Series : X4YZW

SET ~ 1

रोल नं.
Roll No.

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code **55/4/1**

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 **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}

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ 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. कोई पिण्ड $8{\cdot}0 \times 10^{-12}$ C आवेश अर्जित करता है। पिण्ड के द्रव्यमान में :

(A) $4{\cdot}5 \times 10^{-7}$ kg की वृद्धि हो जाती है

(B) $1{\cdot}0 \times 10^{-6}$ kg की कमी हो जाती है

(C) $4{\cdot}55 \times 10^{-23}$ kg की कमी हो जाती है

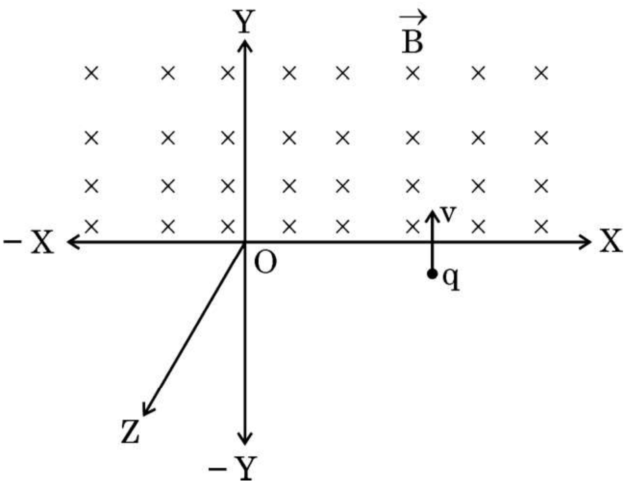
(D) $9{\cdot}1 \times 10^{-23}$ kg की वृद्धि हो जाती है

2. त्रिज्या R के किसी बेलनाकार चालक से कोई धारा प्रवाहित हो रही है। चालक के किसी बिन्दु पर धारा घनत्व $j = \alpha r$ (उसके अक्ष के अनुदिश) है, यहाँ α कोई स्थिरांक है तथा r चालक के अक्ष से दूरी है। चालक के किसी भाग, $r = 0$ से $r = \frac{R}{2}$ तक, से प्रवाहित धारा किसके आनुपातिक है ?

(A) R (B) R^2

(C) R^3 (D) R^4

3. आरेख में दर्शाए अनुसार कोई आवेश +q का एक कण किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में प्रवेश करता है। इस कण का पथ होगा :



(A) XZ तल में वृत्ताकार पथ

(B) XY तल में अर्धवृत्ताकार पथ

(C) कुण्डलिनी पथ जिसका अक्ष Y-अक्ष के समान्तर है

(D) YZ तल में अर्धवृत्ताकार पथ

SECTION A

1. A body acquires charge $8{\cdot}0 \times 10^{-12}$ C. The mass of the body :

(A) increases by $4{\cdot}5 \times 10^{-7}$ kg

(B) decreases by $1{\cdot}0 \times 10^{-6}$ kg

(C) decreases by $4{\cdot}55 \times 10^{-23}$ kg

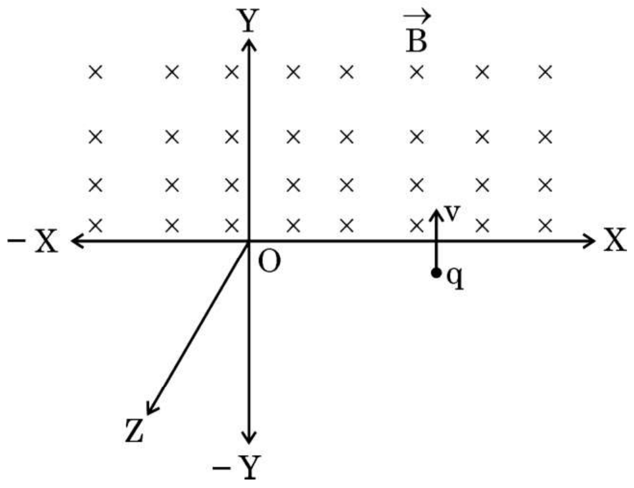
(D) increases by $9{\cdot}1 \times 10^{-23}$ kg

2. A current flows through a cylindrical conductor of radius R. The current density at a point in the conductor is $j = \alpha r$ (along its axis), here α is a constant and r is distance from the axis of the conductor. The current flowing through the portion of the conductor from $r = 0$ to $r = \frac{R}{2}$ is proportional to :

(A) R (B) R^2

(C) R^3 (D) R^4

3. A particle having charge +q enters a uniform magnetic field $\vec{B}$ as shown in the figure. The particle will describe :



(A) a circular path in XZ plane

(B) a semicircular path in XY plane

(C) a helical path with its axis parallel to Y-axis

(D) a semicircular path in YZ plane

4. कोई छड़ चुम्बक आरम्भ में किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र से समकोण बनाता है। इस चुम्बक को तब तक घूर्णित किया जाता है जब तक कि इस पर कार्यरत बल-आघूर्ण उसके आरम्भिक मान का आधा हो जाए। छड़ चुम्बक को जिस कोण तक घूर्णित किया गया है, वह है :

(A) 30° (B) 45°

(C) 60° (D) 75°

5. निम्नलिखित में से कौन-सा पदार्थ अनुचुम्बकीय ***नहीं*** है ?

(A) ऐलुमिनियम

(B) सोडियम क्लोराइड

(C) कैल्सियम

(D) कॉपर क्लोराइड

6. ac परिपथ में श्रेणी में संयोजित किसी ऐमीटर का पाठ्यांक 10 A है। परिपथ में किसी क्षण पर धारा का अधिकतम मान है :

(A) $10\sqrt{2}$ A (B) $\frac{10}{\sqrt{2}}$ A

(C) $\frac{10}{\pi}$ A (D) $\frac{10}{\sqrt{2}\,\pi}$ A

7. मुक्त आकाश में किसी विद्युत-चुम्बकीय तरंग के विद्युत-क्षेत्र का आयाम 1000 Vm^{-1} है। इस विद्युत-चुम्बकीय तरंग में चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम है :

(A) $3{\cdot}0 \times 10^{-3}$ T

(B) $3{\cdot}33 \times 10^{-8}$ T

(C) $3{\cdot}0 \times 10^{11}$ T

(D) $3{\cdot}33 \times 10^{-6}$ T

8. किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन – 2·0 है। उपयोग किए गए दर्पण तथा बनने वाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति होगी :

(A) उत्तल तथा आभासी

(B) अवतल तथा वास्तविक

(C) अवतल तथा आभासी

(D) उत्तल तथा वास्तविक

4. A bar magnet is initially at right angles to a uniform magnetic field. The magnet is rotated till the torque acting on it becomes one-half of its initial value. The angle through which the bar magnet is rotated is :

(A) 30°
(B) 45°
(C) 60°
(D) 75°

5. Which one out of the following materials is ***not*** paramagnetic ?

(A) Aluminium
(B) Sodium Chloride
(C) Calcium
(D) Copper Chloride

6. An ammeter connected in series in an ac circuit reads 10 A. The maximum value of current at any instant in the circuit is :

(A) $10\sqrt{2}$ A
(B) $\frac{10}{\sqrt{2}}$ A
(C) $\frac{10}{\pi}$ A
(D) $\frac{10}{\sqrt{2}\,\pi}$ A

7. The amplitude of electric field in an electromagnetic wave in free space is 1000 Vm^{-1}. The amplitude of the magnetic field in this electromagnetic wave is :

(A) $3{\cdot}0 \times 10^{-3}$ T
(B) $3{\cdot}33 \times 10^{-8}$ T
(C) $3{\cdot}0 \times 10^{11}$ T
(D) $3{\cdot}33 \times 10^{-6}$ T

8. The magnification produced by a spherical mirror is – 2·0. The mirror used and the nature of the image formed will be

(A) Convex and virtual
(B) Concave and real
(C) Concave and virtual
(D) Convex and real

9. सही कथन चुनिए :

(A) प्रकाश के फ़ोटॉन विवर्तन दर्शाते हैं जबकि इलेक्ट्रॉन विवर्तन नहीं दर्शाते हैं।

(B) इलेक्ट्रॉनों में संवेग होता है जबकि फ़ोटॉनों में संवेग नहीं होता है।

(C) प्रकाश के फ़ोटॉन तथा इलेक्ट्रॉन दोनों ही द्वैत प्रकृति दर्शाते हैं।

(D) सभी विद्युत-चुम्बकीय विकिरणों में फ़ोटॉन नहीं होते हैं।

10. किसी लाल प्रकाश पुन्ज और किसी नीले प्रकाश पुन्ज की तीव्रताएँ समान हैं। निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है ?

(A) नीले पुन्ज में लाल पुन्ज से संख्या में अधिक फ़ोटॉन हैं।

(B) लाल पुन्ज में नीले पुन्ज से संख्या में अधिक फ़ोटॉन हैं।

(C) लाल प्रकाश की तरंगदैर्ध्य नीले प्रकाश की तरंगदैर्ध्य से कम है।

(D) नीले प्रकाश पुन्ज में प्रति फ़ोटॉन ऊर्जा लाल प्रकाश पुन्ज की अपेक्षा कम है।

11. निम्नलिखित में से कौन-सा कक्ष ताप पर विद्युत चालक है ?

(A) Sn

(B) अभ्रक (Mica)

(C) Si

(D) C

12. ऊर्ध्वाधरत: रखे किसी लम्बे सीधे तार से ऊपर की ओर कोई स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है। इस धारावाही तार द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की आकृति है :

(A) तार से त्रिज्यत: बाहर आती क्षैतिज सीधी रेखाएँ।

(B) धारावाही तार से समान्तर सीधी रेखाएँ।

(C) तार के चारों ओर संकेंद्री क्षैतिज वृत्त।

(D) तार के चारों ओर समाक्ष कुण्डलिनी।

9. Choose the correct statement :

(A) Photons of light show diffraction whereas electrons do not show diffraction.

(B) Electrons have momentum whereas photons do not have momentum.

(C) Photons of light and electrons both exhibit dual nature.

(D) All electromagnetic radiations do not have photons.

10. A beam of red light and a beam of blue light have equal intensities. Which of the following statements is true ?

(A) The blue beam has more number of photons than the red beam.

(B) The red beam has more number of photons than the blue beam.

(C) Wavelength of red light is lesser than wavelength of blue light.

(D) The blue light beam has lesser energy per photon than that in the red light beam.

11. Which of the following is an electrical conductor at room temperature ?

(A) Sn

(B) Mica

(C) Si

(D) C

12. A long straight wire is held vertically and carries a steady current in upward direction. The shape of magnetic field lines produced by the current-carrying wire are :

(A) horizontal straight lines directed radially out from the wire.

(B) straight lines parallel to the current-carrying wire.

(C) concentric horizonal circles around the wire.

(D) coaxial helixes around the wire.

*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) :* n-प्रकार का अर्धचालक ऋणावेशित नहीं होता है।

कारण (R) : नैज अर्धचालक (उदासीन) में मादित उदासीन पंचसंयोजक अपद्रव्य परमाणु क्रिस्टल जालक को अपना पाँचवाँ अयुग्मित इलेक्ट्रॉन दान करके धनात्मक दाता बन जाता है।

14. *अभिकथन (A) :* अनुनाद पर कोई श्रेणी LCR परिपथ शुद्ध प्रतिरोधी परिपथ की भाँति व्यवहार करता है।

कारण (R) : अनुनाद पर, $X_L = X_C$ से $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ प्राप्त होता है।

15. *अभिकथन (A) :* द्विझिरी प्रयोग में यदि एक झिरी बन्द है, तो परदे पर अन्य झिरी के कारण विवर्तन पैटर्न दृष्टिगोचर होगा।

कारण (R) : व्यतिकरण के लिए कम-से-कम दो तरंगों की आवश्यकता होती है।

16. *अभिकथन (A) :* किसी एकवर्णी आपतित विकिरण के लिए, किसी दी गई धातु से उत्सर्जित फ़ोटोइलेक्ट्रॉनों की चाल शून्य से किसी निश्चित अधिकतम मान तक के परास में होती है।

कारण (R) : प्रत्येक धातु का अपना निश्चित कार्यफलन 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) :* n-type semiconductor is not negatively charged.

Reason (R) : Neutral pentavalent impurity atom doped in intrinsic semiconductor (neutral) donates its fifth unpaired electron to the crystal lattice and becomes a positive donor.

14. *Assertion (A) :* A series LCR circuit behaves as a pure resistive circuit at resonance.

Reason (R) : At resonance, $X_L = X_C$ gives $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

15. *Assertion (A) :* In double slit experiment if one slit is closed, diffraction pattern due to the other slit will appear on the screen.

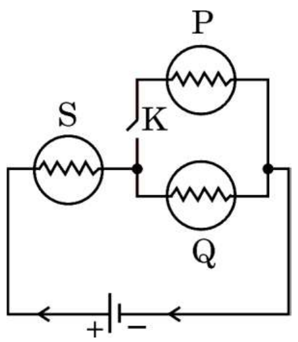
Reason (R) : For interference, at least two waves are required.

16. *Assertion (A) :* For monochromatic incident radiation, the emitted photoelectrons from a given metal have speed ranging from zero to a certain maximum value.

Reason (R) : Each metal has a definite work function.

खण्ड ख

17. (क) दिए गए आरेख में तीन सर्वसम बल्ब P, Q और S किसी बैटरी से संयोजित हैं।



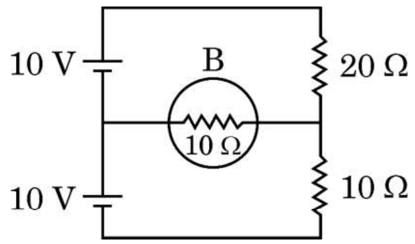
(i) कुंजी K बन्द होने पर बल्ब P और Q की चमक की तुलना बल्ब S की चमक से कीजिए।

(ii) जब कुंजी K खुली है तब बल्ब S और Q की चमक की तुलना कीजिए।

दोनों प्रकरणों में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए। *2*

अथवा

(ख) आरेख में दर्शाए अनुसार, दो सेल जिनमें प्रत्येक का वि.वा. बल (emf) 10 V है, 20 Ω और 10 Ω के दो प्रतिरोधक तथा 10 Ω प्रतिरोध का कोई बल्ब B साथ-साथ संयोजित हैं। बल्ब से प्रवाहित धारा ज्ञात कीजिए। *2*



18. एकल झिरी पर विवर्तन के कारण पैटर्न के पहले द्वितीयक उच्चिष्ठ के लिए विवर्तन कोण (डिग्री में) ज्ञात कीजिए। झिरी की चौड़ाई और उपयोग किए गए प्रकाश का तरंगदैर्ध्य क्रमश: 0·55 mm और 550 nm हैं। *2*

19. कोई समोत्तल लेंस 1·55 अपवर्तनांक वाले काँच का बना है। यदि इस लेंस की फोकस दूरी 15·0 cm है, तो पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या परिकलित कीजिए। *2*

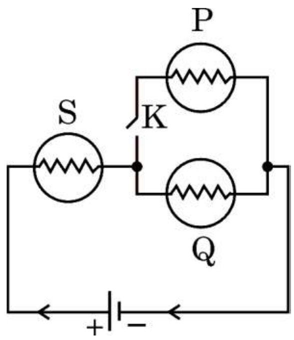
20. परमाणु संहति मात्रक (u) में α-कण का द्रव्यमान परिकलित कीजिए। दिया गया है,

सामान्य हीलियम परमाणु का द्रव्यमान = 4·002603 u

कार्बन परमाणु का द्रव्यमान = $1{\cdot}9926 \times 10^{-26}$ kg *2*

SECTION B

17. (a) In the given figure, three identical bulbs P, Q and S are connected to a battery.



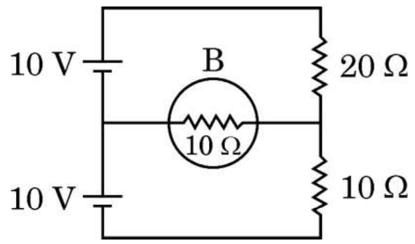
(i) Compare the brightness of bulbs P and Q with that of bulb S when key K is closed.

(ii) Compare the brightness of the bulbs S and Q when the key K is opened.

Justify your answer in both cases. *2*

OR

(b) Two cells of emf 10 V each, two resistors of 20 Ω and 10 Ω and a bulb B of 10 Ω resistance are connected together as shown in the figure. Find the current that flows through the bulb. *2*



18. Find the angle of diffraction (in degrees) for first secondary maximum of the pattern due to diffraction at a single slit. The width of the slit and wavelength of light used are 0·55 mm and 550 nm, respectively. *2*

19. An equiconvex lens is made of glass of refractive index 1·55. If the focal length of the lens is 15·0 cm, calculate the radius of curvature of its surfaces. *2*

20. Calculate the mass of an α-particle in atomic mass unit (u). Given,

Mass of a normal helium atom = 4·002603 u

Mass of carbon atom = $1{\cdot}9926 \times 10^{-26}$ kg *2*

21. किसी नैज अर्धचालक में, वाहक सांद्रता $5 \times 10^8\ m^{-3}$ है। अपद्रव्यी परमाणुओं द्वारा मादित करने पर विवर सांद्रता $8 \times 10^{12}\ m^{-3}$ हो जाती है।

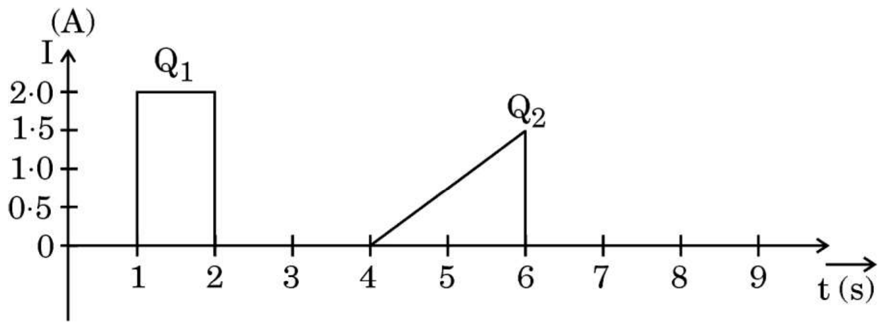
(क) (i) डोपक (मादक) के प्रकार को पहचानिए तथा (ii) इस प्रकार बने अपद्रव्यी अर्धचालक को पहचानिए।

(ख) अपद्रव्यी अर्धचालक में इलेक्ट्रॉन सांद्रता परिकलित कीजिए। *2*

खण्ड ग

22. (क) (i) मुक्त इलेक्ट्रॉनों के संख्या घनत्व तथा विश्रांति काल के पदों में किसी चालक की प्रतिरोधकता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ii) आरेख में दो भिन्न समय अन्तरालों में किसी तार की अनुप्रस्थ-काट से प्रवाहित धारा का ग्राफ़ दर्शाया गया है। इन समय अन्तरालों में इस अनुप्रस्थ-काट से प्रवाहित आवेशों (Q_1 और Q_2) की तुलना कीजिए। *3*



अथवा

(ख) (i) वि.वा. बल (emf) E तथा आंतरिक प्रतिरोध r की कोई बैटरी किसी बाह्य परिवर्ती प्रतिरोध R से संयोजित है।

(I) परिपथ में धारा I तथा बैटरी द्वारा दी जा सकने वाली अधिकतम धारा के मान के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(II) बैटरी के सिरों पर टर्मिनल वोल्टता V तथा इसका यथासंभव अधिकतम मान प्राप्त कीजिए।

(ii) उपर्युक्त बैटरी $R = R_1$ होने पर धारा I_1 तथा $R = R_2$ होने पर धारा I_2 देती है। I_1, I_2, R_1 और R_2 के पदों में बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध प्राप्त कीजिए। *3*

21. In an intrinsic semiconductor, carrier's concentration is 5×10^8 m^{-3}. On doping with impurity atoms, the hole concentration becomes 8×10^{12} m^{-3}.

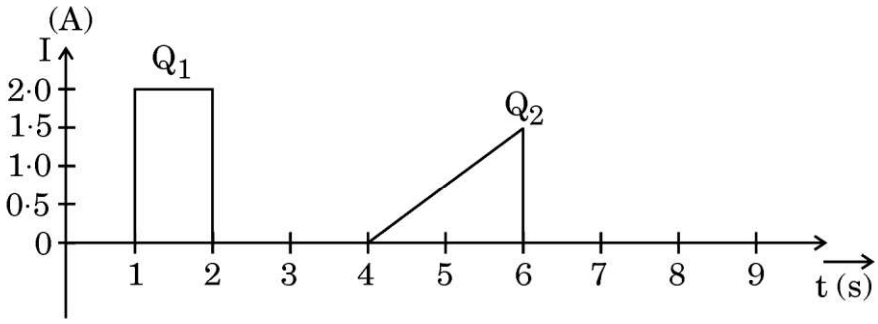
(a) Identify (i) the type of dopant and (ii) the extrinsic semiconductor so formed.

(b) Calculate the electron concentration in the extrinsic semiconductor. *2*

SECTION C

22. (a) (i) Derive an expression for the resistivity of a conductor in terms of number density of free electrons and relaxation time.

(ii) The figure shows the plot of current through a cross-section of wire over two different time intervals. Compare the charges (Q_1 and Q_2) that pass through the cross-section during these time intervals. *3*



OR

(b) (i) A battery of emf E and internal resistance r is connected to a variable external resistance R.

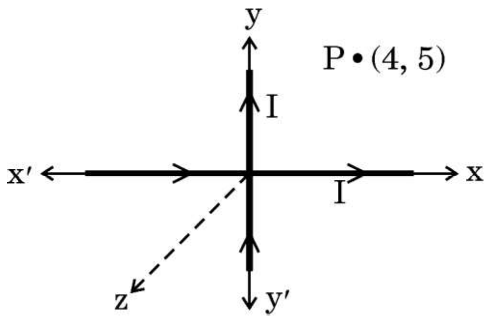
(I) Obtain the expression for current I in the circuit and the value of maximum current the battery can supply.

(II) Obtain the terminal voltage V across the battery and its maximum possible value.

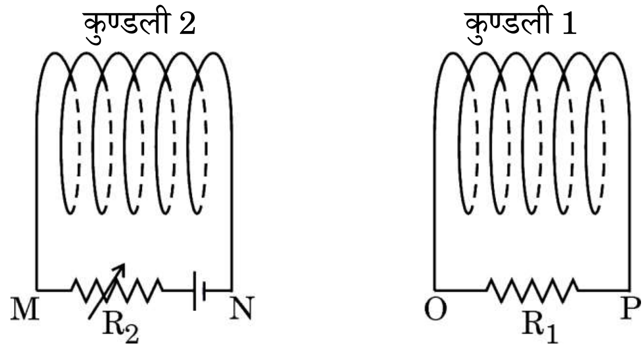
(ii) The above battery sends a current I_1 when $R = R_1$ and a current I_2 when $R = R_2$. Obtain the internal resistance of the battery in terms of I_1, I_2, R_1 and R_2. *3*

23. (क) बायो-सावर्ट नियम का सदिश रूप लिखिए।

(ख) आरेख में दर्शाए अनुसार, दो विद्युतरोधी लंबे सीधे तार, जिनमें प्रत्येक में 2·0 A धारा प्रवाहित हो रही है, xx′ और yy′ अक्ष के अनुदिश रखे हैं। बिन्दु P (4m, 5m) पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा ज्ञात कीजिए। *3*



24. दो कुण्डलियाँ '1' और '2' एक-दूसरे के निकट स्थित हैं जैसा कि आरेख में दर्शाया गया है। अपने उत्तरों की पुष्टि करते हुए निम्नलिखित प्रत्येक परिस्थिति में कुण्डली '1' में प्रेरित धारा की दिशा ज्ञात कीजिए : *3*



(क) कुण्डली '2', कुण्डली '1' की ओर गतिमान है।

(ख) कुण्डली '2', कुण्डली '1' से दूर की ओर गतिमान है।

(ग) दोनों कुण्डलियों को स्थिर रखते हुए कुण्डली '2' से संयोजित प्रतिरोध में वृद्धि की गई है।

25. (क) विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के किन्हीं तीन अभिलक्षणों का उल्लेख कीजिए।

(ख) किसी संधारित्र को आवेशित करते समय विस्थापन धारा का अस्तित्व कैसे और कहाँ होता है, संक्षेप में व्याख्या कीजिए। *3*

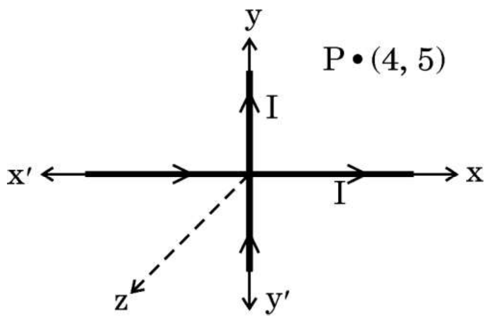
26. द्विझिरी व्यवस्था को प्रारम्भ में पानी से भरी टंकी में रखकर लेज़र प्रकाश का उपयोग करके व्यतिकरण पैटर्न प्राप्त किया गया। जब पानी के स्थान पर टंकी में अपवर्तनांक $n > n_{\text{पानी}}$ का कोई पारदर्शी द्रव भर दिया जाए, तो निम्नलिखित पर क्या प्रभाव होगा ? *3*

(क) लेज़र पुन्ज के प्रकाश की चाल, आवृत्ति और तरंगदैर्ध्य।

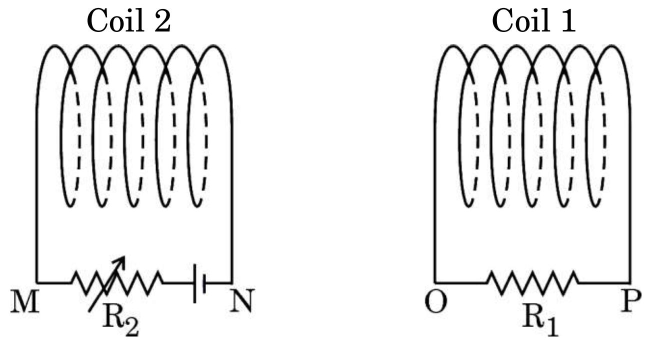
(ख) फ्रिंज चौड़ाई, व्यतिकरण फ्रिंजों की आकृति तथा केन्द्रीय उच्चिष्ठ की स्थिति में विस्थापन।

23. (a) Write vector form of Biot-Savart law.

(b) Two insulated long straight wires, each carrying 2·0 A current are kept along xx' and yy' axis as shown in the figure. Find the magnitude and direction of resultant magnetic field at point P (4m, 5m). *3*



24. Two coils '1' and '2' are placed close to each other as shown in the figure. Find the direction of induced current in coil '1' in each of the following situations, justifying your answers : *3*



(a) Coil '2' is moving towards coil '1'.

(b) Coil '2' is moving away from coil '1'.

(c) The resistance connected with coil '2' is increased keeping both the coils stationary.

25. (a) State any three characteristics of electromagnetic waves.

(b) Briefly explain how and where the displacement current exists during the charging of a capacitor. *3*

26. A double slit set-up was initially placed in a tank filled with water and the interference pattern was obtained using a laser light. When water is replaced by a transparent liquid of refractive index $n > n_{water}$,what will be the effect on the following ? *3*

(a) Speed, frequency and wavelength of the light of laser beam.

(b) The fringe width, shape of interference fringes and shift in the position of central maximum.

27. आइंस्टाइन के प्रकाश-विद्युत समीकरण का उपयोग करते हुए निम्नलिखित प्रेक्षणों की व्याख्या कीजिए : *3*

(क) जब किसी पृष्ठ पर आपतित प्रकाश की आवृत्ति किसी निश्चित निम्नतम मान से कम होती है तो प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन नहीं होता है।

(ख) आपतित प्रकाश की आवृत्ति न कि आपतित प्रकाश की तीव्रता फ़ोटोइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा को प्रभावित करती है।

(ग) आपतित प्रकाश की आवृत्ति (ν) और अंतक वोल्टता (V_0) के बीच वक्र एक सरल रेखा होती है, जिसकी ढाल (प्रवणता) $\frac{h}{e}$ होती है।

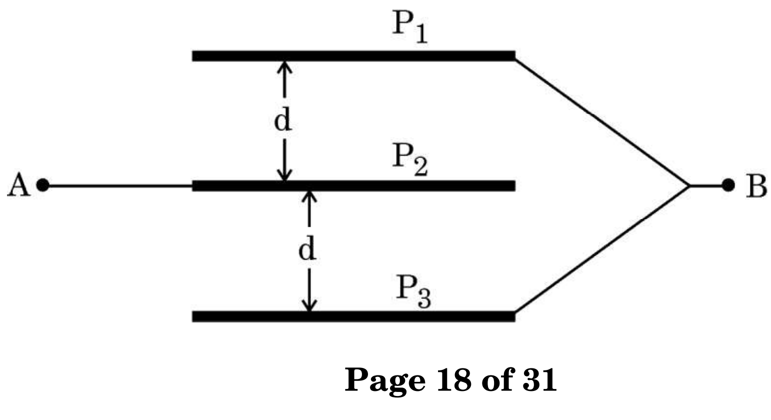
28. (क) p-प्रकार तथा n-प्रकार के अर्धचालकों में बहुसंख्यक और अल्पसंख्यक आवेश वाहक क्या होते हैं ?

(ख) किसी p-n संधि डायोड में विसरण धारा और अपवाह धारा निर्मित होने की संक्षेप में व्याख्या कीजिए। *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. किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र में दो चालक पट्टिकाएँ होती हैं जो सामान्यत: किसी दूरी पर एक-दूसरे के समान्तर रखी होती हैं। जब किसी संधारित्र को आवेशित किया जाता है, तो आवेश पट्टिकाओं के भीतरी पृष्ठों पर स्थित हो जाता है तथा पट्टिकाओं के बीच कोई विद्युत-क्षेत्र स्थापित हो जाता है। इस प्रकार संधारित्र में स्थिर-वैद्युत ऊर्जा संचित होती है। आरेख में तीन धातु की बृहत् वर्गाकार पट्टिकाएँ हैं जिनमें प्रत्येक की भुजा की लम्बाई 'L' है तथा ये एक-दूसरे के समान्तर और समदूरस्थ रखी हैं। P_1 और P_2 तथा P_2 और P_3 के रिक्त स्थान को परावैद्युतांक 'K' की अभ्रक की शीटों से पूर्णरूपेण भर दिया गया है। पट्टिका P_2 को बिन्दु A तथा अन्य पट्टिकाओं P_1 और P_3 को बिन्दु B से संयोजित किया गया है। बिन्दु B के सापेक्ष बिन्दु A के विभव को किसी धनात्मक विभव पर पोषित किया गया है तथा A और B के बीच विभवान्तर V है।



27. Explain the following observations using Einstein's photoelectric equation : *3*

(a) Photoelectric emission does not occur from a surface when the frequency of the light incident on it is less than a certain minimum value.

(b) It is the frequency, and not the intensity of the incident light which affects the maximum kinetic energy of the photoelectrons.

(c) The cut-off voltage (V_0) versus frequency (ν) of the incident light curve is a straight line with a slope $\frac{h}{e}$.

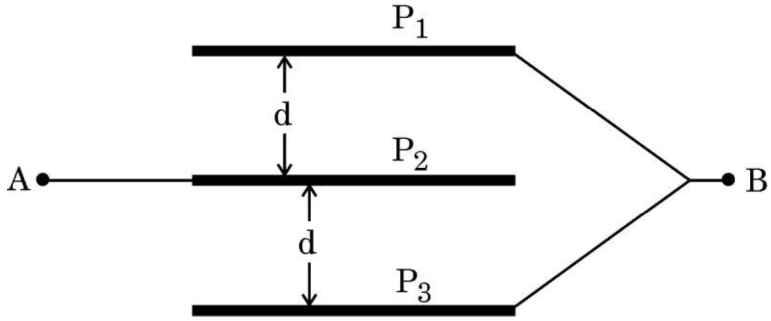
28. (a) What are majority and minority charge carriers of p-type and n-type semiconductors ?

(b) Explain briefly the formation of diffusion current and drift current in a p-n junction diode. *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 parallel plate capacitor consists of two conducting plates kept generally parallel to each other at a distance. When the capacitor is charged, the charge resides on the inner surfaces of the plates and an electric field is set up between them. Thus, electrostatic energy is stored in the capacitor. The figure shows three large square metallic plates, each of side 'L' held parallel and equidistant from each other. The space between P_1 and P_2 and P_2 and P_3 is completely filled with mica sheets of dielectric constant 'K'. The plate P_2 is connected to point A and other plates P_1 and P_3 are connected to point B. Point A is maintained at a positive potential with respect to point B and the potential difference between A and B is V.



(i) A और B के बीच निकाय की धारिता होगी : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 KL^2}{d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 KL^2}{2d}$

(C) $\frac{2\varepsilon_0 KL^2}{d}$ (D) $\frac{2\varepsilon_0 Kd}{L^2}$

(ii) पट्टिका P_1 पर आवेश है : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{2d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{d}$

(C) $\frac{2\varepsilon_0 \, VKL^2}{d}$ (D) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{4d}$

(iii) P_1 और P_2 के बीच के प्रदेश में विद्युत-क्षेत्र है : *1*

(A) $\frac{V}{d}$ (B) $\frac{2V}{d}$

(C) $\frac{V}{2d}$ (D) $\frac{d}{V}$

(iv) (क) इस निकाय के समान धारिता वाले वायु से भरे समान्तर पट्टिका संधारित्र, जिसकी पट्टिकाओं का क्षेत्रफल (L^2) समान है, की पट्टिकाओं के बीच पृथकन होगा : *1*

(A) $\frac{d}{K}$ (B) $\frac{2d}{K}$

(C) $\frac{d}{2K}$ (D) $\frac{d}{4K}$

अथवा

(ख) यदि A और B के बीच अनुप्रयुक्त विभवान्तर के स्रोत को हटाकर इन्हें किसी चालक तार से संयोजित किया जाए, तो इस निकाय पर नेट आवेश होगा : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{4d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{2d}$

(C) $\frac{\varepsilon_0 \, VKL^2}{d}$ (D) शून्य

(i) The capacitance of the system between A and B will be : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 KL^2}{d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 KL^2}{2d}$

(C) $\frac{2\varepsilon_0 KL^2}{d}$ (D) $\frac{2\varepsilon_0 Kd}{L^2}$

(ii) The charge on plate P_1 is : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{2d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{d}$

(C) $\frac{2\varepsilon_0 VKL^2}{d}$ (D) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{4d}$

(iii) The electric field in the region between P_1 and P_2 is : *1*

(A) $\frac{V}{d}$ (B) $\frac{2V}{d}$

(C) $\frac{V}{2d}$ (D) $\frac{d}{V}$

(iv) (a) The separation between the plates of same area (L^2) of a parallel plate air capacitor having capacitance equal to that of this system, will be : *1*

(A) $\frac{d}{K}$ (B) $\frac{2d}{K}$

(C) $\frac{d}{2K}$ (D) $\frac{d}{4K}$

OR

(b) If the source of potential difference applied between A and B is removed, and then A and B are connected by a conducting wire, the net charge on the system will be : *1*

(A) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{4d}$ (B) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{2d}$

(C) $\frac{\varepsilon_0 VKL^2}{d}$ (D) Zero

30. किसी हाइड्रोजन परमाणु में परमाणु के नाभिक पर स्थित प्रोटॉन के चारों ओर त्रिज्या r की वृत्ताकार कक्षा में कोई इलेक्ट्रॉन किसी निश्चित चाल v से परिक्रमा करता है। प्रोटॉन और परिक्रमी इलेक्ट्रॉन के बीच लगने वाला स्थिर-विद्युत आकर्षण बल इलेक्ट्रॉन को कक्षा में परिक्रमण करने के लिए आवश्यक अभिकेन्द्र बल प्रदान करता है। बोर मॉडल के अनुसार, एक इलेक्ट्रॉन निश्चित स्थायी कक्षाओं में ही परिक्रमण कर सकता है। इन कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग $\frac{h}{2\pi}$ का कोई पूर्णांक गुणज होता है, जहाँ h प्लांक स्थिरांक है। साथ ही, जब कोई इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा की कक्षा से निम्न ऊर्जा की कक्षा में संक्रमण करता है, तो कोई फ़ोटॉन उत्सर्जित होता है जिसकी ऊर्जा अंतिम अवस्था से प्रारम्भिक अवस्था की ऊर्जाओं के बीच अन्तर के बराबर होती है। यह मानते हुए कि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान तथा आवेश क्रमश: m और e हैं, निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(i) कक्षा की त्रिज्या (r) तथा भौतिक नियतांक ($K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$) के पदों में इलेक्ट्रॉन की चाल v के लिए व्यंजक है : *1*

(A) $\frac{Ke^2}{mr}$ (B) $\frac{Ke^2}{mr^2}$

(C) $\sqrt{\frac{Ke^2}{mr}}$ (D) $\sqrt{\frac{Ke^2}{mr^2}}$

(ii) r और भौतिक नियतांक K के पदों में परमाणु की कुल ऊर्जा है : *1*

(A) $\frac{Ke^2}{r}$ (B) $-\frac{Ke^2}{2r}$

(C) $\frac{Ke^2}{2r}$ (D) $\frac{3}{2}\frac{Ke^2}{r}$

(iii) किसी परमाणु में जब कोई इलेक्ट्रॉन एक अवस्था से दूसरी अवस्था में संक्रमण करता है, तो 500 nm तरंगदैर्ध्य का कोई फ़ोटॉन उत्सर्जित होता है। तब बोर मॉडल के अनुसार eV में इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा में परिवर्तन तथा इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन क्रमश: होंगे : *1*

(A) 2·48, – 2·48 (B) – 1·24, 1·24

(C) – 2·48, 2·48 (D) 1·24, – 1·24

30. A hydrogen atom consists of an electron revolving in a circular orbit of radius r with certain velocity v around a proton located at the nucleus of the atom. The electrostatic force of attraction between the revolving electron and the proton provides the requisite centripetal force to keep it in the orbit. According to Bohr's model, an electron can revolve only in certain stable orbits. The angular momentum of the electron in these orbits is some integral multiple of $\frac{h}{2\pi}$, where h is the Planck's constant.

Further, when an electron makes a transition from one orbit of higher energy to that of lower energy, a photon is emitted having energy equal to the difference between energies of the initial and final states. Assuming the mass and charge of an electron as m and e respectively, answer the following questions.

(i) The expression for the speed of electron v in terms of radius of the orbit (r) and physical constant ($K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$) is : *1*

(A) $\frac{Ke^2}{mr}$ (B) $\frac{Ke^2}{mr^2}$

(C) $\sqrt{\frac{Ke^2}{mr}}$ (D) $\sqrt{\frac{Ke^2}{mr^2}}$

(ii) The total energy of the atom in terms of r and physical constant K is : *1*

(A) $\frac{Ke^2}{r}$ (B) $-\frac{Ke^2}{2r}$

(C) $\frac{Ke^2}{2r}$ (D) $\frac{3}{2}\frac{Ke^2}{r}$

(iii) A photon of wavelength 500 nm is emitted when an electron makes a transition from one state to the other state in an atom. The change in the total energy of the electron and change in its kinetic energy in eV as per Bohr's model, respectively will be : *1*

(A) 2·48, – 2·48 (B) – 1·24, 1·24

(C) – 2·48, 2·48 (D) 1·24, – 1·24

(iv) (क) हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में इलेक्ट्रॉन की nवीं कक्षा में परिक्रमण की आवृत्ति निम्नलिखित में से किसके आनुपातिक होती है ? *1*

(A) n

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

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

(D) $\frac{1}{n^3}$

अथवा

(ख) हाइड्रोजन परमाणु में कोई इलेक्ट्रॉन – 3·4 eV की अवस्था से निम्नतम अवस्था पर संक्रमण करता है । इसकी कक्षा की त्रिज्या में परिवर्तन होगा : (निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन की कक्षा की त्रिज्या = 0·53 Å) *1*

(A) 0·53 Å

(B) 1·06 Å

(C) 1·59 Å

(D) 2·12 Å

खण्ड ङ

31. (क) (i) दो बिन्दु आवेश + q और – q, x-y तल में (a, 0) तथा (– a, 0) पर रखे हैं। इन आवेशों के कारण बिन्दु (0, y) पर नेट विद्युत-क्षेत्र के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। इस प्रकार किसी दूरस्थ बिन्दु (y >> a) पर विद्युत-क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

(ii) भुजा 0·2 m के किसी समबाहु त्रिभुज के तीन शीर्षों A, B और C पर – 2 nC, – 1 nC और + 5 nC के तीन बिन्दु आवेश स्थित हैं। आवेशों को A से A_1, B से B_1 तथा C से C_1 तक विस्थापित करने में किया गया कुल कार्य ज्ञात कीजिए। यहाँ A_1, B_1 और C_1 क्रमशः भुजा AB, BC और CA के मध्य-बिन्दु हैं। *5*

अथवा

(iv) (a) In Bohr's model of hydrogen atom, the frequency of revolution of electron in its n^{th} orbit is proportional to : *1*

(A) n

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

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

(D) $\frac{1}{n^3}$

OR

(b) An electron makes a transition from – 3·4 eV state to the ground state in hydrogen atom. Its radius of orbit changes by : (radius of orbit of electron in ground state = 0·53 Å) *1*

(A) 0·53 Å

(B) 1·06 Å

(C) 1·59 Å

(D) 2·12 Å

SECTION E

31. (a) (i) Two point charges + q and – q are held at (a, 0) and (– a, 0) in x-y plane. Obtain an expression for the net electric field due to the charges at a point (0, y). Hence, find electric field at a far off point (y >> a).

(ii) Three point charges of – 2 nC, – 1 nC, and + 5 nC are kept at the vertices A, B and C of an equilateral triangle of side 0·2 m. Find the total amount of work done in shifting the charges from A to A_1, B to B_1 and C to C_1. Here A_1, B_1 and C_1 are the midpoints of sides AB, BC and CA, respectively. *5*

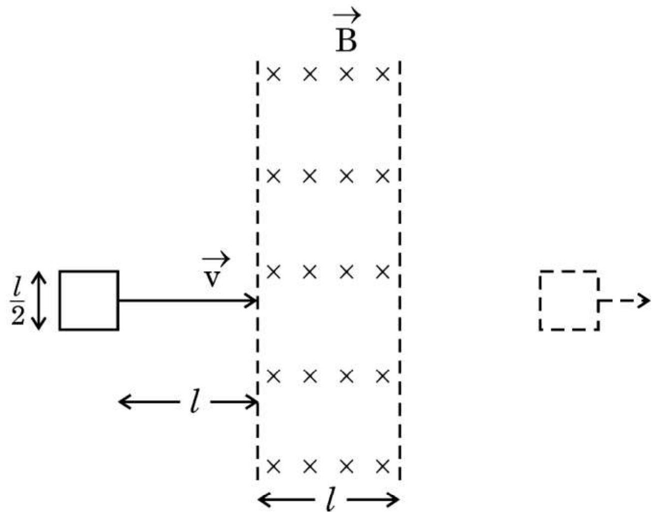
OR

(ख) (i) यह दर्शाइए कि गाउस प्रमेय और कूलॉम नियम संगत (अविरोधी) हैं। इसका उपयोग करके एकसमान आवेशित त्रिज्या r के किसी पतले गोलाकार खोल के कारण खोल के केन्द्र से दूरी y पर किसी बिन्दु पर विद्युत-क्षेत्र के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए जबकि (I) $y > r$, तथा (II) $y < r$ है।

(ii) + 2 nC का कोई बिन्दु आवेश त्रिविमीय निर्देशांक पद्धति के मूल-बिन्दु पर स्थित है। उस आवेश का परिमाण और प्रकार ज्ञात कीजिए जिसे (0, 0, – 6m) पर रखे जाने पर निकाय के कारण (0, 0, 2m) पर विभव शून्य हो जाता है। *5*

32. (क) (i) लेंज़ का नियम लिखिए और व्याख्या कीजिए कि यह नियम किस प्रकार ऊर्जा संरक्षण नियम का कोई परिणाम है।

(ii) भुजा $\frac{l}{2}$ का कोई वर्गाकार पाश आरेख में दर्शाए अनुसार आरम्भ में किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के बाहर है। इस पाश को किसी नियत वेग $\vec{v}$ से दाईं ओर तब तक ले जाया जाता है जब तक यह चुम्बकीय क्षेत्र के प्रदेश से बाहर नहीं हो जाता है।

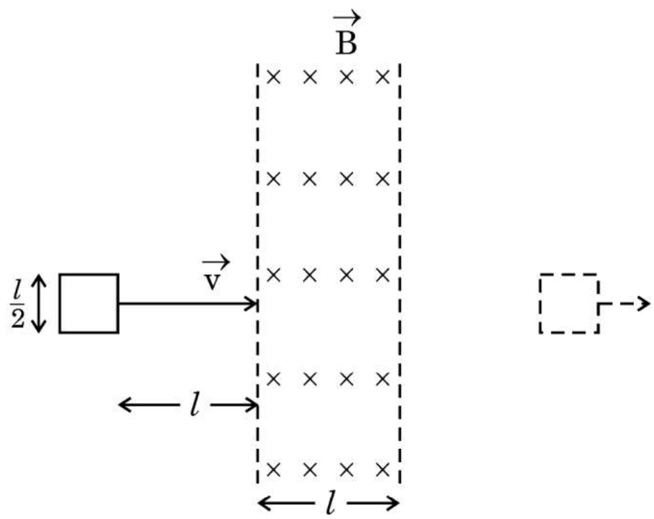


(b) (i) Show that Gauss's theorem is consistent with Coulomb's law. Using it, derive an expression for the electric field due to a uniformly charged thin spherical shell of radius r at a point at a distance y from the centre of the shell such that (I) $y > r$, and (II) $y < r$.

(ii) A point charge of + 2 nC is kept at the origin of a three-dimensional coordinate system. Find the type and magnitude of the charge which should be kept at (0, 0, – 6m) so that the potential due to the system becomes zero at (0, 0, 2m). *5*

32. (a) (i) State Lenz's law and explain how this law is a consequence of conservation of energy principle.

(ii) A square shaped loop of side $\frac{l}{2}$ is initially lying outside a region of uniform magnetic field $\vec{B}$ as shown in the figure. The loop is moved towards right with a constant velocity $\vec{v}$ till it goes out of the region of magnetic field.



(I) पाश के क्षेत्र में प्रवेश करते समय तथा पाश के क्षेत्र से बाहर आने पर इसमें प्रेरित धारा की दिशाएँ क्या होंगी ?

(II) समय t के साथ पाश से संबद्ध चुम्बकीय फ्लक्स ϕ के विचरण तथा समय t के साथ पाश में प्रेरित वि.वा. बल (emf) E के विचरण के ग्राफ़ खींचिए। इन ग्राफ़ों पर E, ϕ तथा t के सुसंगत मान अंकित कीजिए। 5

अथवा

(ख) (i) प्रत्यावर्ती धारा के शिखर मान और वर्ग-माध्य-मूल (rms) मान के बीच विभेदन कीजिए। इनके बीच क्या संबंध है ?

(ii) वि.वा. बल (emf) $V = V_0 \sin 2\pi\nu t$ के किसी ac स्रोत के सिरों से किसी धारा अवयव X को संयोजित किया जाता है। यह पाया जाता है कि कला में वोल्टता धारा से $\frac{\pi}{2}$ रेडियन अग्र है। यदि अवयव X को अवयव Y से प्रतिस्थापित किया जाता है, तो कला में वोल्टता धारा से $\frac{\pi}{2}$ रेडियन पश्च हो जाती है।

(I) फेज़र आरेख खींचकर अवयवों X और Y को पहचानिए।

(II) दोनों अवयवों X और Y को स्रोत से श्रेणी में संयोजित करके अनुनाद की शर्त प्राप्त कीजिए तथा अनुनाद आवृत्ति के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। इस प्रकरण में प्रतिबाधा का मान क्या है ? 5

33. (क) (i) कोई बिम्ब 10 cm फोकस दूरी के किसी पतले उत्तल लेंस से 30 cm दूरी पर स्थित है। यह लेंस परदे पर तीक्ष्ण प्रतिबिम्ब बनाता है। यदि किसी पतले अवतल लेंस को उत्तल लेंस के सम्पर्क में रख दिया जाए, तो परदे पर तीक्ष्ण प्रतिबिम्ब बनता है जब परदे को अपनी आरंभिक स्थिति से 45 cm विस्थापित किया जाता है। अवतल लेंस की फोकस दूरी परिकलित कीजिए।

(ii) किसी समबाहु प्रिज़्म का न्यूनतम विचलन कोण परिकलित कीजिए। प्रिज़्म का अपवर्तनांक $\sqrt{3}$ है। न्यूनतम विचलन के इस प्रकरण के लिए आपतन कोण भी परिकलित कीजिए। 5

अथवा

(I) What will be the directions of induced current when the loop enters the field and when it leaves the field ?

(II) Draw the plots showing the variation of magnetic flux ϕ linked with the loop with time t and variation of induced emf E with time t. Mark the relevant values of E, ϕ and t on the graphs. 5

OR

(b) (i) Differentiate between peak and rms values of alternating current. How are they related ?

(ii) A current element X is connected across an ac source of emf $V = V_0 \sin 2\pi\nu t$. It is found that the voltage leads the current in phase by $\frac{\pi}{2}$ radian. If element X was replaced by element Y, the voltage lags behind the current in phase by $\frac{\pi}{2}$ radian.

(I) Identify elements X and Y by drawing phasor diagrams.

(II) Obtain the condition of resonance when both elements X and Y are connected in series to the source and obtain expression for resonant frequency. What is the impedance value in this case ? 5

33. (a) (i) An object is placed 30 cm from a thin convex lens of focal length 10 cm. The lens forms a sharp image on a screen. If a thin concave lens is placed in contact with the convex lens, the sharp image on the screen is formed when the screen is moved by 45 cm from its initial position. Calculate the focal length of the concave lens.

(ii) Calculate the angle of minimum deviation of an equilateral prism. The refractive index of the prism is $\sqrt{3}$. Calculate the angle of incidence for this case of minimum deviation also. 5

OR

(ख) (i) भौतिकी के शिक्षक महोदय 633 nm तरंगदैर्ध्य के लेज़र पुन्ज का उपयोग करके द्विझिरी प्रयोग की सहायता से व्यतिकरण को प्रदर्शित करना चाहते हैं। चूँकि कक्ष की लम्बाई पर्याप्त है, व्यतिकरण पैटर्न झिरियों से 5·0 m दूरी पर दीवार पर बनता है। सभी छात्रों द्वारा आराम से स्पष्ट देख सकने के लिए वे चाहते हैं कि फ्रिंज चौड़ाई 5 mm हो।

(I) वांछित व्यतिकरण पैटर्न प्राप्त करने के लिए झिरी पृथकन ज्ञात कीजिए।

(II) केन्द्रीय उच्चिष्ठ से प्रथम निम्निष्ठ की दूरी क्या होगी ?

(ii) 650 nm तरंगदैर्ध्य का कोई समान्तर प्रकाश पुन्ज 0·6 mm चौड़ाई की किसी झिरी से गुज़रता है। झिरी से 60 cm दूरी पर स्थित परदे पर विवर्तन पैटर्न प्राप्त होता है। केन्द्रीय उच्चिष्ठ के दोनों ओर के प्रथम कोटि के निम्निष्ठों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए। *5*

(b) (i) A physics teacher wants to demonstrate interference with the help of double slit experiment using a laser beam of 633 nm wavelength. Since the hall is large enough, interference pattern is formed on the wall 5·0 m from the slits. For clear and comfortable view by all the students they want the fringe width 5 mm.

(I) Find the slit separation for obtaining the desired interference pattern.

(II) How far will the first minimum be from the central maximum ?

(ii) A parallel beam of light of wavelength 650 nm passes through a slit of width 0·6 mm. The diffraction pattern is obtained on a screen kept 60 cm away from the slit. Find the distance between first order minima on both sides of the central maximum. *5*

Marking Scheme **Strictly Confidential** **(For Internal and Restricted use only)** **Senior School Certificate Examination, 2025** **SUBJECT NAME PHYSICS (PAPER CODE 55/4/1)**	
<u>General Instructions: -</u>	
1	You are aware that evaluation is the most important process in the actual and correct assessment of the candidates. A small mistake in evaluation may lead to serious problems which may affect the future of the candidates, education system and teaching profession. To avoid mistakes, it is requested that before starting evaluation, you must read and understand the spot evaluation guidelines carefully.
2	**"Evaluation policy is a confidential policy as it is related to the confidentiality of the examinations conducted, Evaluation done and several other aspects. Its' leakage to public in any manner could lead to derailment of the examination system and affect the life and future of millions of candidates. Sharing this policy/document to anyone, publishing in any magazine and printing in News Paper/Website etc may invite action under various rules of the Board and IPC."**
3	Evaluation is to be done as per instructions provided in the Marking Scheme. It should not be done according to one's own interpretation or any other consideration. Marking Scheme should be strictly adhered to and religiously followed. **However, while evaluating, answers which are based on latest information or knowledge and/or are innovative, they may be assessed for their correctness otherwise and due marks be awarded to them. In class-X, while evaluating two competency-based questions, please try to understand given answer and even if reply is not from marking scheme but correct competency is enumerated by the candidate, due marks should be awarded.**
4	The Marking scheme carries only suggested value points for the answers These are in the nature of Guidelines only and do not constitute the complete answer. The students can have their own expression and if the expression is correct, the due marks should be awarded accordingly.
5	The Head-Examiner must go through the first five answer books evaluated by each evaluator on the first day, to ensure that evaluation has been carried out as per the instructions given in the Marking Scheme. If there is any variation, the same should be zero after delibration and discussion. The remaining answer books meant for evaluation shall be given only after ensuring that there is no significant variation in the marking of individual evaluators.
6	Evaluators will mark(√) wherever answer is correct. For wrong answer CROSS 'X" be marked. Evaluators will not put right (✓) while evaluating which gives an impression that answer is correct and no marks are awarded. **This is most common mistake which evaluators are committing.**
7	If a question has parts, please award marks on the right-hand side for each part. Marks awarded for different parts of the question should then be totaled up and written in the left-hand margin and encircled. This may be followed strictly.
8	If a question does not have any parts, marks must be awarded in the left-hand margin and encircled. This may also be followed strictly.
9	If a student has attempted an extra question, answer of the question deserving more marks should be retained and the other answer scored out with a note **"Extra Question"**.
10	No marks to be deducted for the cumulative effect of an error. It should be penalized only once.
11	A full scale of marks ____70______(example 0 to 80/70/60/50/40/30 marks as given in Question Paper) has to be used. Please do not hesitate to award full marks if the answer

	deserves it.
12	Every examiner has to necessarily do evaluation work for full working hours i.e., 8 hours every day and evaluate 20 answer books per day in main subjects and 25 answer books per day in other subjects (Details are given in Spot Guidelines).This is in view of the reduced syllabus and number of questions in question paper.
13	Ensure that you do not make the following common types of errors committed by the Examiner in the past:- ● Leaving answer or part thereof unassessed in an answer book. ● Giving more marks for an answer than assigned to it. ● Wrong totaling of marks awarded on an answer. ● Wrong transfer of marks from the inside pages of the answer book to the title page. ● Wrong question wise totaling on the title page. ● Wrong totaling of marks of the two columns on the title page. ● Wrong grand total. ● Marks in words and figures not tallying/not same. ● Wrong transfer of marks from the answer book to online award list. ● Answers marked as correct, but marks not awarded. (Ensure that the right tick mark is correctly and clearly indicated. It should merely be a line. Same is with the X for incorrect answer.) ● Half or a part of answer marked correct and the rest as wrong, but no marks awarded.
14	While evaluating the answer books if the answer is found to be totally incorrect, it should be marked as cross (X) and awarded zero (0)Marks.
15	Any un assessed portion, non-carrying over of marks to the title page, or totaling error detected by the candidate shall damage the prestige of all the personnel engaged in the evaluation work as also of the Board. Hence, in order to uphold the prestige of all concerned, it is again reiterated that the instructions be followed meticulously and judiciously.
16	The Examiners should acquaint themselves with the guidelines given in the "**Guidelines for spot Evaluation**" before starting the actual evaluation.
17	Every Examiner shall also ensure that all the answers are evaluated, marks carried over to the title page, correctly totaled and written in figures and words.
18	The candidates are entitled to obtain photocopy of the Answer Book on request on payment of the prescribed processing fee. All Examiners/Additional Head Examiners/Head Examiners are once again reminded that they must ensure that evaluation is carried out strictly as per value points for each answer as given in the Marking Scheme.

MARKING SCHEME: PHYSICS(042)			
Code: 55/4/1			
Q.No.	**VALUE POINTS/EXPECTED ANSWERS**	**Marks**	**Total Marks**
	SECTION A		
1.	**(C)** decreases by 4.55×10^{-23} kg	**1**	**1**
2.	**(C)** R^3	**1**	**1**
3.	**(B)** a semicircular path in XY plane	**1**	**1**
4.	**(C)** 60^0	**1**	**1**
5.	**(B)** Sodium Chloride	**1**	**1**
6.	**(A)** $10\sqrt{2}$A	**1**	**1**
7.	**(D)** 3.33×10^{-6} T	**1**	**1**
8.	**(B)** Concave and real	**1**	**1**
9.	**(C)** Photons of light and electrons both exhibit dual nature	**1**	**1**
10.	**(B)** The red beam has more numbers of photons than the blue beam	**1**	**1**
11.	**(A)** Sn	**1**	**1**
12.	**(C)** Concentric horizontal circles around the wire	**1**	**1**
13.	**(A)** Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A)	**1**	**1**
14.	**(A)** Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is the correct explanation of the Assertion (A)	**1**	**1**
15.	**(C)** Assertion (A) is true but Reason (R) is false.	**1**	**1**
16.	**(B)** Both Assertion (A) and Reason (R) are true but reason (R) is not the correct explanation of the Assertion (A)	**1**	**1**
	SECTION-B		
17.	(a) (i) Comparison of brightness of bulbs P and Q with bulb S ½ Justification ½ (ii) Comparison of brightness of bulb S with Q ½ Justification ½ (i) Brightness of the bulb 'S' will be more than bulbs 'P' and 'Q' The current flowing through the bulb 'S' is twice of the current in bulbs 'P' and 'Q'. (ii) Brightness of the bulb 'S' and 'Q' will be same The current flowing through both bulbs is same. **Alternatively-** (i) Brightness of the bulb 'S' will be more than bulbs 'P' and 'Q' The potential difference across 'S' is twice than the potential	 ½ ½ ½ ½	

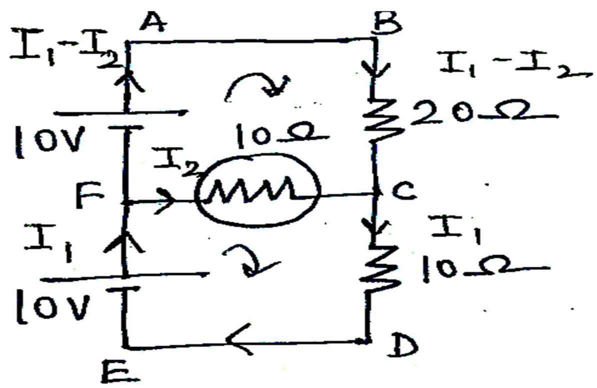
difference across bulbs 'P' and 'Q'

(ii) Brightness of both bulbs 'S' and 'Q' is same.
The potential difference across 'S' and 'Q' will be same.

OR

(b)

Finding the current through the bulb 'B'	2



½

By applying Kirchhoff's loop rule to closed loops ABCFA and FCDEF — ½

$2I_1 - 3I_2 = 1$----(1) — ½

$I_1 + I_2 = 1$-----(2)

On solving,

Current through the bulb,

$I_2 = \frac{1}{5}$ A — ½ — **2**

18.

Finding the angle of diffraction for first secondary maximum.	2

$\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2a}$ — ½

For first secondary maxima n=1

$\theta = \frac{3\lambda}{2a}$ — ½

$\theta = \frac{3 \times 550 \times 10^{-9}}{2 \times 0.55 \times 10^{-3}}$ — ½

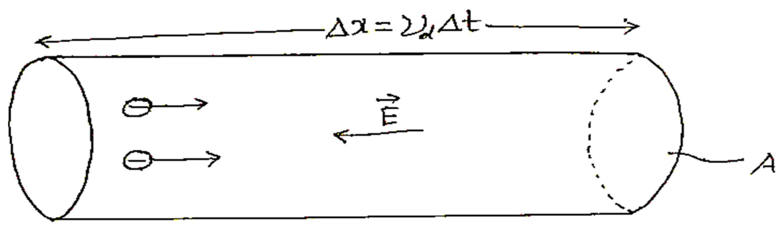
$\theta = 1.5 \times 10^{-3}$ radian $= 0.086$ degree — ½ — **2**

19.

Calculation of radius of curvature	2

$\frac{1}{f} = (n_{21} - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$ — ½

	R_1=R and R_2= -R $\frac{1}{15}$=(1.55-1)$\left[\frac{2}{R}\right]$ R = 16.5 cm	½ ½ ½	2
20.	Calculation of mass of an α -particle in u 2 $1u = \frac{1}{12}$ mass of carbon atom $= \frac{1.9926\times10^{-26}kg}{12} = 1.66\times10^{-27} kg$ mass of an electron=9.1×10^{-31}kg mass of two electrons=$\frac{2\times9.1\times10^{-31}}{1.66\times10^{-27}}$ =0.00109638 u mass of α-particle = mass of the normal helium atom - mass of two electrons =4.0026030 - 0.00109638 =4.00150662 u	½ ½ ½ ½	2
21.	(a) (i) Identifying the type of dopant ½ (ii) Identifying the type of extrinsic semiconductor ½ (b) Calculating the electron concentration 1 (a) (i) Trivalent (ii) p – type semi conductor (b) Electron concentration $n_e = \frac{n_i^2}{n_h}$ $n_e = \frac{(5\times10^8)^2}{8\times10^{12}}$ $n_e = 3.125\times10^4 m^{-3}$	½ ½ ½ ½	2
	SECTION-C		
22.	**(a)** (i) Deriving the expression for resistivity of a conductor 2 (ii) Comparison of charges Q_1 and Q_2 1		



Total charge transported along E is

$$I\Delta t=\frac{e^2A}{m}\tau\, n\Delta tE$$ ½

$$\frac{I}{A}=\frac{ne^2}{m}\tau E$$ ½

$$J=\frac{1}{\rho}E$$ ½

$$\rho=\frac{m}{ne^2\tau}$$ ½

Alternatively-

Current in the conductor-

$$I=neAv_d$$

$$\frac{I}{A}=ne\frac{eE}{m}\tau$$

$$J=\frac{ne^2\tau}{m}E$$

$$J=\frac{1}{\rho}E$$

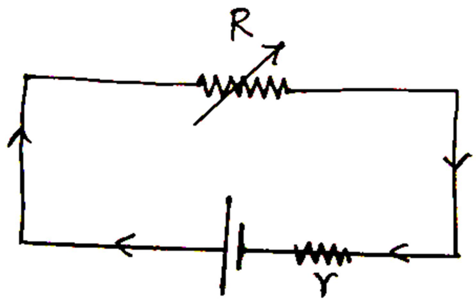
$$\rho=\frac{m}{ne^2\tau}$$

(ii) From given graph

$$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{A_1\,(\text{Area of rectangle})}{A_2\,(\text{Area of triangle})}$$ ½

$$\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{2}{3/2}$$

$$Q_1>Q_2$$ ½

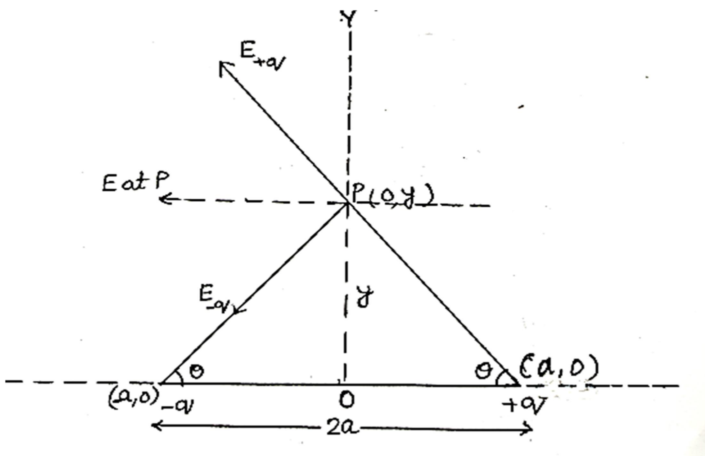
	OR		
	(b)		
	(i) (I) ● Obtaining the expression for current ½ ● Finding value of maximum current ½ (II) Obtaining terminal voltage V and its maximum possible value 1 (ii) Obtaining the internal resistance of the battery 1		
			
	• $V = E - Ir$		
	$IR = E - Ir$		
	$I = \frac{E}{R+r}$	½	
	For maximum value of current R=0		
	$I_{max} = \frac{E}{r}$	½	
	(II) $V = V_+ + V_- - Ir$	½	
	$V = E - Ir$		
	$V_{max} = E$, when I=0	½	
	(ii) $I_1R_1 + I_1r = I_2R_2 + I_2r$	½	
	$r = \frac{I_2R_2 - I_1R_1}{I_1 - I_2}$	½	3
23.	(a) Vector form of Biot – Savart Law 1 (b) Finding , • Magnitude of resultant magnetic field 1½ • Direction of resultant magnetic field ½		
	(a) $d\vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I(\vec{dl} \times \vec{r})}{r^3}$	1	

	(b) As $B = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{a}$ $\therefore$ B_1 = Magnetic field due to current carrying wire along X X' $\vec{B}_1 = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{a} = \frac{2\times2\times10^{-7}}{5} = (8\times10^{-8}\text{ T})(\hat{k})$ B_2 = Magnetic field due to current carrying wire along YY' $\vec{B}_2 = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2I}{a} = \frac{2\times2\times10^{-7}}{4} = 10\times10^{-8}\text{T }(-\hat{k})$ $\vec{B}_{net} = \vec{B}_2 + \vec{B}_1$ $= 2\times10^{-8}T\,(-\hat{k})$ • Direction of resultant magnetic field along –Z axis.	½ ½ ½ ½	3
24.	Finding direction of induced current in coil and justification (a) coil '2' is moving toward coil '1' ½+½ (b) coil '2' is moving away from coil '1' ½+½ (c) Resistance connected with coil '2' is increased keeping both the coils stationary ½+½ (a) Induced current will be clockwise. Due to the direction flow of current in coil 2, the face approaching to coil 1 behaves like south pole. Induced polarity on coil 1 viewed from the side of coil 2 will be south pole (b) Induced current will be Anticlockwise Due to direction of flow of current in coil 2, face going away from coil 1 behaves like south pole. Induced polarity on coil 1 viewed from the side of coil 2, will be north pole. (c) Induced current will be Anticlockwise Till the resistance in coil 2 is increasing, the magnetic flux associated with coil 1 is decreasing. Hence according to Lenz's law current will induce in coil 1, momentarily and after that no induced current in coil	½ ½ ½ ½ ½ ½	3
25.	(a) Three characteristics of electro- magnetic wave **1½** (b) Explanation of displacement current, • how **1** • Where it exists ½ (a) (Any three) • Electromagnetic wave carries energy. • Electromagnetic wave carries momentum. • Electromagnetic wave moves with velocity of light in vacuum. • In electromagnetic wave, electric field vector, magnetic field vector	½ ½ ½	

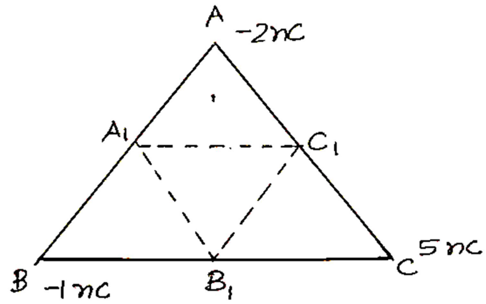
	and direction of propagation, all are mutually perpendicular. • Electromagnetic waves are transverse in nature. • Electromagnetic waves do not require a physical medium to propagate and can travel through a vacuum. • Electromagnetic waves consist of oscillating electric and magnetic fields. (b) • During charging of capacitor, time varying electric field / electric flux between the plates of capacitor induces the displacement current. • Displacement current exists between the plates of capacitor.	1 ½	**3**
26.	Effect on (a) Speed, frequency and wavelength of light 1½ (b) Fringe width, shape of fringes and shift of position of central maximum 1½ (a) • Speed of light will decrease • Frequency remains unaffected • Wavelength decreases (b) • Fringe width decreases • Shapes does not change • Position of central maxima does not change.	½ ½ ½ ½ ½ ½	**3**

27.	Explanation of (a) Photoelectric emission 1 (b) Dependency of maximum kinetic energy on frequency only 1 (c) Explanation of slope of cut off voltage versus frequency graph 1		
	(a) Einstein Photo electric equation $h\nu = h\nu_o + K_{max}$ $K_{max} = h(\nu - \nu_o)$	½	
	For $\nu < \nu_o$, K_{max} will be negative Hence, Photoelectric emission is not possible.	½	
	(b) According to Einstein Photoelectric equation $K_{max} = h(\nu - \nu_o)$	½	
	Hence $K_{max} \propto \nu$ It shows K_{max} depends upon frequency only and not depends upon intensity.	½	
	(c) $eV_o = h\nu - h\nu_o$ $V_o = \frac{h}{e}\nu - \frac{h}{e}\nu_o$	½	
	This equation represents the equation of straight line (y = mx + c) with the slope $\frac{h}{e}$.	½	**3**
28.	(a) Majority and minority charge carriers in p-type and n-type semiconductor 2 (b) Brief explanation for formation of diffusion current and drift current 1		
	(a) In p-type semiconductor		
	Majority charge carriers - holes	½	
	Minority charge carriers - electrons	½	
	In n-type semiconductors		
	Majority charge carriers - electrons	½	
	Minority charge carriers – holes	½	
	(b) Diffusion current – during the formation of p n junction , and due to the concentration gradient across p and n – sides , holes diffuse from p side to n	½	

	side ($p \rightarrow n$) and electrons diffuse from n – side to p – side ($n \rightarrow p$). This motion of charge carriers gives rise to diffusion current across the junction. Drift current –Due to electric field at junction, an electron on p – side of the junction moves to n- side and a hole on n – side of the junction moves to p-side. This motion of charge carriers due to electric field gives drift current.	½	3
	SECTION-D		
29.	(i) (C) $\frac{2\varepsilon_o KL^2}{d}$ (ii) (B) $\frac{\varepsilon_o VKL^2}{d}$ (iii) (A) $\frac{V}{d}$ (iv) (a) (C) $\frac{d}{2K}$ OR (b) (D) Zero	1 1 1 1	4
30.	(i) (C) $\sqrt{\frac{Ke^2}{mr}}$ (ii) (B) $\frac{-Ke^2}{2r}$ (iii) (C) $-2.48, 2.48$ (iv) (a) (D) $\frac{1}{n^3}$ OR (b) (C) $1.59\,\mathring{A}$	1 1 1 1	4

31.	**(a)** (i) Finding electric field at a far off point (y>>a) 3 (ii) Calculation of work done in shifting the charges 2		
		½	
	Magnitude of electric field due to the two charges +q and -q are given by		
	$E_{+q}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_o}\frac{1}{y^2+a^2}$	½	
	$E_{-q}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_o}\frac{1}{y^2+a^2}$	½	
	Components normal to the dipole axis cancel out. The components along the dipole axis add up. The total electric field is opposite to the dipole moment will be given by-		
	$\vec{E}= - (E_{+q}+E_{-q}) \cos\theta\, \hat{p}$	½	
	$= - \frac{2qa}{4\pi\varepsilon_o(y^2+a^2)^{3/2}}\hat{p}$ ($\hat{p}$ is a unit vector along dipole moment)	½	
	At large distance (y>>a)		
	$\vec{E}=\frac{-2qa}{4\pi\varepsilon_o y^3}\hat{p}$	½	

(ii)



Initial electrostatic potential energy of the system

$$U_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\left(\frac{q_A q_B}{AB} + \frac{q_C q_A}{AC} + \frac{q_C q_B}{BC}\right)$$ ½

$$= \frac{9\times10^9}{0.2}\left[(-2\times-1)+(-2\times5)+(-1\times5)\right]\times10^{-18}$$ ½

$U_1 = -5.85\times10^{-7}$ J

$$U_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\left(\frac{q_{A_1} q_{B_1}}{A_1B_1} + \frac{q_{C_1} q_{A_1}}{A_1C_1} + \frac{q_{c_1} q_{B_1}}{B_1C_1}\right)$$ ½

$U_2 = -11.7\times10^{-7}$ J ½

$W = U_2 - U_1 = -5.85\times10^{-7}$ J

OR

(b)

(i)	
• Showing consistency of Gauss's theorem with Coulomb's law	1
• Derivation for electric field due to uniformly charged thin spherical shell at (I) y > r (II) y < r	2
(ii) Finding type and magnitude of charge	2

(i)

- Gauss's theorem is based on the inverse square dependence on distance contained in the coulomb's law. **1**

  Alternatively-

  According to Gauss's theorem

$\oint \vec{E}.d\vec{s} = \frac{q}{\varepsilon_o}$ ½

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q}{r^2}$

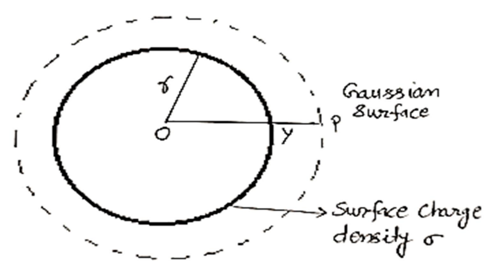
According to Coulomb's law, force on charge q_o in this field

$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{qq_o}{r^2}$ ½

Therefore, Gauss's law is consistent with Coulomb's law

- (I) For y > r

(i)



Electric flux through Gaussian surface $E\times4\pi y^2$

The charge enclosed by the surface $\sigma\times4\pi r^2$

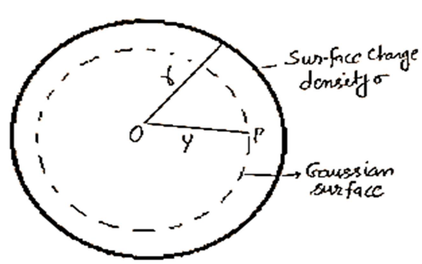
Using Gauss theorem ½

$$E(4\pi y^2) = \frac{\sigma 4\pi r^2}{\varepsilon_o}$$

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 y^2}\hat{r}$$ ½

(II) For y < r

(ii)



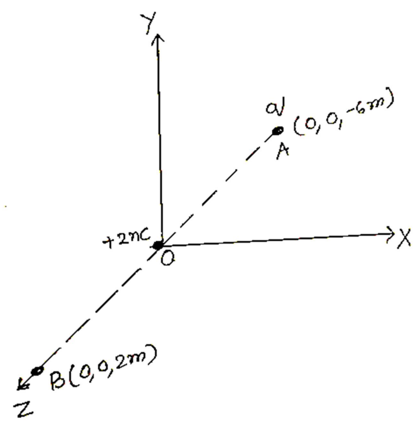
The charge enclosed by Gaussian surface = 0 ½

Using Gauss theorem

Electric flux $= E(4\pi y^2) = 0$

i.e. $E = 0 \quad (y < r)$ ½

(ii)



Let the charge is kept at A be q

Potential at point B due to charge at the origin O and charge (q) at A

$V = V_1 + V_2$ ½

$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{2\times10^{-9}}{2} + \frac{q}{6+2}\right]$ ½

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[10^{-9} + \frac{q}{8}\right] = 0$ ½

$q = -8\times10^{-9} C$ ½ **5**

32. **(a)**

(i)

- Statement of Lenz's law ½
- Explaining, how this law is a consequence of law of conservation of energy ½

(ii)

(I) Direction of induced current when loop enters and loop leaves ½+½

(II) Plots showing variation of

magnetic flux (ϕ) with time (t), 1

induced emf (E) with time (t) and 1

relevant values E, (ϕ) and t on the graph 1

Lenz's law – Polarity of the induced emf is such that it tends to produce a current, which opposes the change in magnetic flux that produces it. ½

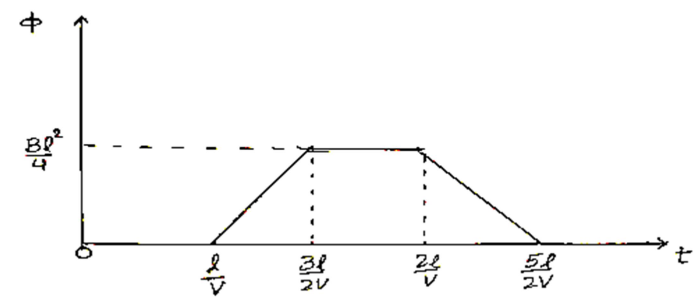
When magnet is moved closer/ away from the loop, same/ opposite pole is developed on the approaching face of the loop. So mechanical work is required to move a magnet which gets converted into electrical energy which is consistent with the law of conservation of energy. ½

(ii)

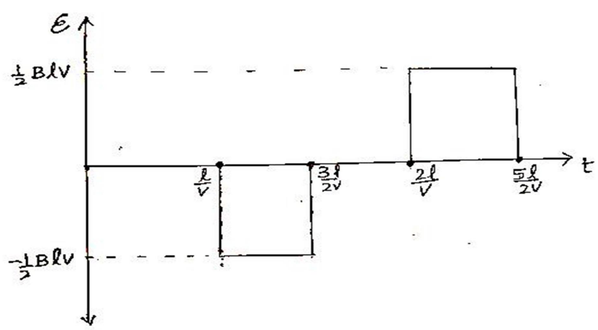
(I)

- Anticlockwise ½
- Clockwise ½

(II)



1½



1½

OR

(b)

(i)

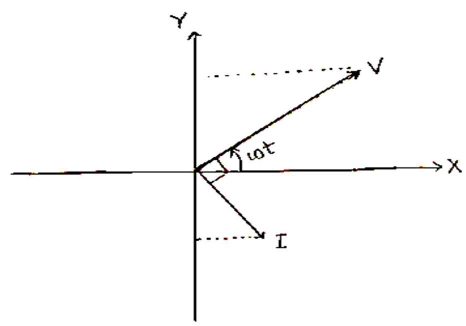
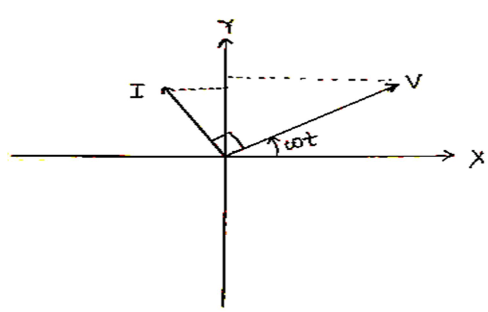
Difference between Peak value and rms value of ac 1

Relation ½

(ii) (I) Identification of elements X and Y by phasor diagram 1

(II) Obtaining

- Resonance condition 1
- Expression for resonant frequency 1
- Impedance value ½

	(i) Peak value - It is the maximum value of Alternating current. rms value – It is the equivalent dc current that would produce the same average power loss as alternating current. **Alternatively-** Peak value - It is the maximum value of Alternating current. rms value- It is the effective value of an ac representing the equivalent dc, that would produce the same heating effect in same resistor in same time period.	1	
	Relation $I_{rms} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$	½	
	(ii) (I) X- Inductor (L)  	½	
	Y- Capacitor (C)  	½	

	(II) Impedance of the circuit $$Z = (X_L - X_C)$$ At resonance $Z = 0$ $$X_L = X_C$$ $$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$ $$\omega^2 = \frac{1}{LC}, \qquad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$ $$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$ Impedance at resonance Z=0	½ ½ ½ ½ ½	5
33.	**(a)** (i) Calculation of focal length of concave lens — 3 (ii) Calculation of • Angle of minimum deviation — 1 • Angle of incidence — 1 For real image form by Convex lens $$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{u_1}$$ $$\frac{1}{10} = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{(-30)}$$ $v_1 = 15\,cm$ For Combination of lenses, let the focal length of combination of lens is f_3 $$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{v_3} - \frac{1}{u_3}$$ $$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{(15+45)} + \frac{1}{30}$$ $f_3 = 20cm$ Let the focal length of concave lens is f_2 $$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$ $$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{20} - \frac{1}{10}$$	½ ½ ½ ½ ½	

	$f_2 = -20cm$	½	
	(ii) Angle of minimum deviation $\mu = \dfrac{\text{Sin}\,\dfrac{(A+\delta_m)}{2}}{\text{Sin}\,\dfrac{A}{2}}$	½	
	$\sqrt{3} = \dfrac{\text{Sin}\,\dfrac{(60^\circ+\delta_m)}{2}}{\text{Sin } 30}$ $\dfrac{\sqrt{3}}{2} = Sin\dfrac{(A+\delta_m)}{2}$ $60^\circ = \dfrac{(A+\delta_m)}{2}$ $\delta_m = 60^o$	½	
	Angle of incidence $i + e = A + \delta$ $2i = A + \delta_m$	½	
	$i = \dfrac{A+\delta_m}{2}$ $i = 60^\circ$	½	
	OR (b) (i) (I) Finding the slit separation 1½ (II) Calculation of distance between central maximum and first minimum 1½ (ii) Calculation of distance between first order minima on both sides of central maxima 2		
	(i) (I) Slit separation $\beta = \dfrac{D\lambda}{d}$	½	

	$d=\frac{D\lambda}{\beta}$ $=\frac{633\times10^{-9}\times5}{5\times10^{-3}}$ $=633\times10^{-6}m$ =633μm (II) Distance of first minimum from central maximum $x_n=\frac{(2n-1)\lambda D}{2d}$ n =1 $x=\frac{633\times10^{-9}\times5}{2\times5\times10^{-3}}$ $x=316.5\times10^{-6}m$ x =316.5μm (ii) Distance between first order minima on both the side $W=\frac{2D\lambda}{d}$ $=\frac{2\times650\times10^{-9}}{0.6\times10^{-3}}\times60\times10^{-2}$ $=1.3\times10^{-3}m$	½ ½ ½ ½ ½ ½ 1 ½	5