$ eV, $Na = 2{\cdot}75$ eV, $Mo = 4{\cdot}17$ eV and $Ni = 5{\cdot}15$ eV.

The radiation of wavelength 330 nm from a laser source placed 1 m away, falls on these metals. Which of these metals will not show photoelectric emission ? What will happen if the laser source is brought closer to a distance of 50 cm ? *3*

24. (a) (i) Write Biot-Savart's law in vector form.

(ii) Two identical circular coils A and B, each of radius R, carrying currents I and $\sqrt{3}\,I$ respectively, are placed concentrically in XY and YZ planes respectively. Find the magnitude and direction of the net magnetic field at their common centre. *3*

OR

(b) (i) A rectangular loop of sides l and b carries a current I clockwise. Write the magnetic moment $\vec{m}$ of the loop and show its direction in a diagram.

(ii) The loop is placed in a uniform magnetic field $\vec{B}$ and is free to rotate about an axis which is perpendicular to $\vec{B}$. Prove that the loop experiences no net force, but a torque $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$. *3*

25. (क) विद्युत-चुम्बकीय तरंगें किस प्रकार उत्पन्न की जाती हैं ?

(ख) निम्नलिखित की तरंगदैर्ध्य का परिसर और उसका एक उपयोग लिखिए : *3*

(i) सूक्ष्म तरंगें, तथा

(ii) पराबैंगनी तरंगें।

26. (क) r_1 और r_2 ($r_2 >> r$) त्रिज्याओं की दो संकेन्द्री वृत्ताकार कुण्डलियाँ अपने केन्द्रों को संपाती रखते हुए समाक्ष स्थित हैं। यदि बाहरी कुण्डली से कोई धारा I प्रवाहित की जाती है, तो इस व्यवस्था के अन्योन्य प्रेरकत्व के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ख) किसी परिनालिका में प्रवाहित धारा नियमित रूप से 50 ms में 6 mA से 2 mA तक घटती है। यदि औसत प्रेरित वि.वा. बल (emf) 0·4 V है, तो परिनालिका का स्व-प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए। *3*

27. किसी उपयुक्त आरेख की सहायता से किसी p-n संधि के प्रदेश में ‘ह्रासी स्तर’ और ‘विभव प्राचीर’ बनने की प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए। संधि डायोड की कौन-सी विशेषता इसे दिष्टकारी की भाँति उपयोग के लिए उपयुक्त बनाती है ? *3*

28. – 5 μC और 2 μC के दो बिन्दु आवेश मुक्त आकाश में क्रमश: (– 4 cm, 0) और (6 cm, 0) पर स्थित हैं।

(क) इन दो आवेशों को अनन्त दूरी तक पृथक कराने में किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

(ख) यदि आवेशों का यह निकाय आरम्भ में किसी विद्युत क्षेत्र $E = \frac{A}{r^2}$, जहाँ $A = 8 \times 10^4\ N\ C^{-1}\ m^2$ में रखा हो, तो इस निकाय की स्थिर-वैद्युत स्थितिज ऊर्जा परिकलित कीजिए। *3*

25. (a) How are electromagnetic waves produced ?

(b) Write the wavelength range and one use of :

(i) Microwaves, and

(ii) Ultraviolet waves. *3*

26. (a) Two concentric circular coils of radii r_1 and r_2 ($r_2 >> r$) are placed coaxially with their centres coinciding. If a current I is passed through the outer coil, obtain the expression for mutual inductance of the arrangement.

(b) The current in a solenoid decreases steadily from 6 mA to 2 mA in 50 ms. If an average emf of 0·4 V is induced, find the self-inductance of the solenoid. *3*

27. Explain the process of formation of 'depletion layer' and 'potential barrier' in a p-n junction region of a diode, with the help of a suitable diagram. Which feature of junction diode makes it suitable for its use as a rectifier ? *3*

28. Two point charges of $-5\ \mu C$ and $2\ \mu C$ are located in free space at (– 4 cm, 0) and (6 cm, 0) respectively.

(a) Calculate the amount of work done to separate the two charges at infinite distance.

(b) If this system of charges was initially kept in an electric field $E = \frac{A}{r^2}$, where $A = 8 \times 10^4\ N\ C^{-1}\ m^2$, calculate the electrostatic potential energy of the system. *3*

खण्ड घ

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

29. जब प्रकाश किसी प्रकाशिक सघन माध्यम से प्रकाशिक विरल माध्यम में गमन करता है, तो अन्तराफलक पर प्रकाश का कुछ भाग उसी माध्यम में वापस परावर्तित हो जाता है, और कुछ भाग दूसरे माध्यम में अपवर्तित हो जाता है । वह आपतन कोण जिसके तदनुरूप अपवर्तन कोण का मान 90° होता है, उसे दिए गए माध्यमों के युगल के लिए क्रांतिक कोण (i_c) कहते हैं । यह कोण माध्यम 2 के सापेक्ष माध्यम 1 के अपवर्तनांक से संबंधित होता है ।

किसी प्रिज़्म से प्रकाश के अपवर्तन में दो समतल अन्तराफलकों पर अपवर्तन सम्मिलित होता है । किसी प्रिज़्म के पदार्थ के अपवर्तनांक के लिए प्रिज़्म के अपवर्तन कोण तथा न्यूनतम विचलन कोण के पदों में संबंध (व्यंजक) प्राप्त किया जा सकता है । किसी पतले प्रिज़्म के लिए, यह संबंध घटकर कोई सरल समीकरण रह जाता है ।

प्रकाश के अपवर्तन के नियम गोलीय अन्तराफलकों से प्रकाश अपवर्तन के लिए भी वैध हैं । जब कोई बिम्ब दो माध्यमों को पृथक करने वाले किसी गोलीय पृष्ठ के सामने रखा जाता है, तो उसका प्रतिबिम्ब बनता है । बिम्ब और प्रतिबिम्ब दूरी के बीच कोई संबंध दो माध्यमों के अपवर्तनांकों और गोलीय पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या के पदों में प्राप्त किया जा सकता है । लेंस के दो पृष्ठों के लिए इस संबंध का उपयोग करके 'लेंस मेकर सूत्र' प्राप्त किया जाता है ।

(i) H गहराई तक पारदर्शी द्रव (अपवर्तनांक n) से भरी किसी टंकी की तली पर कोई लघु बल्ब स्थित है । यदि द्रव के पृष्ठ के उस वृत्ताकार क्षेत्र, जिससे बल्ब का प्रकाश निर्गत होता है, की त्रिज्या R है, तो $\left(\frac{R}{H}\right)$ है : *1*

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

(C) $\frac{1}{\sqrt{n^2+1}}$ (D) $\sqrt{n^2+1}$

SECTION D

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

29. When light travels from an optically denser medium to an optically rarer medium, at the interface it is partly reflected back into the same medium and partly refracted to the second medium. The angle of incidence corresponding to an angle of refraction 90° is called the critical angle (i_c) for the given pair of media. This angle is related to the refractive index of medium 1 with respect to medium 2.

Refraction of light through a prism involves refraction at two plane interfaces. A relation for the refractive index of the material of the prism can be obtained in terms of the refracting angle of the prism and the angle of minimum deviation. For a thin prism, this relation reduces to a simple equation.

Laws of refraction are also valid for refraction of light at a spherical interface. When an object is placed in front of a spherical surface separating two media, its image is formed. A relation between object and image distance, in terms of refractive indices of two media and the radius of curvature of the spherical surface can be obtained. Using this relation for two surfaces of a lens, 'lens maker formula' is obtained.

(i) A small bulb is placed at the bottom of a tank containing a transparent liquid (refractive index n) to a depth H. The radius of the circular area of the surface of liquid, through which light from the bulb can emerge out, is R. Then $\left(\frac{R}{H}\right)$ is : *1*

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

(C) $\frac{1}{\sqrt{n^2 + 1}}$ (D) $\sqrt{n^2 + 1}$

(ii) (क) अपवर्तन कोण 60° के किसी प्रिज़्म के किसी फलक पर कोई समान्तर प्रकाश पुन्ज आपतन कर रहा है। न्यूनतम विचलन कोण 30° पाया गया है। प्रिज़्म के पदार्थ का अपवर्तनांक है : *1*

(A) 1·3 (B) 1·4

(C) 1·5 (D) 1·6

अथवा

(ख) क्राउन काँच (n = 1·52) के बने किसी पतले प्रिज़्म पर आपतन कर रही किसी प्रकाश की किरण के लिए न्यूनतम विचलन कोण D_m है। यदि यह प्रिज़्म क्राउन काँच की बजाय सघन फ्लिन्ट काँच (n = 1·62) का बना हो, तो न्यूनतम विचलन कोण : *1*

(A) 4% घट जाएगा (B) 4% बढ़ जाएगा

(C) 19% घट जाएगा (D) 19% बढ़ जाएगा

(iii) कोई बिम्ब किसी उत्तल गोलीय काँच के पृष्ठ (n = 1·5 और वक्रता त्रिज्या R) के सामने 4R दूरी पर स्थित है। जैसे-जैसे बिम्ब धीरे-धीरे पृष्ठ के बहुत समीप तक जाता है, बनने वाला प्रतिबिम्ब : *1*

(A) सदैव वास्तविक होता है

(B) सदैव आभासी होता है

(C) पहले वास्तविक और फिर आभासी होता है

(D) पहले आभासी और फिर वास्तविक होता है

(iv) अपवर्तनांक 1·5 के काँच से बने किसी उभयोत्तल लेंस की फोकस दूरी 10 cm है। इस लेंस के प्रत्येक फलक की वक्रता त्रिज्या है : *1*

(A) 10 cm (B) 15 cm

(C) 20 cm (D) 40 cm

(ii) (a) A parallel beam of light is incident on a face of a prism with refracting angle 60°. The angle of minimum deviation is found to be 30°. The refractive index of the material of the prism is close to : *1*

(A) 1·3 (B) 1·4

(C) 1·5 (D) 1·6

OR

(b) The angle of minimum deviation for a ray of light incident on a thin prism, made of crown glass (n = 1·52) is D_m. If the prism was made of dense flint glass (n = 1·62) instead of crown glass, the angle of minimum deviation will : *1*

(A) decrease by 4% (B) increase by 4%

(C) decrease by 19% (D) increase by 19%

(iii) An object is placed in front of a convex spherical glass surface (n = 1·5 and radius of curvature R) at a distance of 4R from it. As the object is moved slowly close to the surface, the image formed is : *1*

(A) always real

(B) always virtual

(C) first real and then virtual

(D) first virtual and then real

(iv) A double-convex lens, made of glass of refractive index 1·5, has focal length 10 cm. The radius of curvature of its each face, is : *1*

(A) 10 cm (B) 15 cm

(C) 20 cm (D) 40 cm

30. किसी धात्विक चालक में तापीय गति के कारण गतिमान कोई इलेक्ट्रॉन किसी भारी स्थिर आयन से संघट्ट करता है लेकिन संघट्ट के पश्चात वह उसी चाल से चलता है परन्तु उसकी दिशा यादृच्छिक हो जाती है। यदि हम सभी इलेक्ट्रॉनों पर विचार करें, तो उनका औसत वेग शून्य होगा। जब कोई विद्युत क्षेत्र अनुप्रयुक्त किया जाता है, तो इलेक्ट्रॉन किसी औसत वेग से गति करते हैं, जिसे अपवाह वेग (v_d) कहते हैं । क्रमागत संघट्टों के बीच के औसत समय को विश्रांति काल (τ) कहते हैं। प्रति एकांक विद्युत क्षेत्र के अपवाह वेग के परिमाण को गतिशीलता (μ) कहते हैं।

किसी चालक से प्रवाहित धारा के लिए किसी व्यंजक को अपवाह वेग, प्रति एकांक आयतन इलेक्ट्रॉनों की संख्या (n), इलेक्ट्रॉन आवेश (– e), तथा चालक के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल (A) के पदों में प्राप्त किया जा सकता है। इस व्यंजक से धारा घनत्व ($\hat{j}$) और विद्युत क्षेत्र ($\vec{E}$) के बीच व्यंजक प्राप्त होता है। इस प्रकार किसी धातु की प्रतिरोधकता (ρ) के लिए कोई व्यंजक प्राप्त होता है। यह व्यंजक विश्रांति काल (τ) में परिवर्तन तथा इलेक्ट्रॉनों के संख्या घनत्व (n) में परिवर्तन के पदों में किसी धातु के ताप में वृद्धि के साथ उसकी प्रतिरोधकता में वृद्धि होने को समझने में हमारी सहायता करता है।

(i) किसी बैटरी से श्रेणीक्रम में संयोजित समान धातु के दो बेलनाकार चालकों A और B पर विचार कीजिए। B की लम्बाई और त्रिज्या, A की दुगुनी हैं। यदि A और B में इलेक्ट्रॉनों की गतिशीलता क्रमशः μ_A और μ_B है, तो $\frac{\mu_A}{\mu_B}$ है : *1*

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

(C) 2 (D) 1

(ii) लम्बाई 0·5 m और अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल $1 \cdot 0 \times 10^{-7}$ m^2 का कोई तार 2 V की किसी बैटरी से संयोजित है, जो तार में 1·5 A की धारा प्रवाहित कराए रखती है। तार के पदार्थ की चालकता (Ω^{-1} m^{-1} में) है : *1*

(A) $2 \cdot 5 \times 10^4$ (B) $3 \cdot 0 \times 10^5$

(C) $3 \cdot 75 \times 10^6$ (D) $5 \cdot 0 \times 10^7$

30. In a metallic conductor, an electron, moving due to thermal motion, suffers collisions with the heavy fixed ions but after collision, it will emerge out with the same speed but in random directions. If we consider all the electrons, their average velocity will be zero. When an electric field is applied, electrons move with an average velocity, known as drift velocity (v_d). The average time between successive collisions is known as relaxation time (τ). The magnitude of drift velocity per unit electric field is called mobility (μ).

An expression for current through the conductor can be obtained in terms of drift velocity, number of electrons per unit volume (n), electronic charge (– e), and the cross-sectional area (A) of the conductor. This expression leads to an expression between current density ($\hat{j}$) and the electric field ($\vec{E}$). Hence, an expression for resistivity (ρ) of a metal is obtained. This expression helps us to understand increase in resistivity of a metal with increase in its temperature, in terms of change in the relaxation time (τ) and change in the number density of electrons (n).

(i) Consider two cylindrical conductors A and B, made of the same metal connected in series to a battery. The length and the radius of B are twice that of A. If μ_A and μ_B are the mobility of electrons in A and B respectively, then $\frac{\mu_A}{\mu_B}$ is : *1*

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

(C) 2 (D) 1

(ii) A wire of length 0·5 m and cross-sectional area $1{\cdot}0 \times 10^{-7}$ m^2 is connected to a battery of 2 V that maintains a current of 1·5 A in it. The conductivity of the material of the wire (in Ω^{-1} m^{-1}) is : *1*

(A) $2{\cdot}5 \times 10^4$ (B) $3{\cdot}0 \times 10^5$

(C) $3{\cdot}75 \times 10^6$ (D) $5{\cdot}0 \times 10^7$

(iii) निक्रोम का प्रतिरोध ताप गुणांक $1{\cdot}70 \times 10^{-4}\,°C^{-1}$ है। निक्रोम तार के प्रतिरोध में $8{\cdot}5\%$ की वृद्धि करने के लिए तार के ताप में कितनी वृद्धि होनी चाहिए ? *1*

(A) 250°C (B) 500°C

(C) 850°C (D) 1000°C

(iv) (क) निम्नलिखित दो कारकों I और II के किसी धातु की प्रतिरोधकता में योगदान पर विचार कीजिए :

I. इलेक्ट्रॉनों का विश्रांति काल

II. प्रति एकांक आयतन इलेक्ट्रॉनों की संख्या

किसी धातु की प्रतिरोधकता में उसके ताप में वृद्धि होने पर वृद्धि हो जाती है क्योंकि : *1*

(A) I घटता है और II बढ़ता है।

(B) I बढ़ता है और II लगभग नियत रहता है।

(C) I और II दोनों बढ़ते हैं।

(D) I घटता है और II लगभग नियत रहता है।

अथवा

(ख) किसी असमान अनुप्रस्थ काट वाले कॉपर के तार से कोई स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है। निम्नलिखित तीन भौतिक राशियों पर विचार कीजिए :

I. विद्युत क्षेत्र

II. धारा घनत्व

III. अपवाह चाल

तब तार की लम्बाई के अनुदिश विभिन्न बिन्दुओं पर : *1*

(A) II और III परिवर्तित होते हैं, परन्तु I नियत रहता है।

(B) I और II परिवर्तित होते हैं, परन्तु III नियत रहता है।

(C) I और III परिवर्तित होते हैं, परन्तु II नियत रहता है।

(D) I, II और III सभी परिवर्तित होते हैं।

(iii) The temperature coefficient of resistance of nichrome is $1{\cdot}70 \times 10^{-4}\ {}^{\circ}C^{-1}$. In order to increase resistance of a nichrome wire by 8·5%, the temperature of the wire should be increased by : *1*

(A) 250°C (B) 500°C

(C) 850°C (D) 1000°C

(iv) (a) Consider the contribution of the following two factors I and II in resistivity of a metal :

I. Relaxation time of electrons

II. Number of electrons per unit volume

The resistivity of a metal increases with increase in its temperature because : *1*

(A) I decreases and II increases.

(B) I increases and II is almost constant.

(C) Both I and II increase.

(D) I decreases and II is almost constant.

OR

(b) A steady current flows in a copper wire of non-uniform cross-section. Consider the following three physical quantities :

I. Electric field

II. Current density

III. Drift speed

Then at the different points along the wire : *1*

(A) II and III change, but I is constant.

(B) I and II change, but III is constant.

(C) I and III change, but II is constant.

(D) All I, II and III change.

खण्ड ङ

31. (क) (i) किसी खगोलीय दूरदर्शक द्वारा अनन्त पर अंतिम प्रतिबिम्ब बनना दर्शाने के लिए एक नामांकित किरण आरेख खींचिए। इसकी आवर्धन क्षमता के लिए व्यंजक लिखिए।

(ii) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा उत्पन्न कुल आवर्धन 20 है। नेत्रिका द्वारा उत्पन्न आवर्धन 5 है। जब इस सूक्ष्मदर्शी को किसी बिम्ब पर फोकसित किया जाता है, तो अभिदृश्यक और नेत्रिका के बीच की दूरी 14 cm होती है। अभिदृश्यक और नेत्रिका की फोकस दूरी परिकलित कीजिए। (दिया गया है कि स्पष्ट दर्शन की न्यूनतम दूरी = 25 cm) *5*

अथवा

(ख) (i) दो कला-संबद्ध प्रकाश तरंगें, जिनमें प्रत्येक की तीव्रता I_0 है, एक-दूसरे पर अध्यारोपित होकर किसी परदे पर व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करती हैं। उस बिन्दु पर जहाँ तरंगों के बीच कलान्तर ϕ है, परिणामी तीव्रता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। इसके संभावित अधिकतम और निम्नतम मान लिखिए।

(ii) एकल झिरी विवर्तन के किसी प्रयोग में झिरी का द्वारक 3 mm और झिरी और परदे के बीच की दूरी 1·5 m है। 600 nm तरंगदैर्ध्य का एकवर्णी प्रकाश इस झिरी पर अभिलम्बवत आपतन करता है। परदे के केन्द्र से (I) प्रथम कोटि निम्निष्ठ तथा (II) द्वितीय कोटि उच्चिष्ठ की दूरी परिकलित कीजिए। *5*

32. (क) (i) पट्टिका क्षेत्रफल A तथा पट्टिका पृथकन d के किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र की धारिता C_0 है। इस संधारित्र की पट्टिकाओं के समान्तर मोटाई $\left(\frac{d}{4}\right)$ और क्षेत्रफल A की परावैद्युतांक K की कोई पट्टिका इस संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच रख दी गई है। संधारित्र की नई धारिता ज्ञात कीजिए।

SECTION E

31. (a) (i) Explain with the help of a labelled ray diagram the formation of final image by an astronomical telescope at infinity. Write the expression for its magnifying power.

(ii) The total magnification produced by a compound microscope is 20. The magnification produced by the eyepiece is 5. When the microscope is focussed on a certain object, the distance between the objective and eyepiece is observed to be 14 cm. Calculate the focal lengths of the objective and the eyepiece. (Given that the least distance of distinct vision = 25 cm) *5*

OR

(b) (i) Two coherent light waves, each of intensity I_0 superpose each other and produce interference pattern on a screen. Obtain the expression for the resultant intensity at a point where the phase difference between the waves is ϕ. Write its maximum and minimum possible values.

(ii) In a single slit diffraction experiment, the aperture of the slit is 3 mm and the separation between the slit and the screen is 1·5 m. A monochromatic light of wavelength 600 nm is normally incident on the slit. Calculate the distance of (I) first order minimum, and (II) second order maximum, from the centre of the screen. *5*

32. (a) (i) A parallel plate capacitor with plate area A and plate separation d has a capacitance C_0. A slab of dielectric constant K having area A and thickness $\left(\frac{d}{4}\right)$ is inserted in the capacitor, parallel to the plates. Find the new value of its capacitance.

(ii) आपको 1200 V की शक्ति आपूर्ति तथा 1 μF धारिता के संख्या में बहुत से सर्वसम संधारित्र दिए गए हैं। प्रत्येक संधारित्र में उपयोग किया गया परावैद्युत माध्यम 200 V तक ही सहन कर सकता है। इस आपूर्ति पर उपयोग करने के लिए 2 μF तुल्य धारिता का संधारित्रों का निकाय बनाने के लिए आवश्यक संधारित्रों की न्यूनतम संख्या तथा उन्हें व्यवस्थित करने का ढंग ज्ञात कीजिए। 5

अथवा

(ख) (i) द्विध्रुव आघूर्ण p का कोई विद्युत द्विध्रुव बिन्दु आवेशों q और – q जिनके बीच पृथकन 2a है, का बना है। (I) द्विध्रुव के अक्ष के अनुदिश तथा (II) इसकी द्विविभाजक रेखा के अनुदिश किसी बिन्दु पर, जिसकी द्विध्रुव के केन्द्र से दूरी x (>> a) है, द्विध्रुव आघूर्ण के पदों में विद्युत विभव के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ii) द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{p} = (0\cdot8\hat{i} + 0\cdot6\hat{j})\,10^{-29}$ Cm का कोई विद्युत द्विध्रुव किसी विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = 1\cdot0 \times 10^{7}\,\hat{k}\,\frac{V}{m}$ में स्थित है। इसी क्षण पर इस पर कार्यरत बल आघूर्ण का परिमाण तथा इसके द्वारा x-अक्ष के साथ बनाया गया कोण परिकलित कीजिए। 5

33. (क) (i) नामांकित आरेख की सहायता से किसी चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर की कार्यविधि के सिद्धांत की व्याख्या कीजिए। इसमें (i) त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र तथा (ii) नर्म लोह क्रोड का उपयोग करने का उद्देश्य लिखिए।

(ii) किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता की परिभाषा लिखिए। "धारा सुग्राहिता में वृद्धि करने पर वोल्टता सुग्राहिता में भी वृद्धि होना आवश्यक नहीं होता है।" इसका कारण दीजिए। 5

अथवा

(ii) You are provided with a large number of 1 μF identical capacitors and a power supply of 1200 V. The dielectric medium used in each capacitor can withstand up to 200 V only. Find the minimum number of capacitors and their arrangement, required to build a capacitor system of equivalent capacitance of 2 μF for use with this supply. *5*

OR

(b) (i) An electric dipole of dipole moment p consists of point charges q and – q, separated by 2a. Derive an expression for electric potential in terms of its dipole moment at a point at a distance x (>> a) from its centre and lying (I) along its axis, and (II) along its bisector line.

(ii) An electric dipole of dipole moment $\vec{p} = (0{\cdot}8\,\hat{i} + 0{\cdot}6\,\hat{j})\,10^{-29}$ Cm is placed in an electric field $\vec{E} = 1{\cdot}0 \times 10^{7}\,\hat{k}\,\frac{V}{m}$. Calculate the magnitude of the torque acting on it and the angle it makes with the x-axis, at this instant. *5*

33. (a) (i) With the help of a labelled diagram, explain the principle of working of a moving coil galvanometer. Write the purpose of using (i) radial magnetic field, and (ii) soft iron core, in it.

(ii) Define current sensitivity of a galvanometer. "Increasing the current sensitivity may not necessarily increase the voltage sensitivity." Give reason. *5*

OR

(ख) (i) (I) ऐम्पियर के परिपथीय नियम को गणितीय रूप में लिखिए और इसमें प्रयुक्त पदों की व्याख्या कीजिए।

(II) जैसे-जैसे किसी धारावाही परिनालिका की लम्बाई में वृद्धि होती है, उसके बाहर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र शून्य की ओर उपगमन करता है। क्यों ?

(III) अनियमित आकृति का कोई लचीला धारावाही पाश किसी बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर वृत्ताकार पाश में परिवर्तित हो जाता है। कारण दीजिए।

(ii) प्रतिरोध G के किसी गैल्वेनोमीटर को इसकी कुण्डली के श्रेणीक्रम में कोई प्रतिरोध R_1 संयोजित करके V वोल्ट तक का पाठ्यांक ले सकने वाले वोल्टमीटर में परिवर्तित किया गया है। यदि R_1 को R_2 से प्रतिस्थापित किया जाए, तो यह केवल $\frac{V}{2}$ वोल्ट तक ही माप सकता है। R_1 और R_2 के पदों में प्रतिरोध R_3 का वह मान ज्ञात कीजिए जो इस गैल्वेनोमीटर को 2 V तक की माप ले सकने योग्य वोल्टमीटर में परिवर्तित कर दे। *5*

(b) (i) (I) Write Ampere's circuital law in mathematical form and explain the terms used.

(II) As the current carrying solenoid is made longer, the magnetic field produced outside it approaches zero. Why ?

(III) A flexible loop of irregular shape carrying current when located in an external magnetic field, changes to a circular shape. Give reason.

(ii) A galvanometer of resistance G is converted into a voltmeter to measure up to V volts, by connecting a resistance R_1 in series with the coil. If R_1 is replaced by R_2, then it can only measure up to $\frac{V}{2}$ volt. Find the value of the resistance R_3 (in terms of R_1 and R_2) needed to convert it into a voltmeter that can read up to 2 V. *5*