Series : WXYZ/S

SET ~ 3

रोल नं.
Roll No.

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code **55/S/3**

परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें।
Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)
PHYSICS (Theory)

*निर्धारित समय : **3** घण्टे* | *अधिकतम अंक : **70***

*Time allowed : **3** hours* | *Maximum Marks : **70***

नोट / NOTE #

(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ **27** हैं।
Please check that this question paper contains **27** printed pages.

(II) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.

(III) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में **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. 20 nC का एक बिन्दु आवेश x-y तल के मूल बिन्दु पर स्थिर है। – 50 nC के दूसरे बिन्दु आवेश को बिन्दु (4 cm, 0) से बिन्दु (0, 5 cm) तक ले जाने में किया गया कार्य है :

(A) 45 μJ (B) – 45 μJ

(C) 90 μJ (D) – 90 μJ

2. हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में, n = 2 कक्षा में इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा होती है :

(A) 1·7 eV (B) 3·4 eV

(C) 6·8 eV (D) 10·2 eV

3. 48 Ω कुण्डली प्रतिरोध का कोई गैल्वेनोमीटर, 2·0 A धारा प्रवाहित होने पर पूर्ण पैमाना विक्षेपण दर्शाता है। इसे (0 – 10 A) परास वाले ऐमीटर में परिवर्तित करने के लिए इसके साथ संयोजित किया जाना चाहिए :

(A) 8 Ω का प्रतिरोध श्रेणी में

(B) 8 Ω का प्रतिरोध पार्श्व में

(C) 12 Ω का प्रतिरोध पार्श्व में

(D) 12 Ω का प्रतिरोध श्रेणी में

4. त्रिज्या R के किसी गोलीय गाउसीय पृष्ठ द्वारा आवेश Q परिबद्ध है। यदि त्रिज्या को दुगुना कर दिया जाए, तो पृष्ठ से गुज़रने वाला कुल विद्युत फ्लक्स :

(A) चार गुना हो जाएगा (B) समान रहेगा

(C) आधा हो जाएगा (D) दुगुना हो जाएगा

5. कोई आयताकार पाश जिसका क्षेत्रफल सदिश $\vec{A} = [\hat{i} + \sqrt{3}\ \hat{j}] \times 10^{-2}\ m^2$ है, को चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B} = [4{\cdot}0t^2 + 2{\cdot}0]\ \hat{i}$ में स्थित किया है, जहाँ B, tesla में है तथा t सेकण्ड में है। t = 1·0 s पर, पाश में प्रेरित विद्युत-वाहक बल (emf) का परिमाण होगा :

(A) 80 mV (B) 0·11 V

(C) 0·22 V (D) 0·8 V

SECTION A

1. A point charge of 20 nC is fixed at the origin of x-y plane. The work done in taking a second point charge of – 50 nC from point (4 cm, 0) to point (0, 5 cm) is :

(A) 45 μJ (B) – 45 μJ

(C) 90 μJ (D) – 90 μJ

2. In Bohr model of the hydrogen atom, the kinetic energy of an electron in n = 2 orbit is :

(A) 1·7 eV (B) 3·4 eV

(C) 6·8 eV (D) 10·2 eV

3. A galvanometer having a coil resistance of 48 Ω shows full-scale deflection for a current of 2·0 A. It can be converted into an ammeter of range (0 – 10 A) by connecting :

(A) in series a resistance of 8 Ω

(B) in parallel a resistance of 8 Ω

(C) in parallel a resistance of 12 Ω

(D) in series a resistance of 12 Ω

4. A charge Q is enclosed by a spherical Gaussian surface of radius R. If the radius is doubled, then the total electric flux through the surface :

(A) becomes four times (B) remains the same

(C) becomes half (D) becomes twice

5. A rectangular loop of area vector $\vec{A} = [\hat{i} + \sqrt{3}\ \hat{j}] \times 10^{-2}\ m^2$ is placed in a magnetic field $\vec{B} = [4{\cdot}0t^2 + 2{\cdot}0]\ \hat{i}$, where B is in tesla and t in seconds. At t = 1·0 s, the magnitude of induced emf in the loop is :

(A) 80 mV (B) 0·11 V

(C) 0·22 V (D) 0·8 V

6. निम्नलिखित में से कौन-सी विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को 'ऊष्मा तरंगों' के रूप में जाना जाता है ?

(A) UV किरणें

(B) IR किरणें

(C) X-किरणें

(D) गामा किरणें

7. किसी ट्रांसफ़ॉर्मर के लिए संबंध $\frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p}$ की व्युत्पत्ति में निम्नलिखित में से किस परिकल्पना का उपयोग किया गया है ?

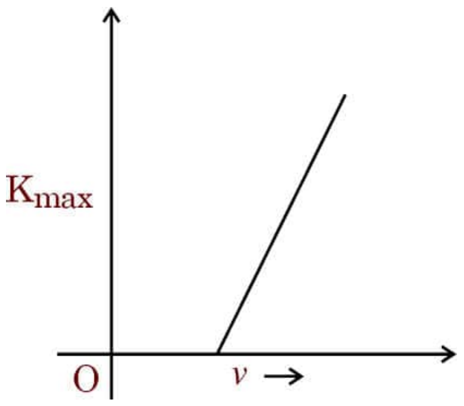
(A) प्राथमिक कुंडली का प्रतिरोध अधिक है।

(B) प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों कुंडलियों से संबद्ध फ्लक्स समान हैं।

(C) द्वितीयक कुंडली का प्रतिरोध अधिक है।

(D) ट्रांसफ़ॉर्मर की दक्षता 100% है।

8. आरेख में किसी प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ पर आपतित विकिरण की आवृत्ति ν को फलन मानकर उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा (K_{max}) के विचरण को दर्शाया गया है। इस वक्र की प्रवणता होती है :



(A) h

(B) $\frac{h}{\nu}$

(C) $\frac{h}{e}$

(D) he

6. Which of the following electromagnetic waves are known as 'heat waves' ?

(A) UV rays

(B) IR rays

(C) X-rays

(D) Gamma rays

7. Which of the following assumptions has been used to obtain the relation $\frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p}$ for a transformer ?

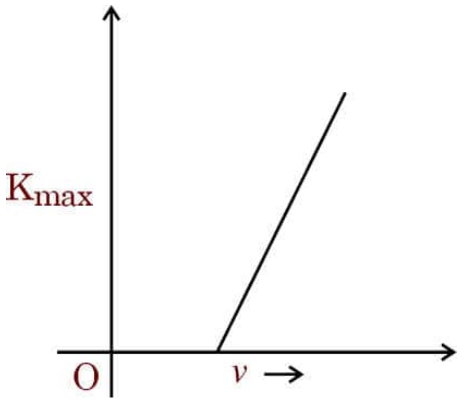
(A) The resistance of the primary coil is large.

(B) The same flux links both the primary and the secondary coils.

(C) The resistance of secondary coil is large.

(D) The transformer is 100% efficient.

8. The figure shows the variation of maximum kinetic energy (K_{max}) of emitted electrons as a function of the frequency v of radiation incident on a photosensitive surface. The slope of the curve is :



(A) h

(B) $\frac{h}{v}$

(C) $\frac{h}{e}$

(D) he

9. एकसमान ऋणावेशित पतले गोलीय खोल के कारण उसके केन्द्र से दूरी r पर उसके बाहर स्थित एक बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र :

(A) $\frac{1}{r}$ के समानुपातिक और बाहर की ओर निर्देशित है

(B) $\frac{1}{r}$ के समानुपातिक और अंदर की ओर निर्देशित है

(C) $\frac{1}{r^2}$ के समानुपातिक और बाहर की ओर निर्देशित है

(D) $\frac{1}{r^2}$ के समानुपातिक और अंदर की ओर निर्देशित है

10. न्यूक्लिऑनों के युग्म की स्थितिज ऊर्जा तब न्यूनतम होती है जब उनके बीच की दूरी होती है लगभग :

(A) $0{\cdot}8 \times 10^{-15}$ m

(B) $0{\cdot}8 \times 10^{-10}$ m

(C) $2{\cdot}0 \times 10^{-13}$ m

(D) $2{\cdot}0 \times 10^{-14}$ m

11. दो लंबे, सीधे, समानांतर चालक समान धारा वहन करते हैं और एक दूसरे को प्रति इकाई लंबाई पर बल F से आकर्षित करते हैं। यदि प्रत्येक चालक में धारा दोगुनी कर दी जाए और उनका पृथक्करण आधा कर दिया जाए, तो प्रति इकाई लंबाई पर बल हो जाता है :

(A) $\frac{F}{2}$ (B) 2F

(C) 4F (D) 8F

12. जब भी कोई चुंबक किसी चालक कुण्डली की ओर अथवा उससे दूर गमन करता है, तो उस कुण्डली में कोई विद्युत-वाहक बल (emf) प्रेरित होता है जिसका परिमाण निम्नलिखित में से किस पर निर्भर ***नहीं*** करता है ?

(A) कुण्डली में फेरों की संख्या

(B) कुण्डली का प्रतिरोध

(C) चुंबक की चाल

(D) कुण्डली का क्षेत्रफल

9. The electric field due to a uniformly and negatively charged thin spherical shell at a point outside the shell at a distance r from its centre is :

(A) proportional to $\frac{1}{r}$ and is directed outward

(B) proportional to $\frac{1}{r}$ and is directed inward

(C) proportional to $\frac{1}{r^2}$ and is directed outward

(D) proportional to $\frac{1}{r^2}$ and is directed inward

10. The potential energy of a pair of nucleons is minimum when they are separated by about :

(A) $0{\cdot}8 \times 10^{-15}$ m

(B) $0{\cdot}8 \times 10^{-10}$ m

(C) $2{\cdot}0 \times 10^{-13}$ m

(D) $2{\cdot}0 \times 10^{-14}$ m

11. Two long, straight, parallel conductors carry the same current and attract each other with a force F per unit length. If the current is doubled in each conductor and their separation is made half, the force per unit length becomes :

(A) $\frac{F}{2}$ (B) 2F

(C) 4F (D) 8F

12. Whenever a magnet is moved either towards or away from a conducting coil, an emf is induced whose magnitude is independent of the :

(A) number of turns in the coil

(B) resistance of the coil

(C) speed with which the magnet is moved

(D) area of the coil

*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) :* एकवर्णी प्रकाश का उपयोग करके प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन की प्रक्रिया में, सभी उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा समान नहीं होती है।

कारण (R) : यदि प्रकाश-सुग्राही पृष्ठ पर आपतन करने वाले विकिरणों में भिन्न-भिन्न तरंगदैर्ध्य हैं, तो विभिन्न तरंगदैर्ध्यों के फ़ोटॉनों को अवशोषित करके उत्सर्जित फ़ोटोइलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा भिन्न-भिन्न होगी।

14. *अभिकथन (A) :* किसी शुद्ध Ge क्रिस्टल के ताप में वृद्धि होने पर इसकी विद्युत चालकता में वृद्धि हो जाती है।

कारण (R) : ऊष्मीय उत्तेजन के द्वारा किसी अर्धचालक में संयोजकता बैंड से चालन बैंड तक उत्तेजित इलेक्ट्रॉनों की संख्या में ताप में वृद्धि के साथ वृद्धि हो जाती है।

15. *अभिकथन (A) :* स्थिरवैद्युत बल, संरक्षी बल है।

कारण (R) : स्थिरवैद्युत क्षेत्र में, दो बिंदुओं के बीच प्रति एकांक धनावेश पर किया गया कार्य चले गए पथ पर निर्भर करता है।

16. *अभिकथन (A) :* किसी उत्तल लेंस से f और 2f के बीच रखे किसी बिंब के प्रतिबिंब को पर्दे पर देखा जा सकता है। यदि पर्दे को हटा दें, तो प्रतिबिंब नहीं बनता है।

कारण (R) : f और 2f के बीच स्थित किसी बिंब के दिए गए किसी बिंदु से निर्गत प्रकाश किरणें, किसी उत्तल लेंस से गुज़रने के बाद, दिक्स्थान में किसी बिंदु पर अभिसरित नहीं होती हैं।

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

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

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

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

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

13. *Assertion (A) :* In process of photoelectric emission using a monochromatic light, all emitted electrons do not have the same kinetic energy.

Reason (R) : If radiation falling on a photosensitive surface consists of different wavelengths, the energy of emitted photoelectrons by absorbing photons of different wavelengths, shall be different.

14. *Assertion (A) :* The electrical conductivity of a pure Ge crystal increases with increase in its temperature.

Reason (R) : The number of electrons excited by thermal excitation from the valence band to the conduction band, in a semiconductor, increases with increase in temperature.

15. *Assertion (A) :* Electrostatic force is a conservative force.

Reason (R) : In an electrostatic field, the work done between two points per unit positive charge depends on the path followed.

16. *Assertion (A) :* The image of an object placed between f and 2f from a convex lens can be seen on a screen. If the screen is removed, image is not formed.

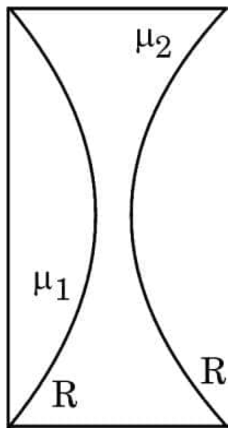
Reason (R) : Rays from a given point on the object placed between f and 2f, after passing through a convex lens, do not converge on a point in space.

खण्ड ख

17. द्रव्यमान m और आवेश e के किसी इलेक्ट्रॉन को, विरामावस्था से विभवान्तर V से होकर त्वरित किया गया है। सिद्ध कीजिए कि त्वरित होने के पश्चात, इलेक्ट्रॉन से संबद्ध दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य $\frac{1}{\sqrt{V}}$ के समानुपाती होता है। *2*

18. परिपथ आरेख की सहायता से, अग्रदिशिक बायस में किसी p-n संधि डायोड का अभिलक्षणिक प्राप्त करने की विधि का वर्णन कीजिए। अभिलक्षणिक की आकृति खींचिए। *2*

19. (क) अपवर्तनांक μ_1 का कोई समतलोत्तल लेंस μ_2 अपवर्तनांक के किसी उभयावतल लेंस के संपर्क में, आरेख में दर्शाए अनुसार समाक्षत: रखा है। सभी वक्रित पृष्ठों (फलकों) की वक्रता त्रिज्या R है। इस संयुक्त लेंस की फोकस दूरी के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। *2*



अथवा

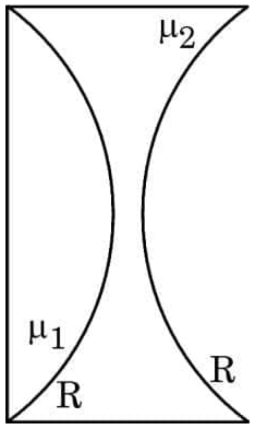
(ख) कोई उत्तल लेंस किसी अवतल दर्पण के बायीं ओर दर्पण से 5f की दूरी पर समाक्षत: स्थित है जहाँ लेंस और दर्पण दोनों की फोकस दूरी f है। उत्तल लेंस के बायीं ओर लेंस से 2f दूरी पर कोई बिंब स्थित है। इस संयोजन द्वारा बिम्ब का प्रतिबिंब बनना दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए। दर्पण से अंतिम प्रतिबिंब की दूरी ज्ञात कीजिए। *2*

SECTION B

17. An electron of mass m and charge e is accelerated from rest through a potential V. Prove that, after acceleration, the de Broglie wavelength associated with the electron is proportional to $\frac{1}{\sqrt{V}}$. *2*

18. With the help of a circuit diagram, describe the method to obtain p-n junction diode characteristic when it is forward biased. Draw the shape of the characteristic. *2*

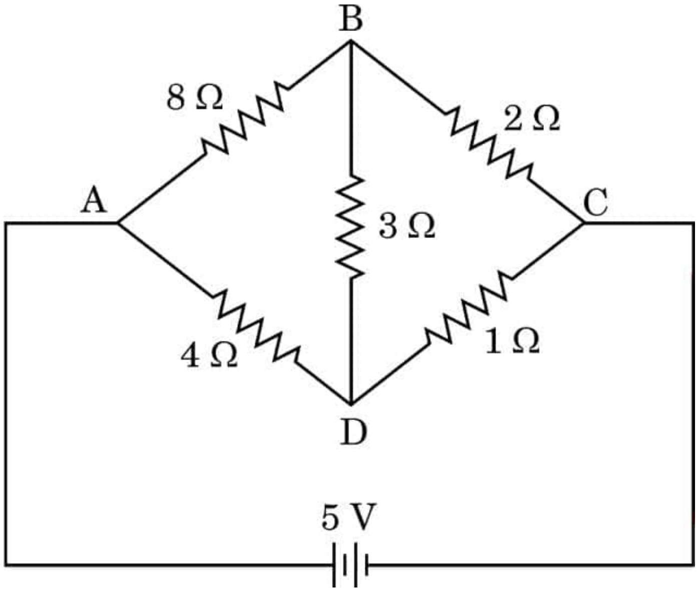
19. (a) A plano-convex lens of refractive index μ_1 is placed coaxially in contact with a biconcave lens of refractive index μ_2 as shown in the figure. All curved faces are of radius of curvature R each. Obtain the expression for the focal length of the combined lens. *2*



OR

(b) A convex lens is kept coaxially on the left side of a concave mirror at a distance of 5f from it where f is focal length of each of them. An object is kept at a distance of 2f on the left side of the convex lens. Draw the ray diagram showing the formation of the image by the combination. Find the distance of the final image from the mirror. *2*

20. आरेख में 5 V विद्युत-वाहक बल (emf) और $\frac{2}{3}$ Ω आंतरिक प्रतिरोध की किसी बैटरी से संयोजित प्रतिरोधकों का नेटवर्क दर्शाया गया है। बैटरी द्वारा आपूर्ति की जाने वाली धारा ज्ञात कीजिए। *2*



21. 520 nm तरंगदैर्ध्य वाले प्रकाश के साथ यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में, फ्रिंज की चौड़ाई 0·52 mm है। यदि संपूर्ण उपकरण को पानी (अपवर्तनांक = $\frac{4}{3}$) में डुबो दिया जाए, तो फ्रिंज की चौड़ाई क्या होगी? *2*

खण्ड ग

22. विद्युत क्षेत्र को परिभाषित कीजिए। इसका SI मात्रक लिखिए। एक बिन्दु आवेश q = 25 μC, x-y तल में बिन्दु (0, 0) पर स्थित है। (i) बिन्दु (3 cm, 4 cm) पर विद्युत क्षेत्र का परिमाण, तथा (ii) क्षेत्र द्वारा x-अक्ष से बनाया गया कोण ज्ञात कीजिए। *3*

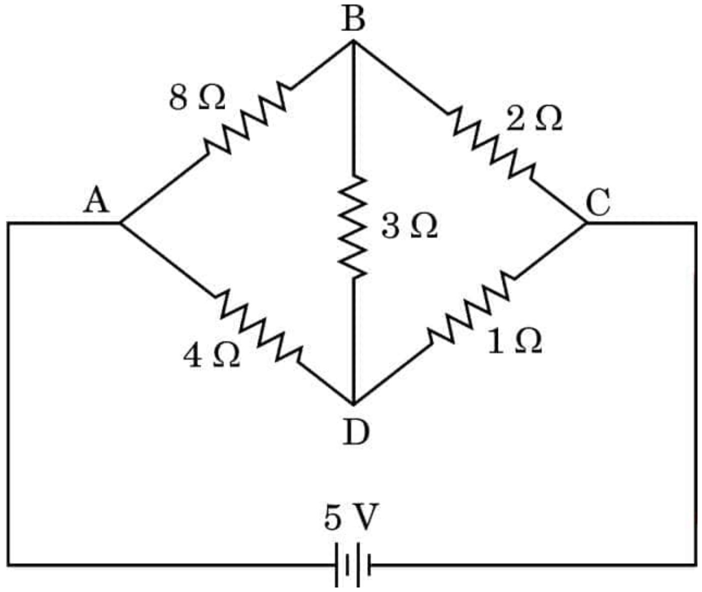
23. (क) 20 μF का कोई संधारित्र 220 V, $\frac{125}{\pi}$ Hz के किसी ac स्रोत से संयोजित है।

(i) परिपथ में धारिता प्रतिघात तथा धारा का शिखर मान ज्ञात कीजिए।

(ii) यदि ac स्रोत की आवृत्ति को दुगुना कर दिया जाए, तो धारिता प्रतिघात और धारा में क्या परिवर्तन होगा? *3*

अथवा

20. The figure shows a network of resistors connected across a battery. Find the current supplied by the battery of emf 5 V and internal resistance $\frac{2}{3}$ Ω. *2*



21. In a Young's double-slit experiment with light of wavelength 520 nm, the fringe width is 0·52 mm. What will be the fringe width if the entire apparatus is immersed in water (refractive index $\frac{4}{3}$) ? *2*

SECTION C

22. Define electric field. Write its SI unit. A point charge q = 25 μC is located at the point (0, 0) in x-y plane. Find (i) the magnitude of electric field at point (3 cm , 4 cm), and (ii) the angle the field makes with the x-axis. *3*

23. (a) A 20 μF capacitor is connected to a 220 V, $\frac{125}{\pi}$ Hz ac source.

(i) Find the capacitive reactance and the peak value of current in the circuit.

(ii) If the frequency of the ac source is doubled, by what factor will the capacitive reactance and the current be changed ? *3*

OR

(ख) $4{\cdot}5 \times 10^{-4}$ T के चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत् $3{\cdot}2 \times 10^{7}$ m/s की चाल से कोई इलेक्ट्रॉन (द्रव्यमान 9×10^{-31} kg तथा आवेश $1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C) किसी वृत्ताकार पथ पर गतिमान है।

परिकलित कीजिए : *3*

(i) इसके वृत्ताकार पथ की त्रिज्या,

(ii) इसकी घूर्णन की आवृत्ति, तथा

(iii) इसकी ऊर्जा।

24. नाभिक की बंधन ऊर्जा (BE) को परिभाषित कीजिए । द्रव्यमान संख्या A = 240 तथा $\frac{BE}{A} = 7{\cdot}6$ MeV का कोई अस्थायी नाभिक दो भागों में विखण्डित होता है, जिनमें प्रत्येक भाग का A = 120 तथा $\frac{BE}{A} = 8{\cdot}5$ MeV है। मुक्त ऊर्जा परिकलित कीजिए। *3*

25. विद्युत फ्लक्स की परिभाषा लिखिए। क्या यह राशि अदिश है अथवा सदिश ?

कोई बिन्दु आवेश q, भुजा d के किसी वर्ग के केन्द्र से सीधे ऊपर $\frac{d}{2}$ दूरी पर रखा है। गाउस नियम का उपयोग करके इस वर्ग से गुज़रने वाले विद्युत फ्लक्स के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

अब यदि इस बिंदु आवेश को वर्ग के केन्द्र से सीधे ऊपर 'd' दूरी के किसी बिंदु पर ले जाएँ तथा वर्ग की भुजा को दुगुना कर दें, तो व्याख्या कीजिए कि वर्ग से गुज़रने वाले विद्युत फ्लक्स पर क्या प्रभाव होगा। *3*

26. ताप-नाभिकीय संलयन क्या है ?

नीचे दी गयी संलयन अभिक्रिया में निर्मुक्त ऊर्जा की गणना MeV में कीजिए :

$${}_{1}^{2}H + {}_{1}^{3}H \longrightarrow {}_{2}^{4}He + n$$

दिया गया : $m({}_{1}^{2}H) = 2{\cdot}014102$ u, $m({}_{1}^{3}H) = 3{\cdot}016049$ u, $m({}_{2}^{4}He) = 4{\cdot}002603$ u,

$m_n = 1{\cdot}008665$ u, 1 u = 930 MeV/c^2 *3*

27. दो सेलों को धनात्मक टर्मिनलों को एक साथ जोड़कर तथा ऋणात्मक टर्मिनलों को एक साथ जोड़कर, समांतर क्रम में जोड़ा जाता है। संयोजन के समतुल्य 'वि.वा.ब.' (emf) तथा समतुल्य आंतरिक प्रतिरोध के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। *3*

(b) An electron (mass 9×10^{-31} kg and charge $1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C) is moving in a circle with a speed of $3{\cdot}2 \times 10^{7}$ m/s in a magnetic field of $4{\cdot}5 \times 10^{-4}$ T perpendicular to it.

Calculate : *3*

(i) the radius of the circular path,

(ii) its frequency of rotation, and

(iii) its energy.

24. Define binding energy (BE) of a nucleus. An unstable nucleus has mass number A = 240 and $\frac{BE}{A} = 7{\cdot}6$ MeV. It splits in two fragments, each of A = 120 with $\frac{BE}{A} = 8{\cdot}5$ MeV. Calculate the energy released. *3*

25. Define electric flux. Is it a scalar or a vector quantity ?

A point charge q is kept at a distance of $\frac{d}{2}$ directly above the centre of a square of side d. Use Gauss' law to obtain the expression for the electric flux through the square.

If the point charge is now moved to a point at a distance 'd' from the centre of the square and the side of the square is doubled, explain how the electric flux through the square will be affected. *3*

26. What is thermonuclear fusion ?

Calculate the energy released in MeV in the fusion reaction given below :

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + n$$

Given : $m({}^{2}_{1}H) = 2{\cdot}014102$ u, $m({}^{3}_{1}H) = 3{\cdot}016049$ u, $m({}^{4}_{2}He) = 4{\cdot}002603$ u,

$m_n = 1{\cdot}008665$ u, 1 u = 930 MeV/c^2 *3*

27. Two cells are connected in parallel by connecting their positive terminals together and connecting their negative terminals together. Derive expression for the equivalent emf and the equivalent internal resistance of the combination. *3*

28. 0·4 A धारा ले जाने वाले तार का एक आयताकार लूप (1 cm × 5 cm) एक चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B} = (0{\cdot}03\,\hat{i} + 0{\cdot}04\,\hat{k})$ T में इस प्रकार रखा गया है कि लूप के तल के लम्बवत बाह्य इकाई सदिश $[0{\cdot}60\,\hat{i} - 0{\cdot}80\,\hat{j}]$ है। गणना कीजिए : *3*

(a) लूप का चुंबकीय आघूर्ण $\vec{m}$, और

(b) लूप पर कार्य करने वाला आघूर्ण (टॉर्क) $\vec{\tau}$

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. ठोस पदार्थों के बैंड सिद्धान्त के अनुसार, किसी अर्धचालक में संयोजकता बैंड तथा चालन बैंड होते हैं। इनके बीच के अंतराल को ऊर्जा बैंड अंतराल कहते हैं। शुद्ध अर्धचालक नैज अर्धचालक कहलाते हैं। कमरे के ताप पर, संयोजकता बैंड में कुछ इलेक्ट्रॉन इतनी ऊर्जा अर्जित कर लेते हैं कि ऊर्जा अंतराल को पार करके चालन बैंड में पहुँच सकते हैं। नैज अर्धचालकों में चालन इलेक्ट्रॉनों की संख्या होलों की संख्या के समान होती है। शुद्ध अर्धचालकों में उपयुक्त अपद्रव्य के अपमिश्रण से आवेश वाहकों की संख्या परिवर्तित की जा सकती है। ऐसे अर्धचालकों को अपद्रव्यी अर्धचालक कहते हैं। ये दो प्रकार (n-प्रकार और p-प्रकार) के होते हैं।

p-n संधि बहुत सी अर्धचालक युक्तियों की मूल इकाई है। किसी p-n संधि के निर्माण के समय दो महत्त्वपूर्ण प्रक्रियाएँ होती हैं : विसरण तथा अपवाह। p-n संधि में एक 'ह्रासी स्तर' बन जाता है जो संधि विभव रोधक हेतु उत्तरदायी है। अर्धचालक डायोड मूल रूप से एक p-n संधि होता है जिसके सिरों पर धात्विक संपर्क जुड़े होते हैं ताकि इस संधि पर कोई बाह्य वोल्टता अनुप्रयुक्त की जा सके। किसी डायोड को अग्रदिशिक-बायसित या पश्चदिशिक-बायसित कर सकते हैं। बायस की प्रकृति के अनुसार किसी p-n संधि में रोधिका ऊँचाई तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई में परिवर्तन होता है।

(i) (क) निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही ***नहीं*** है ? *1*

(A) नैज अर्धचालक का प्रतिरोध ताप में वृद्धि होने पर घटता है।

(B) शुद्ध Si का त्रिसंयोजी अशुद्धियों से मादन करने पर p-प्रकार का अर्धचालक मिलता है।

(C) n-प्रकार के अर्धचालकों में बहुसंख्यक आवेश वाहक होल होते हैं।

(D) p-n संधि अर्धचालक डायोड की भाँति कार्य कर सकती है।

अथवा

28. A rectangular loop (1 cm × 5 cm) of wire carrying current of 0·4 A is placed in a magnetic field $\vec{B} = (0{\cdot}03\,\hat{i} + 0{\cdot}04\,\hat{k})$ T such that the outward unit vector normal to the plane of the loop is $(0{\cdot}60\,\hat{i} - 0{\cdot}80\,\hat{j})$. Calculate : *3*

(a) the magnetic moment $\vec{m}$ of the loop, and

(b) the torque $\vec{\tau}$ acting on the loop.

SECTION D

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

29. According to the band theory of solids, a semiconductor has a valence band and a conduction band separated by a gap, known as energy band gap. Pure semiconductors are called intrinsic semiconductors. At room temperature, some electrons from the valence band can acquire enough energy to cross the band gap and enter the conduction band. The number of conduction electrons is equal to the number of holes is an intrinsic semiconductor. The number of charge carriers can be changed by doping of a suitable impurity in a pure semiconductor. Such semiconductors are known as extrinsic semiconductors. These are of two types (n-type and p-type).

A p-n junction is the basic building block of semiconductor devices. Two important processes occur during formation of a p-n junction : diffusion and drift. A 'depletion layer' is formed in a p-n junction. This is responsible for a junction potential barrier. A semiconductor diode is basically a p-n junction with metallic contacts provided at the ends for the application of an external voltage. A diode can be forward-biased or reverse-biased. The barrier height and the depletion layer width in a p-n junction changes depending on the nature of the biasing.

(i) (a) Which of the following statements is ***not*** true ? *1*

(A) The resistance of an intrinsic semiconductor decreases with the increase of temperature.

(B) Doping pure Si with trivalent impurities gives p-type semiconductors.

(C) The majority charge carriers in n-type semiconductors are holes.

(D) A p-n junction can act as a semiconductor diode.

OR

(ख) किसी अबायसित p-n संधि में : *1*

(A) विसरण धारा हर जगह शून्य होती है।

(B) अपवाह धारा हर जगह शून्य होती है।

(C) विद्युत विभव हर जगह शून्य होता है।

(D) अपवाह धारा तथा विसरण धारा एक दूसरे को निरस्त कर देती हैं।

(ii) n-प्रकार के अर्धचालक में परिवर्तन करने के लिए शुद्ध Ge का मादन करने के लिए कौन-सा अशुद्धि परमाणु चाहिए ? *1*

(A) बोरॉन (B) फ़ॉस्फोरस

(C) ऐलुमिनियम (D) इंडियम

(iii) Ge में 0 K पर ऊर्जा बैंड अंतराल होता है लगभग : *1*

(A) 0·72 eV (B) 1·1 eV

(C) 3·0 eV (D) 5·4 eV

(iv) किसी पश्चदिशिक बायस में p-n संधि डायोड में, रोधिका ऊँचाई : *1*

(A) कम हो जाती है तथा ह्रासी स्तर की मोटाई घट जाती है।

(B) कम हो जाती है तथा ह्रासी स्तर की मोटाई बढ़ जाती है।

(C) बढ़ जाती है तथा ह्रासी स्तर की मोटाई भी बढ़ जाती है।

(D) बढ़ जाती है तथा ह्रासी स्तर की मोटाई घट जाती है।

30. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी एक ऐसा प्रकाशिक यंत्र है जिसका उपयोग किसी सूक्ष्म बिंब के अत्यधिक आवर्धित प्रतिबिंब का प्रेक्षण करने के लिए किया जाता है। इसमें दो उत्तल लेंस होते हैं। बिंब के सबसे निकट के लेंस को अभिदृश्यक कहते हैं तथा नेत्र के निकट के लेंस को नेत्रिका कहते हैं। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता m को $m = m_o m_e$ द्वारा व्यक्त किया जाता है, जहाँ m_o अभिदृश्यक लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन तथा m_e नेत्रिका लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन है। सूक्ष्मदर्शी से अंतिम प्रतिबिंब किसी निकट बिंदु पर अथवा अनन्त पर (सामान्य समायोजन में) बनता है। इसी के आधार पर m_e के लिए व्यंजक व्युत्पन्न किया जाता है।

(b) In a unbiased p-n junction : *1*

(A) the diffusion current is zero everywhere.

(B) the drift current is zero everywhere.

(C) the electric potential is zero everywhere.

(D) the drift current and the diffusion current cancel each other.

(ii) The impurity atoms with which pure Ge should be doped to convert it into an n-type semiconductor, is : *1*

(A) Boron (B) Phosphorous

(C) Aluminium (D) Indium

(iii) The energy band gap in Ge at 0 K is about : *1*

(A) 0·72 eV (B) 1·1 eV

(C) 3·0 eV (D) 5·4 eV

(iv) In a p-n junction diode under reverse bias, the barrier height : *1*

(A) is reduced and the depletion layer width decreases.

(B) is reduced and the depletion layer width increases.

(C) increases and the depletion layer width also increases.

(D) increases and the depletion layer width decreases.

30. A compound microscope is an optical instrument used for observing highly magnified images of tiny objects. It consists of two convex lenses. The lens near the object is called the objective and the lens near the eye is called the eyepiece. The magnifying power of a compound microscope is given by $m = m_o m_e$, where m_o is the magnification produced by objective lens and m_e is the magnification produced by eyepiece. The expression for m_e depends on whether the final image is formed at the near point or at infinity (normal adjustment).

(i) (क) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी $f_o = 2{\cdot}0$ cm तथा नेत्रिका की फोकस दूरी $f_e = 6{\cdot}25$ cm है। अभिदृश्यक और नेत्रिका के बीच पृथकन 15 cm है। अभिदृश्यक से कोई बिम्ब कितनी दूर रखें जिससे अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने ? *1*

(A) 3·45 cm (B) 5 cm

(C) 1·29 cm (D) 2·59 cm

अथवा

(ख) 25 cm के सामान्य निकट बिंदु का कोई व्यक्ति ऐसे संयुक्त सूक्ष्मदर्शी, जिसका अभिदृश्यक 0·8 cm फोकस दूरी तथा नेत्रिका 2·5 cm फोकस दूरी का है, का उपयोग करके अभिदृश्यक से 0·9 cm दूरी पर रखे किसी बिंब को सुस्पष्ट फ़ोकसित कर लेता है। यदि अभिदृश्यक द्वारा बनाया प्रतिबिंब नेत्रिका से 2·27 cm दूरी पर है, तो दोनों लेंसों के बीच पृथकन है : *1*

(A) 7·47 cm (B) 8·47 cm

(C) 9·47 cm (D) 10·47 cm

(ii) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में 2 cm फोकस दूरी का अभिदृश्यक लेंस तथा 10 cm फोकस दूरी का नेत्रिका लेंस है। अभिदृश्यक से नेत्रिका की दूरी 20 cm है। यदि अंतिम प्रतिबिंब अनन्त पर बने, तो सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता ज्ञात कीजिए। *1*

(A) 7 (B) 10

(C) 14 (D) 16

(iii) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में बना मध्यवर्ती प्रतिबिंब (intermediate image) होता है : *1*

(A) वास्तविक, उल्टा तथा आवर्धित

(B) वास्तविक, सीधा तथा आवर्धित

(C) आभासी, सीधा तथा आवर्धित

(D) आभासी, उल्टा तथा आवर्धित

(i) (a) A compound microscope consists of an objective lens of focal length $f_o = 2{\cdot}0$ cm and an eyepiece of focal length $f_e = 6{\cdot}25$ cm separated by a distance of 15 cm. How far should an object be placed from the objective so that the final image is formed at infinity ? *1*

(A) 3·45 cm (B) 5 cm

(C) 1·29 cm (D) 2·59 cm

OR

(b) A person with normal near point 25 cm, using a compound microscope with an objective of focal length 0·8 cm and eyepiece of focal length 2·5 cm can bring an object placed at 0·9 cm from the objective in sharp focus. If the image formed by the objective is at a distance of 2·27 cm from the eyepiece, the separation between the lenses is : *1*

(A) 7·47 cm (B) 8·47 cm

(C) 9·47 cm (D) 10·47 cm

(ii) A compound microscope consists of an objective of focal length 2 cm and an eyepiece of focal length 10 cm. The eyepiece is kept 20 cm away from the objective. Find the magnifying power of the microscope if the final image is formed at infinity. *1*

(A) 7 (B) 10

(C) 14 (D) 16

(iii) The intermediate image formed in a compound microscope is : *1*

(A) real, inverted and magnified

(B) real, erect and magnified

(C) virtual, erect and magnified

(D) virtual, inverted and magnified

(iv) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक तथा नेत्रिका की फोकस दूरी क्रमश: f_o तथा f_e हैं। सामान्य समायोजन (normal adjustment) में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है ? *1*

(A) बिंब अभिदृश्यक से f_o से कम दूरी पर स्थित है।

(B) बिंब अभिदृश्यक से f_o से अधिक और $2f_o$ से कम दूरी पर स्थित है।

(C) मध्यवर्ती प्रतिबिंब, नेत्रिका से f_e से थोड़ी ही अधिक दूरी पर बनता है।

(D) मध्यवर्ती प्रतिबिंब, नेत्रिका से $2f_e$ दूरी पर बनता है।

खण्ड ङ

31. (क) (i) धारिता C की किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र A को विभव 'V' तक किसी बैटरी से आवेशित किया गया। बैटरी को विसंयोजित करके संधारित्र के सिरों से किसी सर्वसम अनावेशित संधारित्र B को संयोजित कर दिया गया। संधारित्र A के लिए निम्नलिखित के नए मान परिकलित कीजिए :

(I) आवेश

(II) विभवान्तर

(III) संचित ऊर्जा

अपने उत्तरों की पुष्टि कीजिए।

(ii) (I) किसी धनावेशित चालक गोले, तथा

(II) किसी विद्युत द्विध्रुव

के कारण उत्पन्न विद्युत-क्षेत्र रेखाओं का पैटर्न खींचिए। *5*

अथवा

(ख) (i) स्थिरवैद्युतिकी में कूलॉम नियम सदिश रूप में लिखिए। इस नियम का उपयोग करके बिन्दु आवेशों के निकाय के कारण किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र निर्धारित कीजिए।

(ii) ABC कोई समबाहु त्रिभुज है जिसकी भुजा की लम्बाई l है। इसके बिन्दु B और C पर $+2\ \mu C$ के दो बिन्दु आवेश स्थित हैं। भुजा BC के मध्य-बिन्दु M पर रखे जाने वाले बिंदु आवेश q का चिह्न तथा परिमाण ज्ञात कीजिए ताकि बिन्दु A पर नेट विद्युत क्षेत्र शून्य हो जाए। *5*

(iv) The focal lengths of the objective and the eyepiece of a compound microscope are f_o and f_e respectively. Which of the following statements is correct, in normal adjustment ? *1*

(A) The object is at a distance less than f_o from the objective.

(B) The object is at a distance more than f_o and less than $2f_o$ from the objective.

(C) The intermediate image is formed at a distance slightly more than f_e from the eyepiece.

(D) The intermediate image is formed at $2f_e$ from the eyepiece.

SECTION E

31. (a) (i) A parallel plate capacitor A of capacitance C is charged by a battery to a potential 'V'. The battery is disconnected and an uncharged identical capacitor B is connected across it. Calculate for the capacitor A the new value of the :

(I) charge

(II) potential difference

(III) energy stored

Justify your answers.

(ii) Draw the pattern of electric field lines due to :

(I) positively charged conducting sphere, and

(II) an electric dipole. *5*

OR

(b) (i) Write Coulomb's law of electrostatics in vector form. Apply it to determine the electric field at a point due to a system of point charges.

(ii) ABC is an equilateral triangle of side l. Two point charges +2 μC each, are located at points B and C. Find the sign and magnitude of the point charge q to be kept at the midpoint M of the side BC, so that the net electric field at point A becomes zero. *5*

32. (क) अपवर्तनांक n के किसी त्रिभुजाकार काँच के प्रिज़्म के किसी एक फलक पर कोई प्रकाश किरण आपतन करके प्रिज़्म के सम्मुख फलक से अपवर्तित होकर निर्गत होती है। प्रिज़्म कोण और अल्पतम विचलन कोण के पदों में काँच के प्रिज़्म के अपवर्तनांक के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सम्मुख पृष्ठ पर प्रकाश का अपवर्तन हो सकने के लिए n पर शर्त लिखिए। 5

अथवा

(ख) हाइगेंस के सिद्धान्त का उल्लेख कीजिए। इसका उपयोग करके कोई आरेख खींचकर उस प्रकरण पर चर्चा कीजिए, जिसमें किसी विरल माध्यम से सघन माध्यम में दोनों माध्यमों के समतल अन्तराफलक पर कोई समतल तरंग अपवर्तन करता है। इस प्रकार स्नेल का नियम व्युत्पन्न कीजिए। 5

33. (क) (i) $V = V_m \sin \omega t$ के किसी ac स्रोत से L, C तथा R के किसी श्रेणी संयोजन को संयोजित किया गया है। प्राप्त कीजिए :

(I) फेज़र आरेख का उपयोग करके परिपथ की प्रतिबाधा,

(II) तात्क्षणिक धारा I के लिए व्यंजक, तथा

(III) अनुप्रयुक्त वोल्टता से धारा की कला का संबंध।

(ii) ac परिपथ के शक्ति गुणक की परिभाषा लिखिए। उन शर्तों का उल्लेख कीजिए जिनमें यह :

(I) अधिकतम,

(II) निम्नतम होता है। 5

अथवा

(ख) (i) यह सत्यापित कीजिए कि आदर्श प्रेरक वाले ac परिपथ में वोल्टता धारा से कला में $\frac{\pi}{2}$ रेडियन अग्र होती है।

(ii) स्वप्रेरकत्व 12 mH और 24 mH के दो प्रेरकों से समय के साथ धारा में वृद्धि की दर समान है। नीचे दिए गए विचरणों को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए :

(I) प्रत्येक प्रेरक में धारा में परिवर्तन की दर के साथ प्रेरित विद्युत-वाहक बल (emf) का परिमाण।

(II) प्रवाहित धारा के साथ प्रत्येक प्रेरक में संचित ऊर्जा। 5

32. (a) A ray of light is incident on one face of a triangular glass prism of refractive index n and is refracted out from the opposite face. Deduce the expression for refractive index of glass prism in terms of the angle of minimum deviation and angle of the prism. Write the condition on n for refraction to take place on the opposite face. *5*

OR

(b) State Huygens principle. Using it, draw a diagram and discuss the case of refraction of plane wave of light from a rarer medium to a denser medium at their plane interface. Hence derive Snell's law. *5*

33. (a) (i) A series combination of L, C and R is connected to an ac source $V = V_m \sin \omega t$. Obtain :

(I) the impedance of the circuit using phasor diagram,

(II) the expression for the instantaneous current I, and

(III) the phase relationship of current to the applied voltage.

(ii) Define power factor of an ac circuit. State the conditions under which it is :

(I) maximum,

(II) minimum. *5*

OR

(b) (i) Prove that the voltage is ahead of the current in phase by $\frac{\pi}{2}$ rad in an ac circuit containing an ideal inductor.

(ii) The currents through two inductors of self-inductance 12 mH and 24 mH are increasing with time at the same rate. Draw graphs showing the variation of the :

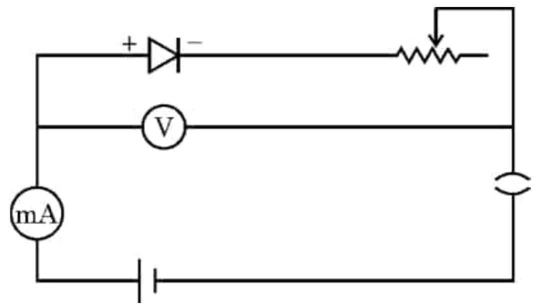
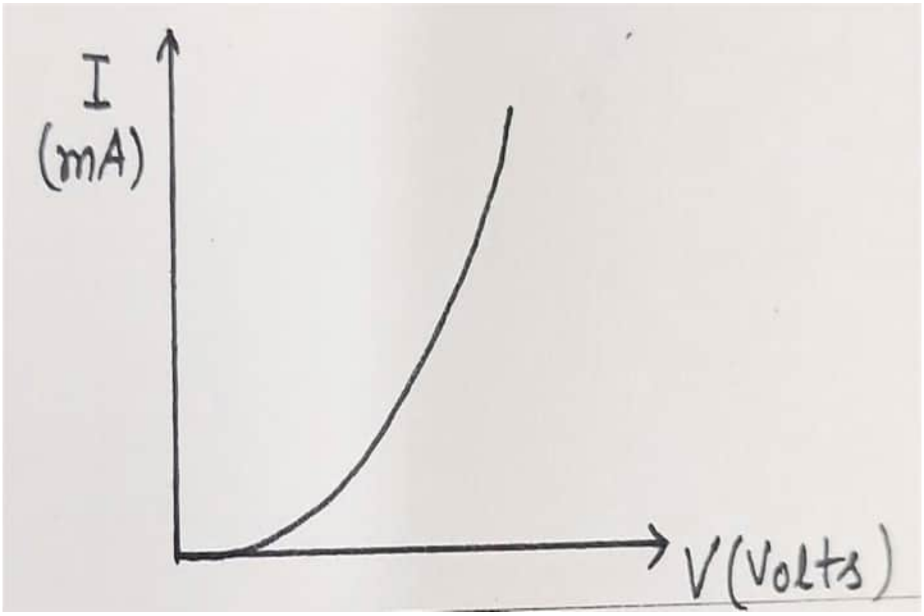
(I) magnitude of emf induced with the rate of change of current in each inductor.

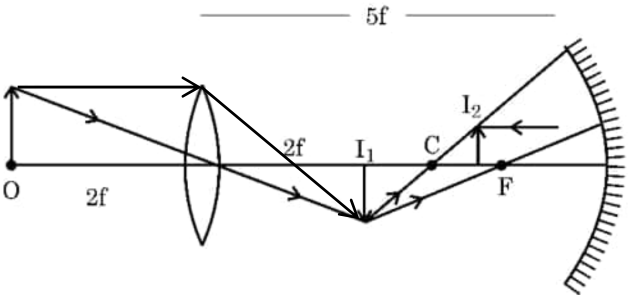
(II) energy stored in each inductor with the current flowing through it. *5*

Marking Scheme Strictly Confidential (For Internal and Restricted use only) Senior School Certificate Examination, 2025 SUBJECT NAME PHYSICS [PAPER CODE 55/S/3]	
General Instructions: -	
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 0-70 (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/S/3			
Q. No.	**VALUE POINTS/EXPECTED ANSWERS**	**Marks**	**Total Marks**
	SECTION A		
1.	(A) 45 μJ	1	1
2.	(B) 3.4 eV	1	1
3.	(C) In parallel a resistance of 12 Ω	1	1
4.	(B) Remains the same	1	1
5.	(A) 80 mV	1	1
6.	(B) IR rays	1	1
7.	(B) The same flux links both the primary and secondary coils	1	1
8.	(A) h	1	1
9.	(D) Proportional to $\frac{1}{r^2}$ and is directed inward	1	1
10.	(A) 0.8×10^{-15} m	1	1
11.	(D) 8 F	1	1
12.	(B) the resistance of the coil	1	1
13.	(B) Both Assertion (A)and Reason (R)are true ,but Reason (R) is not the correct explanation of the Assertion (A).	1	1
14.	(A) Both Assertion (A) and Reason (R) are true and Reason (R) is correct explanation of Assertion (A).	1	1
15.	(C) Assertion (A) is true, but reason (R) is false	1	1
16.	(D) Both Assertion (A) and Reason (R) are false.	1	1
	SECTION B		
17.	Proving that $\lambda \alpha \frac{1}{\sqrt{V}}$ 2 Momentum and kinetic energy are related as $p = \sqrt{2mK}$ $p = \sqrt{2meV}$ De Broglie wavelength $\lambda = \frac{h}{p}$ $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$	1 ½	

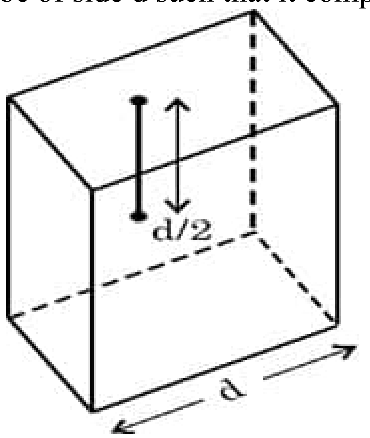
	$\lambda \alpha \frac{1}{\sqrt{V}}$	½	2
18.	• Circuit diagram for characteristics of a p-n junction diode 1 • Describing the method to obtain p-n junction diode characteristics ½ • Drawing the shape of characteristics ½ •  • A very small current flows till the applied voltage reaches the barrier potential in the forward bias p-n junction diode. Diode current increases significantly when applied voltage becomes greater than barrier potential. • 	1 ½ ½	2
19.	(a) Expression for the focal length of combined lens 2 $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$		

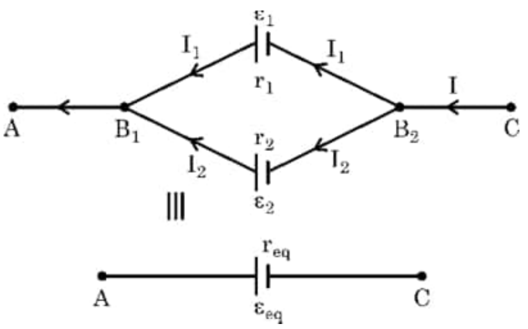
	For plano convex lens		
	$\frac{1}{f_1} = (\mu_1 - 1)\left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{-R}\right)$	½	
	$\frac{1}{f_1} = \frac{(\mu_1 - 1)}{R}$		
	For concave lens		
	$\frac{1}{f_2} = (\mu_2 - 1)\left(\frac{1}{-R} - \frac{1}{R}\right)$	½	
	$\frac{1}{f_2} = -2\frac{(\mu_2 - 1)}{R}$		
	$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$	½	
	$f = \frac{R}{\mu_1 - 2\mu_2 + 1}$	½	
	OR		
	(b) • Ray diagram 1 • Calculation of distance of final image from the mirror 1		
		1	
	$u = -3f$		
	$\frac{1}{\upsilon} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$	½	
	$\frac{-1}{f} = \frac{-1}{3f} + \frac{1}{\upsilon}$	½	
	$\upsilon = -\frac{3}{2}f$		2
20.	Finding the current supplied by the battery 2		

	$\frac{R_{AB}}{R_{BC}} = \frac{R_{AD}}{R_{DC}} = \frac{4}{1}$ The bridge is balanced. Resistance of the circuit between points A and C. $\frac{1}{R} = \frac{1}{(8+2)} + \frac{1}{(4+1)}$ $R = \frac{10}{3}\Omega$ $I = \frac{E}{R+r}$ $I = \frac{5}{\frac{10}{3}+\frac{2}{3}}$ $I = 1.25\,A$	½ ½ ½ ½	2
21.	Finding new fringe width when entire apparatus is immersed in water. 2 $\beta = \frac{D\lambda}{d}$ $\frac{\beta'}{\beta} = \frac{\lambda'}{\lambda}$ $= \frac{\upsilon/v}{c/v} = \frac{1}{n}$ $\beta' = \frac{\beta}{n}$ $\beta' = \frac{0.52}{4/3}$ $= 0.39$ mm Alternative: $\beta' = \frac{\beta}{n}$ $= \frac{0.52}{4/3}$ $= 0.39$ mm	½ ½ ½ ½ 1 ½ ½	2
	SECTION C		
22.	Defining electric field 1 Writing SI unit of electric field ½ Finding (i) magnitude of electric field 1 (ii) angle the field makes with x-axis ½		

	• Electric field: Electric field due to a point charge in space may be defined as the force that a unit positive charge would experience if placed at that point. • SI unit of electric field is NC^{-1} or Vm^{-1} (i) $\left\|\vec{E}\right\| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$ $= 9\times10^9 \times \frac{25\times10^{-6}}{\left(5\times10^{-2}\right)^2}$ $\left\|\vec{E}\right\| = 9\times10^7\ NC^{-1}$ (ii) $\tan\theta = \frac{4}{3}$ $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ $\approx 53^0$	1 ½ ½ ½ ½	3
23.	(a) i. Finding capacitive reactance and Peak value of current 1+1 ii. Finding change in capacitive reactance and current ½ + ½ (i) $X_c = \frac{1}{2\pi vC}$ $= \frac{1}{2\pi \times \frac{125}{\pi} \times 20 \times 10^{-6}}$ $= 200\ \Omega$ $I_0 = \frac{V_0}{X_C}$ $= \frac{220 \times 1.414}{200}$ $= 1.6$ A or $1.1\sqrt{2}$ A (ii) X_c becomes half Current becomes double. OR Calculating (i) Radius of the circular path 1 (ii) Frequency of rotation 1 (iii) Energy 1	½ ½ ½ ½ ½ ½	

	(i) $r = \frac{mv}{qB}$ $= \frac{9 \times 10^{-31} \times 3.2 \times 10^{7}}{1.6 \times 10^{-19} \times 4.5 \times 10^{-4}}$ $= 0.4\ m$ (ii) $v = \frac{\nu}{2\pi r}$ $= \frac{3.2 \times 10^{7}}{2\pi \times 0.4}$ $= \frac{4}{\pi} \times 10^{7}\ Hz$ (iii) $E = \frac{1}{2} mv^2$ $= \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times 3.2 \times 3.2 \times 10^{14}$ $= 4.608 \times 10^{-16}\ J$	½ ½ ½ ½ ½ ½	3
24.	• Defining binding energy 1 • Calculating energy released 2 Binding energy : Energy released in bringing all the nucleons of a nucleus together to form a nucleus. Alternatively – Energy required to separate the nucleons from the nucleus. Binding Energy of X, $B.E_X = 240 \times 7.6$ $= 1824$ MeV Binding Energy of Y, $B.E_Y = 120 \times 8.5 = 1020$ MeV Energy released $E = 2(B.E_Y) - (B.E_X)$ $= (2 \times 1020) - 1824$ $= 216$ MeV	1 ½ ½ ½ ½	3
25.	• Defining electric flux ½ • Stating scalar or vector quantity ½ • Obtaining expression for the electric flux through the square 1 • Effect on electric flux through the square 1		

	Electric flux : The electric flux may be defined as the number of electric lines of force crossing through a surface normal to the surface. $\phi = \oint \vec{E}.d\vec{s}$ Electric flux is a scalar quantity. Draw a cube of side d such that it completely encloses the charge q.  Total flux through the cube, $\phi_E = \frac{q_{en}}{\varepsilon_0}$ Flux through one face (square) $= \frac{q_{en}}{6\varepsilon_0}$ If a charge is now moved to the point of a distance d from the center of square and side of the square is doubled, then electric flux through square remains unchanged because electric flux through a closed surface depends only on the amount of charge contained inside the closed surface and is independent of the size of the Gaussian surface.	½ ½ ½ ½ 1	3
26.	Defining thermonuclear fusion. 1 Calculating energy released in fusion reaction. 2 Thermonuclear fusion: When two light nuclei fuse to form a larger nucleus, energy is released Mass defect $\Delta m = \left[m\left({}^2_1H\right) + m\left({}^3_1H\right)\right] - \left[m\left({}^4_2He\right) + m_n\right]$ = (2.014102 + 3.016049) – (4.002603 + 1.008665) $\Delta m =$ 0.018883 u Energy released E= Δm ×930 MeV = 0.018883 ×930 = 17.56 MeV	1 ½ ½ ½ ½	3
27.	Derivation of equivalent emf and equivalent internal resistance of parallel combination of cells. 3		

		½	
	$I = I_1 + I_2$ (1)		
	For the first cell,		
	$V = V(B_1) - V(B_2) = \varepsilon_1 - I_1 r_1$ (2)	½	
	For the second cell,		
	$V = V(B_1) - V(B_2) = \varepsilon_2 - I_2 r_2$ (3)	½	
	Combining equations (1), (2) and (3)	½	
	$I = \frac{\varepsilon_1 - V}{r_1} + \frac{\varepsilon_2 - V}{r_2}$		
	$= \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2}\right) - V\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$		
	$V = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} - I\left(\frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}\right)$	½	
	$\varepsilon_{eq} = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}$		
	$r_{eq} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$	½	3
28.	Calculating (a) The magnetic moment $\vec{m}$ of the loop 1 ½ (b) the torque $\vec{\tau}$ acting on the loop 1 ½		
	(a) $\vec{m} = I\vec{A} = I\,\lvert\vec{A}\rvert\,\hat{n}$	½	
	$= 0.25\ A \times (4 \times 5 \times 10^{-4}\ m^2)\ [0.8\hat{i} - 0.6\hat{j}]$	½	
	$= 5 \times 10^{-4}\ (0.8\hat{i} - 0.6\hat{j})\ A\ m^2$	½	
	(b) $\vec{t} = \vec{m} \times \vec{B}$	½	
	$= 5 \times 10^{-4}(0.8\hat{i} - 0.6\hat{j}) \times (0.2\hat{j} + 0.5\hat{k})\ N\ m$	½	
	$= 5 \times 10^{-4}(0.16\hat{k} - 0.4\hat{j} - 0.3\hat{i})\ N\ m$		
	$= 5 \times 10^{-4}(-0.3\hat{i} - 0.4\hat{j} + 0.16\hat{k})\ N\ m$	½	3

	SECTION D		
29.	(i) (a) (C) Majority charge carrier is n type semiconductors are holes. OR (b) (D) The drift current and the diffusion current cancel each other. (ii) (B) Phosphorus (iii) (A) 0.72 eV (iv) (C) Increases and the depletion layer width also increases.	1 1 1 1	 4
30.	(i) (a) (D) 2.59 cm OR (b) (C) 9.47 cm (ii) (B) 10 (iii) (A) Real inverted and magnified. iv) (B) The object is at a distance more than f_0 and less than 2 f_0 from the objective	1 1 1 1	 4
	SECTION E		
31.	(a) (i) Calculating the new value for the capacitor with justification (I) Charge ½ + ½ (II) Potential Difference ½ + ½ (III) Energy stored ½ + ½ (ii) Drawing the pattern of electric field lines for (I) Positively charged conducting sphere 1 (II) An electric dipole 1 (i) (I) Charge will become half Charge will flow from capacitors A (high potential) to capacitor B (low potential) till they achieve equilibrium. Alternatively $q_A = \text{cv} \qquad q_B = 0$ $V_{common} = \frac{q_A + q_B}{c_A + c_B} = \frac{\text{cv}}{2\text{c}} = \frac{\text{v}}{2}$ $q_A' = \text{cv}_{common} = \frac{\text{cv}}{2} = \frac{q_A}{2}$ (II) Potential difference will become half. $V_{common} = \frac{q_A + q_B}{c_A + c_B} = \frac{\text{cv} + 0}{2\text{c}} = \frac{\text{v}}{2}$ (III) Energy stored will becomes one fourth	 ½ ½ ½ ½ ½	

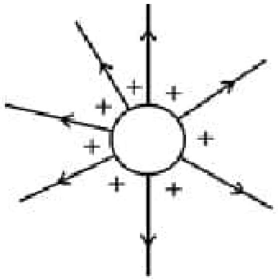
$$U_A = \frac{1}{2}CV^2$$

$$U_A' = \frac{1}{2}CV_{common}^2$$

$$= \frac{1}{2}C\left(\frac{V}{2}\right)^2$$

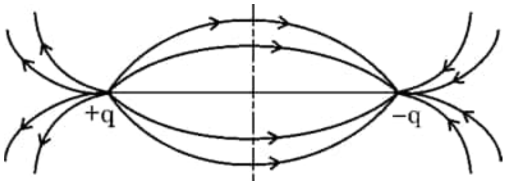
$$= \frac{U_A}{4}$$ ½

(ii)
(I)



1

(II)



1

OR

(b)

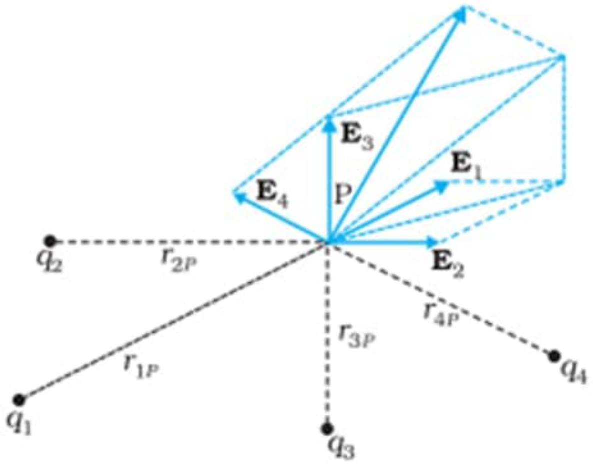
(i) Writing coulomb's law in vector form	1
Determining the electric field due to a system of point charges	2
(ii) Finding sign and magnitude of q	2

(i) $\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{21}^2}\hat{r}_{21}$ 1

Alternative: $\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$

OR $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$

For determining electric field due to a system of point charges



½

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1p}^2}\hat{r}_{1p}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2p}^2}\hat{r}_{2p}$$

½

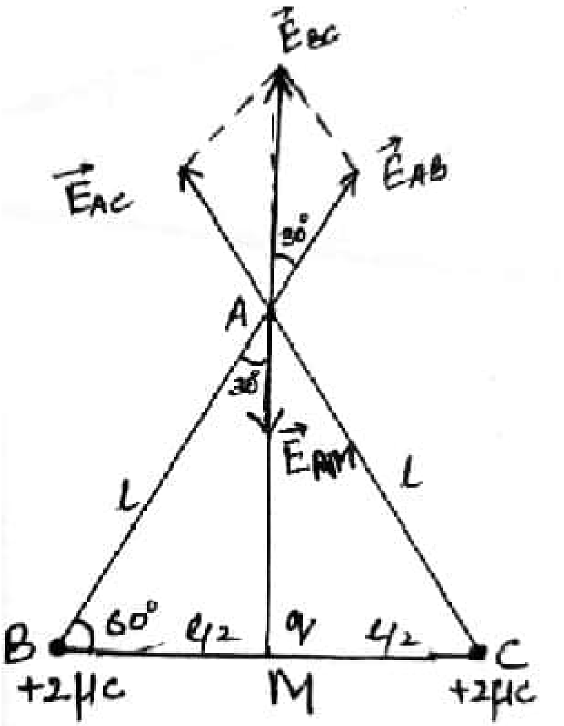
and so on

By superposition principle

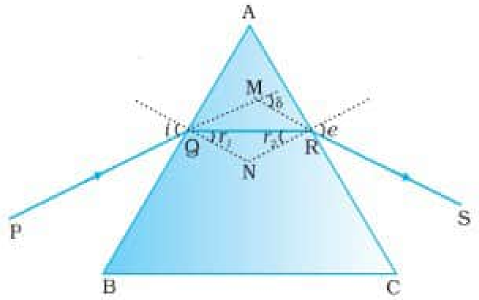
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + ... + \vec{E}_n$$ ½

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_{ip}^2}\hat{r}_{ip}$$ ½

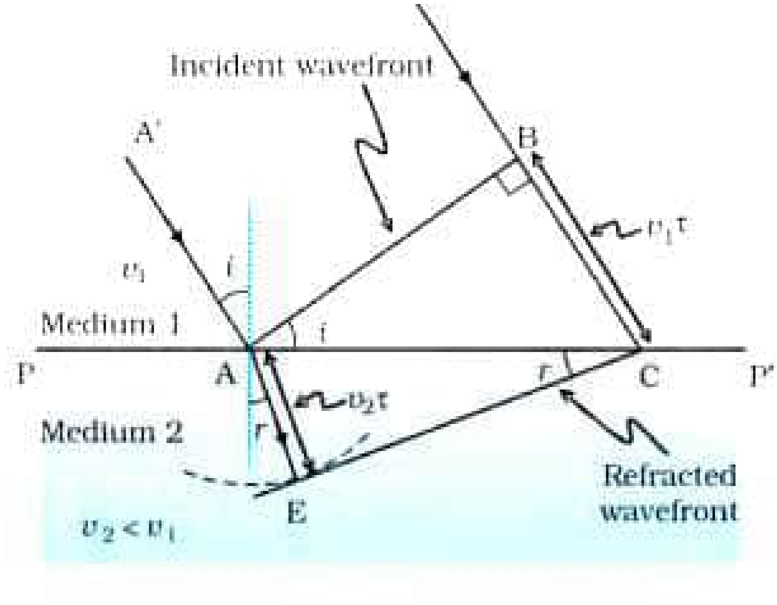
(ii)



½

	From the figure $\left\|\vec{E}_{AB}\right\| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}$ $= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2\times10^{-6}}{l^2}$ $\left\|\vec{E}_{AC}\right\| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2\times10^{-6}}{l^2}$ $\because \left\|\vec{E}_{AB}\right\| = \left\|\vec{E}_{AC}\right\|$ $\therefore$ Resultant of $\vec{E}_{AB}$ & $\vec{E}_{AC}$ $\vec{E}_{BC} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{AC}$ $\left\|\vec{E}_{BC}\right\| = 2E_{AB}\cos 30^\circ$ $\left\|\vec{E}_{BC}\right\| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2\times10^{-6}}{l^2}\frac{\sqrt{3}}{2}$ $\left\|\vec{E}_{AM}\right\| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{\left(\frac{l\sqrt{3}}{2}\right)^2}$ $\because$ Net electric field at A is zero. $\therefore E_{AM} = -E_{BC}$ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{\left(\frac{l\sqrt{3}}{2}\right)^2} = -\frac{2}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2\times10^{-6}}{l^2}\frac{\sqrt{3}}{2}$ $q = \frac{-3\sqrt{3}}{2}\times10^{-6}\text{C } or \frac{-3\sqrt{3}}{2}\mu\text{C}$	½ ½ ½	5
32.	(a) • Deducing expression for refractive index of glass prism in terms of angle of minimum deviation and angle of prism 4 • Writing condition for n for refraction to place on opposite face of prism 1 	1	

	$A + \delta = i + e$ and $A = r_1 + r_2$ at angle of minimum deviation , $\delta = D_m$ $i = e\ ,\ r_1 = r_2 = r$ $A + D_m = 2i$ $i = \frac{A + D_m}{2}$ $A = 2r \Rightarrow r = \frac{A}{2}$ From Snell's law $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ $n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ For refraction to take place on opposite face $r_2 < i_c$ $n = \frac{1}{\sin i_c}$ $i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$ $r_2 < \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$ OR (b) • Stating Huygen's principle 1 • Drawing diagram 1 ½ • Discussing the case of refraction of plane wave of light from rarer to a denser medium ½ • Deriving Snell's law 2 Huygen's Principle : Each point of the wavefront is the source of a secondary disturbance and the wavelets emanating from these points spread out in all directions with the speed of the wave. These wavelets emanating from the wavefront are usually referred to as secondary wavelets and if we draw a common tangent to all these spheres, we obtain the new position of the wavefront at a later time.	½ ½ ½ ½ ½ ½ ½ ½ 1	



1 ½

Discussion : In time τ distance BC travelled by the incident plane wavefront with the velocity v_1 is $v_1\tau$. To determine the shape of the refracted wave wavefront , draw a sphere of radius $v_2\tau(=AE)$ from point A and draw a tangent from C to E as shown in the diagram. ½

From the above diagram

$\Delta ABC \; and \; \Delta AEC$

$$\sin i = \frac{BC}{AC} = \frac{v_1\tau}{AC}$$ ½

$$and \;\; \sin r = \frac{AE}{AC} = \frac{v_2\tau}{AC}$$ ½

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \quad \text{.........................(1)}$$ ½

$$\text{As} \quad n_1 = \frac{c}{v_1} \;\; and \;\; n_2 = \frac{c}{v_2}$$

$$\therefore \; \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{..................(2)}$$

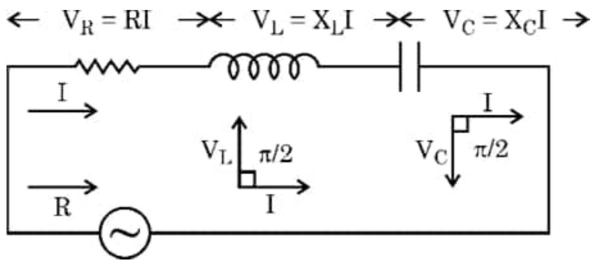
From equations (1) and (2)

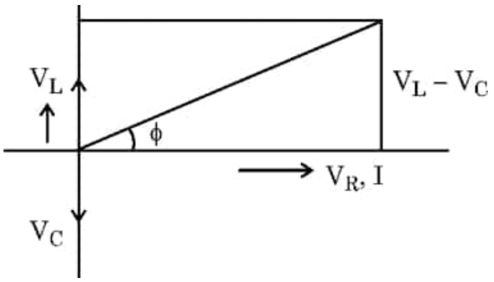
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$ ½ | 5

33. (a)

(i) Obtaining	
(I) Impedance of the circuit using phase diagram	2
(II) Expression for the instantaneous current	½
(III) Phase relationship of current to the applied voltage	½
(ii) Defining power factor of ac circuit	1
Stating conditions in which power factor is	
(I) Maximum	½
(II) Minimum	½

(a) (i) (I) Let resistance R, inductor L and capacitor C be connected in series with an alternate e.m.f.





½

$$\varepsilon = \sqrt{I^2[R^2 + (X_L - X_c)^2]}$$ ½

$$Z = \frac{\varepsilon}{I}$$ ½

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$ ½

(II) $$I_m = \frac{V_m}{Z}\sin(\omega t - \phi)$$ ½

(III) Phase angle $\tan\phi = \dfrac{V_L - V_C}{V_R}$ ½

(ii) $P = E_V I_V \cos\phi$ where P = true power and $E_V I_V$ is the apparent power. ϕ is phase difference between current and voltage.
Power factor is defined as the ratio of true power to the apparent power. 1

$$\text{Power factor} = \frac{\textit{True Power (P)}}{\textit{Apparent power } (E_V I_V)} = \cos\phi$$

(i) Power factor is maximum when ϕ = 0 purely resistive circuit(It occurs when $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ at resonance in an LCR series circuit). ½

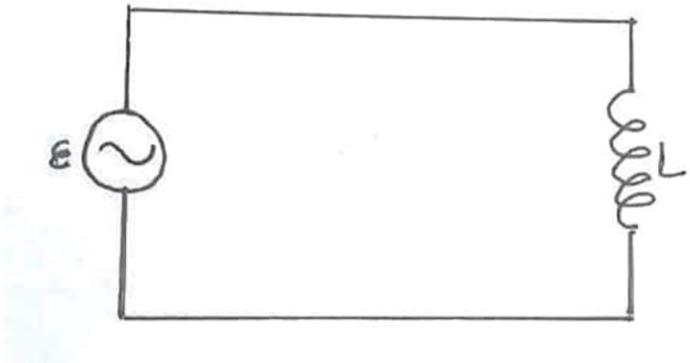
(ii) Power factor is minimum when $\phi = \dfrac{\pi}{2}$, in pure inductive or capacitive circuit. ½

(b)

(i) Proving that the voltage is ahead of current in phase by $\pi/2$ radian in an AC circuit containing an ideal inductor — 3
(ii) Drawing graph showing the variations of
(I) Magnitude of induced emf with rate of change of current — 1
(II) Energy stored in inductor with current — 1

(i) Let the voltage across the source be

$$\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$$ — ½



Using Kirchhoff's loop rule

$$\upsilon - L\frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{\upsilon}{L} = \frac{\upsilon_m}{L}\sin \omega t$$ — 1

$$di = \frac{\upsilon_m}{L}\sin \omega t\, dt$$

Integrating

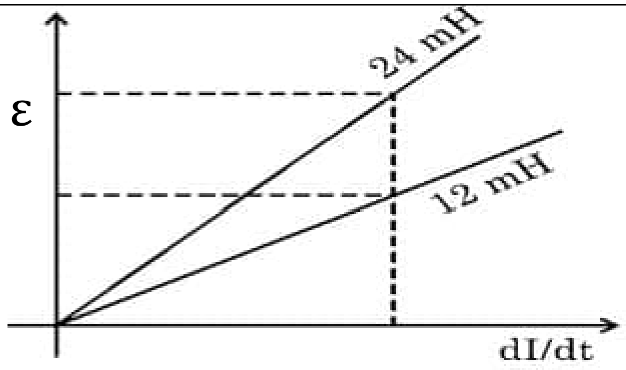
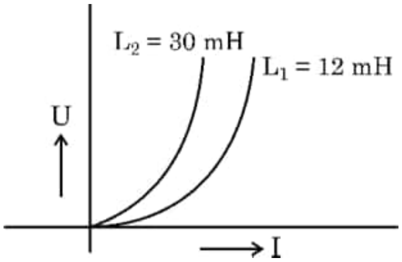
$$i = \frac{\upsilon_m}{\omega L}\cos \omega t$$ — ½

$$i = i_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$ — ½

This show that current lags behind the voltage by $\frac{\pi}{2}$ rad.

$\therefore$ Voltage is ahead of current in phase by $\frac{\pi}{2}$ rad — ½

(ii) (I) Graph for induced e.m.f.

	 (II) Graph for energy stored 	1 1	5