Series : YWX5Z/5 **SET ~ 3**

रोल नं.
Roll No.

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code **55/5/3**

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. तरंगदैर्ध्य 720 nm का कोई प्रकाश पुन्ज वायु से पानी (अपवर्तनांक = $\frac{4}{3}$) में प्रवेश करता है। पानी में इसकी तरंगदैर्ध्य होगी :

(A) 540 nm (B) 480 nm

(C) 420 nm (D) 720 nm

2. किसी ac परिपथ में धारिता C के किसी संधारित्र की प्रतिघात X है। यदि धारिता और अनुप्रयुक्त वोल्टता की आवृत्ति को दुगुना कर दिया जाए, तो नई प्रतिघात हो जाएगी :

(A) 4X (B) 2X

(C) $\frac{X}{2}$ (D) $\frac{X}{4}$

3. चार बिंदु आवेश, जिनमें प्रत्येक का आवेश Q है, भुजा l के किसी वर्ग के चार शीर्षों पर रखे हैं। किसी आवेश Q को अनन्त से इस वर्ग के केन्द्र तक लाने में किया गया कार्य होगा :

(A) $\frac{Q^2}{\pi \varepsilon_0 l}$ (B) $\frac{\sqrt{2}\,Q^2}{\pi \varepsilon_0 l}$

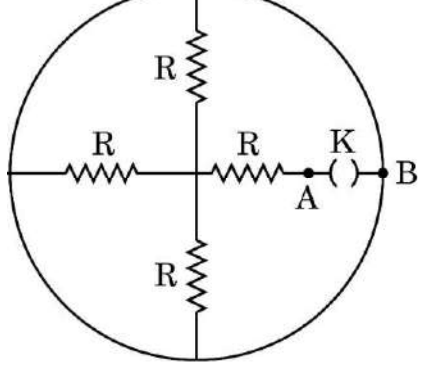
(C) $\frac{Q^2}{2\pi \varepsilon_0 l}$ (D) शून्य

4. धारिता C के किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच किसी धातु की चादर को रख दिया गया है। यदि यह चादर पट्टिकाओं के बीच के कुछ स्थान को अंशत: घेरती है, तो इस संधारित्र की धारिता :

(A) C ही रहेगी (B) C से अधिक हो जाएगी

(C) C से कम हो जाएगी (D) शून्य हो जाएगी

5. आरेख में दर्शाए अनुसार चार प्रतिरोधक जिनमें प्रत्येक का प्रतिरोध R है तथा एक कुन्जी K संयोजित हैं। जब कुंजी K खुली है तब बिन्दु A और B के बीच तुल्य प्रतिरोध होगा :



(A) 4R (B) ∞

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

SECTION A

1. A beam of light of wavelength 720 nm in air enters water (refractive index = $\frac{4}{3}$). Its wavelength in water will be :

(A) 540 nm (B) 480 nm
(C) 420 nm (D) 720 nm

2. A capacitor of capacitance C has reactance X in an ac circuit. If the capacitance and the frequency of the applied voltage are doubled, the new reactance will become :

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

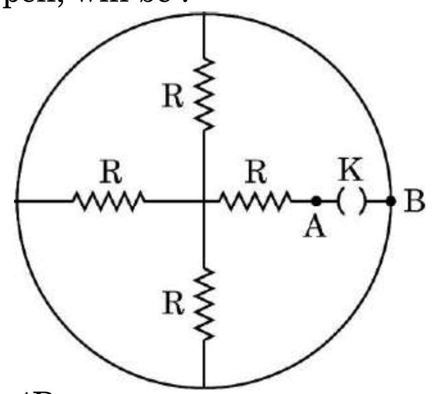
3. Four point charges Q each, are held at the four corners of a square of side l. The amount of work done in bringing a charge Q from infinity to the centre of the square will be :

(A) $\frac{Q^2}{\pi \varepsilon_0 l}$ (B) $\frac{\sqrt{2} Q^2}{\pi \varepsilon_0 l}$
(C) $\frac{Q^2}{2\pi \varepsilon_0 l}$ (D) Zero

4. A metal sheet is inserted between the plates of a parallel plate capacitor of capacitance C. If the sheet partly occupies the space between the plates, the capacitance :

(A) remains C (B) becomes greater than C
(C) becomes less than C (D) becomes zero

5. Four resistors, each of resistance R and a key K are connected as shown in the figure. The equivalent resistance between points A and B when key K is open, will be :



(A) 4R (B) ∞
(C) $\frac{R}{4}$ (D) $\frac{4R}{3}$

6. कोई आवेशित कण जब 10 kV विभवान्तर द्वारा विराम से त्वरित किया जाता है, तो 10^6 ms^{-1} की चाल प्राप्त कर लेता है । यह कण 0·4 T के चुम्बकीय क्षेत्र के प्रदेश से इस प्रकार से गुजरता है कि $\vec{v} \perp \vec{B}$ है । इस कण के द्वारा चले गए वृत्ताकार पथ की त्रिज्या है :

(A) 2·5 cm (B) 5 cm

(C) 8 cm (D) 10 cm

7. 14 cm त्रिज्या के किसी वृत्ताकार पाश में $\left(\frac{10}{\pi}\right)$A की धारा प्रवाहित हो रही है । इस पाश से संबद्ध द्विध्रुव आघूर्ण का मान है :

(A) 0·019 Am^2 (B) 0·14 Am^2

(C) 0·196 Am^2 (D) 0·615 Am^2

8. सूर्य से आने वाली, निम्नलिखित में से कौन-सी किरणें पृथ्वी के ताप के संपोषण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं ?

(A) अवरक्त किरणें (B) γ किरणें

(C) UV किरणें (D) दृश्य प्रकाश किरणें

9. $(\mu\varepsilon)^{-1}$ की विमाएँ, जहाँ ε एक माध्यम की विद्युतशीलता है और μ पारगम्यता है, हैं :

(A) $[M^0 L^1 T^{-1}]$ (B) $[M^0 L^2 T^{-2}]$

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

10. निम्नलिखित में से कौन-सी विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के फ़ोटॉनों का अधिकतम संवेग होता है ?

(A) X-किरणें (B) AM रेडियो तरंगें

(C) सूक्ष्मतरंगें (D) TV तरंगें

11. किसी ऐल्फा कण की गतिज ऊर्जा प्रोटॉन की गतिज ऊर्जा की चार गुनी है । इनसे संबद्ध दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्यों का अनुपात $\left(\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p}\right)$ होगा :

(A) $\frac{1}{16}$ (B) $\frac{1}{8}$

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

6. A charged particle gains a speed of 10^6 ms^{-1}, when accelerated from rest through a potential difference 10 kV. It enters a region of magnetic field of 0·4 T such that $\vec{v} \perp \vec{B}$. The radius of circular path described by it is :

(A) 2·5 cm (B) 5 cm

(C) 8 cm (D) 10 cm

7. A current of $\left(\frac{10}{\pi}\right)$A is maintained in a circular loop of radius 14 cm. The value of dipole moment associated with the loop is :

(A) 0·019 Am^2 (B) 0·14 Am^2

(C) 0·196 Am^2 (D) 0·615 Am^2

8. Which of the following rays coming from the Sun plays an important role in maintaining the Earth's warmth ?

(A) Infrared rays (B) γ rays

(C) UV rays (D) Visible light rays

9. The dimensions of $(\mu\varepsilon)^{-1}$, where ε is permittivity and μ is permeability of a medium, are :

(A) $[M^0 L^1 T^{-1}]$ (B) $[M^0 L^2 T^{-2}]$

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

10. Which of the following electromagnetic waves has photons of largest momentum ?

(A) X-rays (B) AM radio waves

(C) Microwaves (D) TV waves

11. The kinetic energy of an alpha particle is four times the kinetic energy of a proton. The ratio $\left(\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p}\right)$ of de Broglie wavelengths associated with them will be :

(A) $\frac{1}{16}$ (B) $\frac{1}{8}$

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

12. दो कलासंबद्ध प्रकाश तरंगें जिनमें प्रत्येक का आयाम 'a' है, अध्यारोपण करके परदे पर व्यतिकरण पैटर्न बनाते हैं। परदे पर दिखाई देने वाली प्रकाश की तीव्रता का विचरण निम्नलिखित में से किसके बीच होता है ?

(A) 0 और $2a^2$ (B) 0 और $4a^2$

(C) a^2 और $2a^2$ (D) $2a^2$ और $4a^2$

*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) :* किसी नाभिक के निर्माण के समय उत्पन्न द्रव्यमान क्षति नाभिक की बंधन ऊर्जा की स्रोत होती है।

कारण (R) : सभी नाभिकों के लिए, बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के मान में द्रव्यमान संख्या के साथ वृद्धि होती है।

14. *अभिकथन (A) :* रदरफोर्ड के ऐल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग में, प्रकीर्णन कोण π पर केवल कुछ ऐल्फा कणों की उपस्थिति ने रदरफोर्ड को नाभिक की खोज की ओर निर्देशित किया।

कारण (R) : नाभिक का साइज़, परमाणु के साइज़ का लगभग 10^{-5} गुना होता है इसलिए केवल कुछ ऐल्फा कण ही प्रतिक्षिप्त होते हैं।

15. *अभिकथन (A) :* p-प्रकार के Si में अशुद्धियाँ पंचसंयोजक परमाणु नहीं हैं।

कारण (R) : p-प्रकार के अर्धचालकों में संयोजकता बैण्ड में विवर घनत्व लगभग ग्राही घनत्व के बराबर होता है।

12. Two coherent light waves, each having amplitude 'a', superpose to produce an interference pattern on a screen. The intensity of light as seen on the screen varies between :

(A) 0 and $2a^2$ (B) 0 and $4a^2$

(C) a^2 and $2a^2$ (D) $2a^2$ and $4a^2$

*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) :* During formation of a nucleus, the mass defect produced is the source of the binding energy of the nucleus.

Reason (R) : For all nuclei, the value of binding energy per nucleon increases with mass number.

14. *Assertion (A) :* In Rutherford's alpha particle scattering experiment, the presence of only few alpha particles at angle of scattering π led him to the discovery of nucleus.

Reason (R) : The size of nucleus is approximately 10^{-5} times the size of an atom and therefore only few alpha particles are rebounded.

15. *Assertion (A) :* The impurities in p-type Si are not pentavalent atoms.

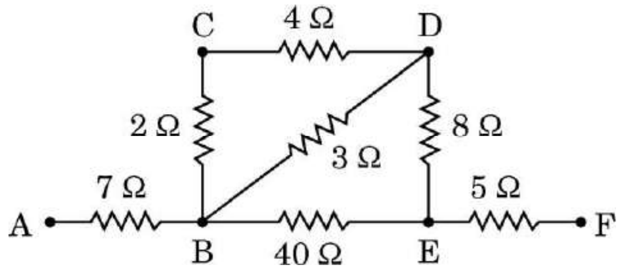
Reason (R) : The hole density in valance band in p-type semiconductor is almost equal to the acceptor density.

16. *अभिकथन (A) :* हाइड्रोजन परमाणु के स्पेक्ट्रम में बामर श्रेणी तब बनती है जब इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा अवस्था से निम्नतम अवस्था में कूदान करता है।

कारण (R) : हाइड्रोजन परमाणु के बोर मॉडल में, इलेक्ट्रॉन केवल क्रमागत कक्षाओं के बीच कूदान कर सकता है।

खण्ड ख

17. आरेख में दर्शाए गए बिंदुओं A और F के बीच प्रतिरोधकों के नेटवर्क का प्रभावी प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। *2*



18. X-अक्ष के अनुदिश रखे किसी तार से +X दिशा के अनुदिश 5 A धारा प्रवाहित हो रही है। मूल-बिंदु पर केन्द्रित 1 cm लम्बे अवयव के कारण, किसी बिंदु $\vec{r} = (3\hat{i} + 4\hat{j})$ m पर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ ज्ञात कीजिए। *2*

19. पद 'निकटतम उपगमन की दूरी' की परिभाषा लिखिए। 3·95 MeV ऊर्जा का कोई प्रोटॉन आमने-सामने की स्थिति में किसी Z = 79 के लक्ष्य नाभिक की ओर उपगमन करता है। इसकी निकटतम उपगमन की दूरी परिकलित कीजिए। *2*

20. (क) वायु से पृथक करने वाले n (< 4) अपवर्तनांक के माध्यम से, वक्रता त्रिज्या R के किसी उत्तल पृष्ठ से कोई बिन्दु बिम्ब R/3 दूरी पर वायु में स्थित है। बनने वाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति और स्थिति ज्ञात कीजिए। *2*

अथवा

(ख) यंग के द्विझिरी प्रयोग की प्रायोगिक व्यवस्था में, केंद्रीय उच्चिष्ठ की तीव्रता I_0 है। उस बिंदु पर, जहाँ व्यतिकरण करती हुई दो तरंगों के बीच पथान्तर $\lambda/3$ है, तीव्रता परिकलित कीजिए। *2*

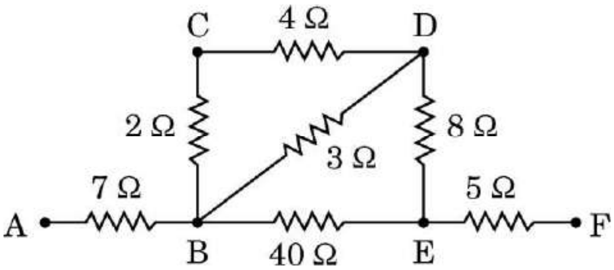
21. किसी दिए गए धातु के लिए देहली आवृत्ति $3{\cdot}6 \times 10^{14}$ Hz है। यदि इस धातु पर $6{\cdot}8 \times 10^{14}$ Hz आवृत्ति के एकवर्णी विकिरण आपतन करते हैं, तो फोटो-इलेक्ट्रॉनों के लिए अंतक विभव ज्ञात कीजिए। *2*

16. *Assertion (A) :* The Balmer series in hydrogen atom spectrum is formed when the electron jumps from higher energy state to the ground state.

Reason (R) : In Bohr's model of hydrogen atom, the electron can jump between successive orbits only.

SECTION B

17. Find the effective resistance of the network of resistors between points A and F as shown in the figure. *2*



18. A current of 5 A is passing along +X direction through a wire lying along X-axis. Find the magnetic field $\vec{B}$ at a point $\vec{r} = (3\hat{i} + 4\hat{j})$ m due to 1 cm element of the wire, centered at origin. *2*

19. Define the term, 'distance of closest approach'. A proton of 3·95 MeV energy approaches a target nucleus Z = 79 in head-on position. Calculate its distance of closest approach. *2*

20. (a) A point object is placed in air at a distance R/3 in front of a convex surface of radius of curvature R, separating air from a medium of refractive index n (< 4). Find the nature and position of the image formed. *2*

OR

(b) In Young's double slit experimental set-up, the intensity of the central maximum is I_0. Calculate the intensity at a point where the path difference between two interfering waves is $\lambda/3$. *2*

21. The threshold frequency for a given metal is $3{\cdot}6 \times 10^{14}$ Hz. If monochromatic radiations of frequency $6{\cdot}8 \times 10^{14}$ Hz are incident on this metal, find the cut-off potential for the photoelectrons. *2*

खण्ड ग

22. (क) "किसी दिए गए संधारित्र में आवेश को संचित कर सकने की कोई सीमा होती है।" व्याख्या कीजिए।

(ख) किसी संधारित्र को किसी बैटरी द्वारा विभवान्तर V तक आवेशित किया गया है। इसे बैटरी से वियोजित कर दिया गया तथा किसी अन्य सर्वसम अनावेशित संधारित्र से संयोजित कर दिया गया है। इस संयोजन में संचित कुल ऊर्जा तथा संधारित्र में संचित आरम्भिक ऊर्जा का अनुपात परिकलित कीजिए। *3*

23. (क) "आप सीमान्त दीवार के दूसरी ओर खड़े किसी व्यक्ति को देख तो नहीं सकते परन्तु आप उसे सुन सकते हैं।" कारण सहित इसकी व्याख्या कीजिए।

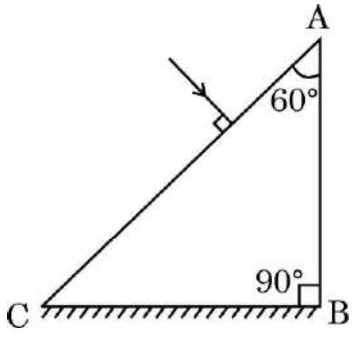
(ख) 1·5 mm चौड़ी किसी झिरी पर 750 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश अभिलम्बवत् आपतन कर रहा है। झिरी से 1·0 m दूरी पर स्थित किसी परदे पर विवर्तन पैटर्न प्राप्त होता है। परदे पर केन्द्रीय उच्चिष्ठ से उस निकटतम बिंदु की दूरी ज्ञात कीजिए जिस पर तीव्रता शून्य है। *3*

24. किसी छड़ चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण (5J/T), 0·4 T के किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र के अनुदिश संकेत करता है।

(क) (i) छड़ चुम्बक की स्थितिज ऊर्जा, तथा (ii) चुम्बक को 180° पर घुमाने में किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

(ख) किस प्रकरण में चुम्बक की स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम है ? *3*

25. आरेख में दर्शाए अनुसार कोई समकोणिक प्रिज़्म ABC (अपवर्तनांक $\sqrt{2}$) किसी समतल दर्पण पर रखा है। प्रिज़्म के फलक AC पर कोई प्रकाश किरण अभिलम्बवत् आपतन करती है।



(क) प्रिज़्म से गुजरने पर किरण का पथ आरेखित कीजिए।

(ख) प्रिज़्म द्वारा उत्पन्न विचलन कोण ज्ञात कीजिए। *3*

SECTION C

22. (a) "There is a limit to the amount of charge that can be stored on a given capacitor." Explain.

(b) A capacitor is charged by a battery to a potential difference V. It is disconnected from the battery and connected across another identical uncharged capacitor. Calculate the ratio of total energy stored in the combination to the initial energy stored in the capacitor. *3*

23. (a) "You cannot see a person standing on the other side of a boundary wall but can hear him." Explain with reason.

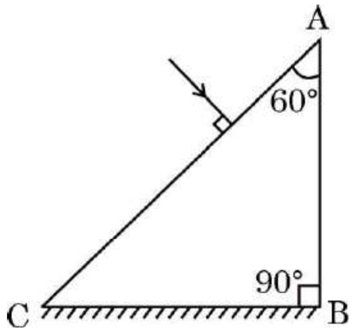
(b) Light of wavelength 750 nm is incident normally on a slit of width 1·5 mm. Diffraction pattern is obtained on a screen 1·0 m away from the slit. Find the distance of the nearest point from the central maxima at which the intensity is zero. *3*

24. The magnetic moment (5J/T) of a bar magnet points along a uniform magnetic field 0·4 T.

(a) Calculate (i) the potential energy of the bar magnet, and (ii) the work done in turning the magnet by 180°.

(b) In which case is the potential energy of the magnet minimum ? *3*

25. A right-angled prism ABC (refractive index $\sqrt{2}$) is kept on a plane mirror as shown in the figure. A ray of light is incident normally on the face AC.



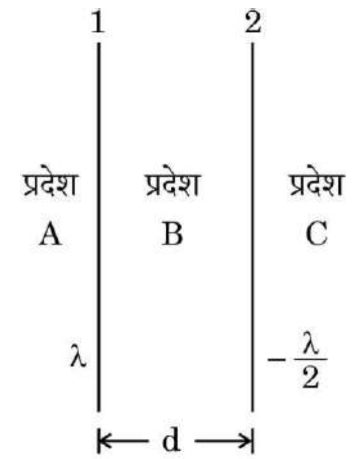
(a) Trace the path of the ray as it passes through the prism.

(b) Find the angle of deviation produced by the prism. *3*

26. (क) दो ठोस धातु की लघु गेंदें A और B जिनकी त्रिज्याएँ क्रमश: R और 2R तथा आवेश घनत्व 2σ और 3σ हैं, एक-दूसरे से काफी दूरी पर स्थित हैं। इन दोनों को किसी चालक तार से संयोजित करने के पश्चात A और B के आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए। *3*

अथवा

(ख) अनन्त लम्बाई के दो सीधे तार '1' और '2', एक-दूसरे के समान्तर और एक-दूसरे से दूरी d पर आरेख में दर्शाए अनुसार स्थित हैं। इन तारों को एकसमान रूप से आवेशित किया गया है और इनके आवेश घनत्व क्रमश: λ और $-\frac{\lambda}{2}$ हैं। तार '1' से उस बिंदु की स्थिति ज्ञात कीजिए जिस पर नेट विद्युत-क्षेत्र शून्य है तथा उस प्रदेश की पहचान कीजिए जिसमें यह बिंदु स्थित है। *3*



27. (क) T = 0 K पर चालकों, अर्धचालकों और विद्युतरोधियों के लिए ऊर्जा-बैण्ड आरेख खींचिए। किसी अर्धचालक में कक्ष-ताप पर इलेक्ट्रॉन-विवर युगल किस प्रकार निर्मित होता है ?

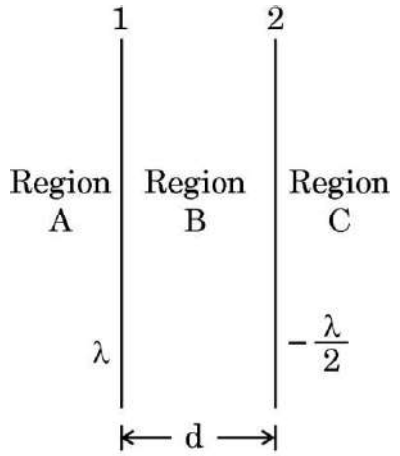
(ख) आवर्त सारणी में कार्बन और सिलिकॉन दोनों ही ग्रुप IV के सदस्य हैं और दोनों की जालक संरचना समान है। कार्बन विद्युतरोधी है जबकि सिलिकॉन अर्धचालक है। व्याख्या कीजिए। *3*

28. अर्ध-तरंग और पूर्ण तरंग दिष्टकरण के बीच विभेदन कीजिए। परिपथ आरेख की सहायता से पूर्ण तरंग दिष्टकारी की कार्यविधि की व्याख्या कीजिए। *3*

26. (a) Two small solid metal balls A and B of radii R and 2R having charge densities 2σ and 3σ respectively are kept far apart. Find the charge densities on A and B after they are connected by a conducting wire. *3*

OR

(b) Two infinitely long straight wires '1' and '2' are placed d distance apart, parallel to each other, as shown in the figure. They are uniformly charged having charge densities λ and $-\frac{\lambda}{2}$ respectively. Locate the position of the point from wire '1' at which the net electric field is zero and identify the region in which it lies. *3*



27. (a) Draw the energy-band diagrams for conductors, semiconductors and insulators at T = 0 K. How is an electron-hole pair formed in a semiconductor at room temperature ?

(b) Carbon and silicon both, are members of IV group of periodic table and have the same lattice structure. Carbon is an insulator whereas silicon is a semiconductor. Explain. *3*

28. Differentiate between half-wave and full-wave rectification. With the help of a circuit diagram, explain the working of a full-wave rectifier. *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. गैल्वेनोमीटर एक ऐसा उपकरण है जिसका उपयोग अपने से प्रवाहित होने वाली धारा की दिशा और तीव्रता को दर्शाने के लिए किया जाता है। किसी गैल्वेनोमीटर में चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित कोई कुण्डली धारा प्रवाहित किए जाने पर बल-आघूर्ण का अनुभव करती है और इसलिए विक्षेपित हो जाती है। इस उपकरण का नाम इटली के वैज्ञानिक एल. गैल्वानी के नाम पर रखा गया है जिन्होंने 1791 में यह खोज की थी कि विद्युत धारा मृत मेंढक की टाँग में झटका देती है। किसी कुण्डली से जुड़ी कमानी प्रतिकारक बल-आघूर्ण प्रदान करती है।

साम्यावस्था में, विक्षेपक बल-आघूर्ण का संतुलन कमानी के प्रत्यानयन (विरोधी) बल-आघूर्ण द्वारा किया जाता है और हमें नीचे दिया गया संबंध प्राप्त होता है :

$$NBAI = k\phi$$

जहाँ N = कुण्डली में फेरों की कुल संख्या

A = प्रत्येक फेरे का अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल

B = त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र

k = कमानी का ऐंठन नियतांक

ϕ = कुण्डली का कोणीय विक्षेपण

चूँकि गैल्वेनोमीटर में पूर्ण विक्षेपण की धारा (I_g) बहुत कम होती है अत: गैल्वेनोमीटर का उपयोग विद्युत परिपथों में प्रवाहित विद्युत धारा को मापने के लिए नहीं किया जा सकता है। गैल्वेनोमीटर को वांछित परिसर के ऐमीटर में परिवर्तित करने के लिए इसके साथ उचित मान के एक छोटे प्रतिरोध, जिसे शंट कहते हैं, को संयोजित किया जाता है। उच्च प्रतिरोध का उपयोग करके किसी गैल्वेनोमीटर को वोल्टमीटर में भी परिवर्तित किया जा सकता है।

(i) (क) किसी गैल्वेनोमीटर को इसके साथ R_1 प्रतिरोध को संयोजित करके (0 – V) परिसर के वोल्टमीटर में परिवर्तित किया गया है। यदि R_1 को R_2 द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है, तो उसका परिसर (0 – 2 V) हो जाता है। इस गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध है : *1*

(A) $(R_2 - 2R_1)$ (B) $(R_2 - R_1)$

(C) $(R_1 + R_2)$ (D) $(R_1 - 2R_2)$

अथवा

SECTION D

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

29. A galvanometer is an instrument used to show the direction and strength of the current passing through it. In a galvanometer, a coil placed in a magnetic field experiences a torque and hence gets deflected when a current passes through it. The name is derived from the surname of Italian scientist L. Galvani, who in 1791 discovered that electric current makes a dead frog's leg jerk. A spring attached with the coil provides a counter torque.

In equilibrium, the deflecting torque is balanced by the restoring torque of the spring and we have :

$$NBAI = k\phi$$

where N is the total number of turns in the coil

A is the area of cross-section of each turn

B is the radial magnetic field

k is the torsional constant of the spring

ϕ is the angular deflection of the coil

As the current (I_g) which produces full scale deflection in the galvanometer is very small, the galvanometer cannot as such be used to measure current in electric circuits. A small resistance, called shunt, of a suitable value is connected with the galvanometer to convert it into an ammeter of desired range. By using a higher resistance, a galvanometer can also be converted into a voltmeter.

(i) (a) A galvanometer is converted into a voltmeter of range (0 – V) by connecting with it, a resistance R_1. If R_1 is replaced by R_2, the range becomes (0 – 2 V). The resistance of the galvanometer is : *1*

(A) $(R_2 - 2R_1)$ (B) $(R_2 - R_1)$

(C) $(R_1 + R_2)$ (D) $(R_1 - 2R_2)$

OR

(ख) किसी गैल्वेनोमीटर से 5 mA धारा प्रवाहित हो रही है। इसकी कुण्डली में 100 फेरे हैं, जिनमें प्रत्येक की अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल 18 cm^2 है तथा यह 0·20 T के चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित है। इस कुण्डली पर कार्यरत विक्षेपक बल-आघूर्ण है : *1*

(A) $3{\cdot}6 \times 10^{-3}$ Nm (B) $1{\cdot}8 \times 10^{-4}$ Nm

(C) $2{\cdot}4 \times 10^{-3}$ Nm (D) $1{\cdot}2 \times 10^{-4}$ Nm

(ii) प्रकरण (ii) में ऐमीटर के प्रतिरोध का मान होगा : *1*

(A) 0·20 Ω (B) 0·24 Ω

(C) 6·0 Ω (D) 6·25 Ω

(iii) 6 Ω प्रतिरोध का कोई गैल्वेनोमीटर 0·2 A धारा के लिए पूर्ण पैमाने पर विक्षेपण दर्शाता है। इस गैल्वेनोमीटर को (0 – 5 A) परिसर के ऐमीटर में परिवर्तित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले शंट का मान होता है : *1*

(A) 0·25 Ω (B) 0·30 Ω

(C) 0·50 Ω (D) 6·0 Ω

(iv) किसी गैल्वेनोमीटर की धारा सुग्राहिता का मान होता है : *1*

(A) $\frac{k}{NBA}$ (B) $\frac{NBA}{k}$

(C) $\frac{kBA}{N}$ (D) $\frac{kNB}{A}$

30. आइंस्टाइन ने प्लांक के क्वांटम सिद्धान्त जिसमें प्रकाश ऊर्जा के लघु बन्डलों, जिन्हें फ़ोटॉन कहते हैं, के रूप में गमन करती है, के आधार पर प्रकाश-विद्युत प्रभाव की व्याख्या की थी। प्रत्येक फ़ोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ होती है, जहाँ ν आपतित प्रकाश की आवृत्ति तथा h प्लांक नियतांक है। किसी प्रकाश पुंज में फ़ोटॉनों की संख्या आपतित प्रकाश की तीव्रता निर्धारित करती है। किसी धातु के पृष्ठ पर आपतित कोई फ़ोटॉन अपनी कुल ऊर्जा $h\nu$ को उस धातु के किसी मुक्त इलेक्ट्रॉन को स्थानान्तरित कर देता है। इस ऊर्जा का कुछ भाग धातु से इलेक्ट्रॉन को उत्सर्जित करने में प्रयुक्त होता है, जिसे इसका कार्यफलन कहते हैं। ऊर्जा के शेष भाग को उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन अपनी गतिज ऊर्जा के रूप में वहन करता है।

(i) निम्नलिखित में से किस ग्राफ का उपयोग प्लांक नियतांक का मान प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है ? *1*

(A) प्रकाश-विद्युत धारा और आपतित प्रकाश की तीव्रता के बीच

(B) प्रकाश-विद्युत धारा और आपतित प्रकाश की आवृत्ति के बीच

(C) अंतक विभव और आपतित प्रकाश की आवृत्ति के बीच

(D) अंतक विभव और आपतित प्रकाश की तीव्रता के बीच

(b) A current of 5 mA flows through a galvanometer. Its coil has 100 turns, each of area of cross-section 18 cm^2 and is suspended in a magnetic field 0·20 T. The deflecting torque acting on the coil will be : *1*

(A) $3{\cdot}6 \times 10^{-3}$ Nm (B) $1{\cdot}8 \times 10^{-4}$ Nm

(C) $2{\cdot}4 \times 10^{-3}$ Nm (D) $1{\cdot}2 \times 10^{-4}$ Nm

(ii) The value of resistance of the ammeter in case (ii) will be : *1*

(A) 0·20 Ω (B) 0·24 Ω

(C) 6·0 Ω (D) 6·25 Ω

(iii) A galvanometer of resistance 6 Ω shows full scale deflection for a current of 0·2 A. The value of shunt to be used with this galvanometer to convert it into an ammeter of range (0 – 5 A) is : *1*

(A) 0·25 Ω (B) 0·30 Ω

(C) 0·50 Ω (D) 6·0 Ω

(iv) The value of the current sensitivity of a galvanometer is given by : *1*

(A) $\frac{k}{NBA}$ (B) $\frac{NBA}{k}$

(C) $\frac{kBA}{N}$ (D) $\frac{kNB}{A}$

30. Einstein explained photoelectric effect on the basis of Planck's quantum theory, where light travels in the form of small bundles of energy called photons. The energy of each photon is hν, where ν is the frequency of incident light and h is Planck's constant. The number of photons in a beam of light determines the intensity of the incident light. A photon incident on a metal surface transfers its total energy hν to a free electron in the metal. A part of this energy is used in ejecting the electron from the metal and is called its work function. The rest of the energy is carried by the ejected electron as its kinetic energy.

(i) Which of the following graphs can be used to obtain the value of Planck's constant ? *1*

(A) Photocurrent versus Intensity of incident light

(B) Photocurrent versus Frequency of incident light

(C) Cut-off potential versus Frequency of incident light

(D) Cut-off potential versus Intensity of incident light

(ii) (क) समान तीव्रता के लाल प्रकाश, पीले प्रकाश और नीले प्रकाश को क्रमागत किसी धातु पृष्ठ पर आपतित किया गया है। K_R, K_Y और K_B क्रमश: फ़ोटो-इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा का निरूपण करते हैं, तब : *1*

(A) $K_R > K_Y > K_B$ (B) $K_Y > K_B > K_R$

(C) $K_B > K_Y > K_R$ (D) $K_R > K_B > K_Y$

अथवा

(ख) निम्नलिखित में से कौन-सी धातु दृश्य प्रकाश के साथ प्रकाश-विद्युत प्रभाव को दर्शाती है ? *1*

(A) सीज़ियम (B) ज़िंक

(C) कैडमियम (D) मैग्नीशियम

(iii) जब तीव्रता को अपरिवर्तित रखते हुए आपतित प्रकाश की आवृत्ति में वृद्धि की जाती है, तो संतृप्त धारा : *1*

(A) रैखिकत: वृद्धि करती है

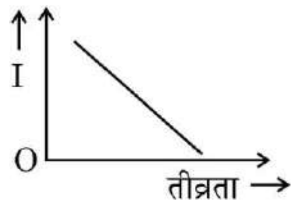
(B) घटती है

(C) अरैखिकत: वृद्धि करती है

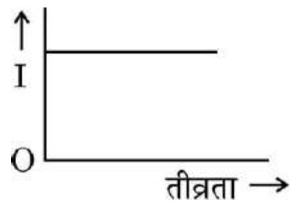
(D) अपरिवर्तित रहती है

(iv) निम्नलिखित में से कौन-सा ग्राफ प्रकाश की तीव्रता के साथ प्रकाश-विद्युत धारा I के विचरण को दर्शाता है ? *1*

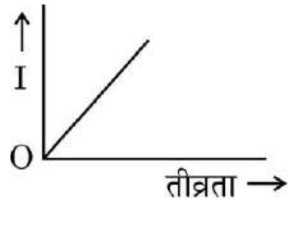
(A)



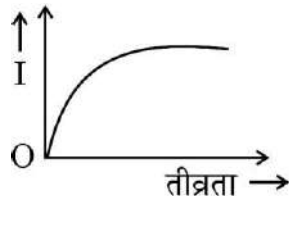
(B)



(C)



(D)



(ii) (a) Red light, yellow light and blue light of the same intensity are incident on a metal surface successively. K_R, K_Y and K_B represent the maximum kinetic energy of photoelectrons respectively, then : *1*

(A) $K_R > K_Y > K_B$ (B) $K_Y > K_B > K_R$

(C) $K_B > K_Y > K_R$ (D) $K_R > K_B > K_Y$

OR

(b) Which of the following metals exhibits photoelectric effect with visible light ? *1*

(A) Caesium (B) Zinc

(C) Cadmium (D) Magnesium

(iii) When the frequency of the incident light is increased without changing its intensity, the saturation current : *1*

(A) increases linearly

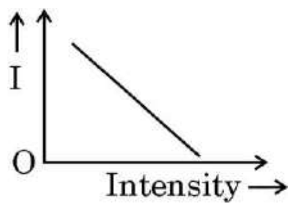
(B) decreases

(C) increases non-linearly

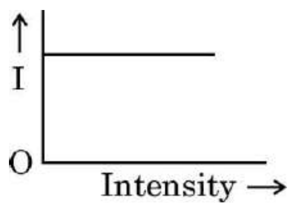
(D) remains the same

(iv) Which of the following graphs shows the variation of photoelectric current I with the intensity of light ? *1*

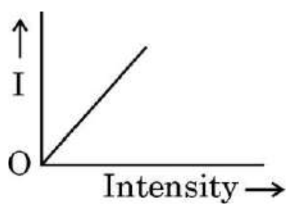
(A)



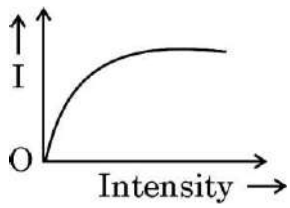
(B)



(C)



(D)



खण्ड ङ

31. (क) (i) किसी परावर्ती दूरदर्शक (कैसेग्रेन) का किरण आरेख खींचिए और प्रतिबिम्ब बनने की व्याख्या कीजिए। अपवर्ती दूरदर्शक की तुलना में परावर्ती दूरदर्शक के दो प्रमुख लाभों का उल्लेख कीजिए।

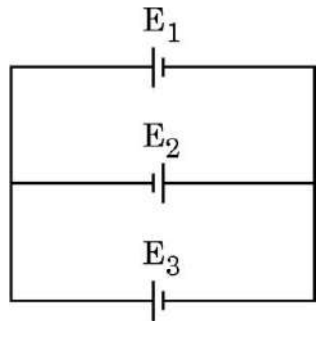
(ii) किसी अपवर्ती दूरदर्शक के अभिदृश्यक की फोकस दूरी नेत्रिका की फोकस दूरी की 50 गुनी है। अनन्त पर अंतिम प्रतिबिम्ब बनते समय नलिका की लम्बाई 102 cm है। दोनों लेंसों की फोकस दूरियाँ ज्ञात कीजिए। *5*

अथवा

(ख) (i) सरल सूक्ष्मदर्शी की तुलना में संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के किन्हीं दो लाभों का उल्लेख कीजिए। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा निकट बिंदु पर प्रतिबिम्ब बनना दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए और इसकी व्याख्या कीजिए।

(ii) कोई पतला समतलावतल लेंस जिसके वक्र पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या R है अपवर्तनांक n_1 के काँच का बना है। यह समाक्ष इतनी ही वक्रता त्रिज्या के n_2 अपवर्तनांक के किसी पतले समोत्तल लेंस के सम्पर्क में रखा है। लेंसों के इस संयोजन की क्षमता प्राप्त कीजिए। *5*

32. (क) (i) तीन बैटरियाँ E_1, E_2 और E_3 जिनके वि.वा. बल (emf) और आंतरिक प्रतिरोध क्रमश: (4 V, 2 Ω), (2 V, 4 Ω) तथा (6 V, 2 Ω) हैं, आरेख में दर्शाए अनुसार संयोजित हैं। बैटरियों E_1, E_2 और E_3 से प्रवाहित धाराओं के मान ज्ञात कीजिए।



SECTION E

31. (a) (i) Draw a ray diagram of a reflecting telescope (Cassegrain) and explain the formation of image. State two important advantages that a reflecting telescope has over a refracting telescope.

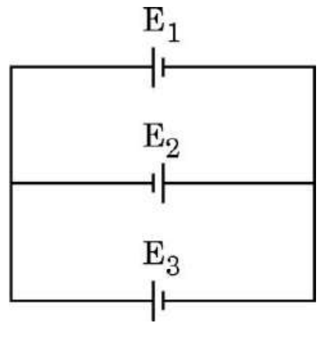
(ii) In a refracting telescope, the focal length of the objective is 50 times the focal length of the eyepiece. When the final image is formed at infinity, the length of the tube is 102 cm. Find the focal lengths of the two lenses. *5*

OR

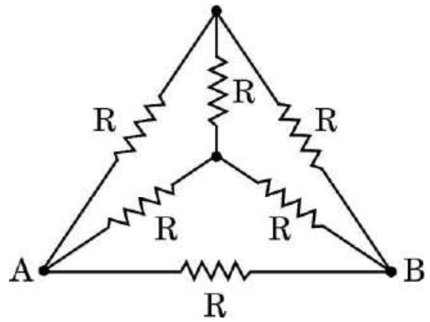
(b) (i) Write any two advantages of a compound microscope over a simple microscope. Draw a ray diagram for the image formation at the near point by a compound microscope and explain it.

(ii) A thin planoconcave lens with its curved face of radius of curvature R is made of glass of refractive index n_1. It is placed coaxially in contact with a thin equiconvex lens of same radius of curvature of refractive index n_2. Obtain the power of the combination lens. *5*

32. (a) (i) Three batteries E_1, E_2 and E_3 of emfs and internal resistances (4 V, 2 Ω), (2 V, 4 Ω) and (6 V, 2 Ω) respectively are connected as shown in the figure. Find the values of the currents passing through batteries E_1, E_2 and E_3.

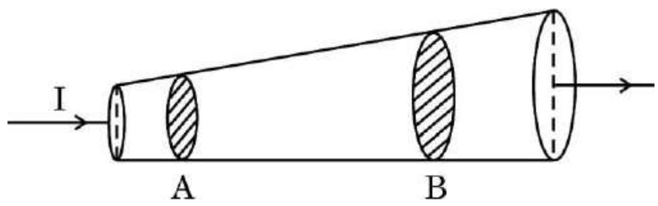


(ii) आरेख में दर्शाए अनुसार छह तारों के सिरों को, जिनमें प्रत्येक का प्रतिरोध R (= 10 Ω) है, संयोजित किया गया है । इस व्यवस्था के बिंदु A और B किसी परिपथ में संयोजित हैं । इनके द्वारा परिपथ को प्रदान किए गए प्रभावी प्रतिरोध का मान ज्ञात कीजिए। 5



अथवा

(ख) (i) आरेख में दर्शाए अनुसार धारा I (= 1 A) परिवर्ती अनुप्रस्थ-काट की कॉपर की किसी छड़ ($n = 8{\cdot}5 \times 10^{28}\ m^{-3}$) से प्रवाहित हो रही है । इस छड़ की लम्बाई के अनुदिश बिंदुओं A और B पर अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल क्रमशः $1{\cdot}0 \times 10^{-7}\ m^2$ और $2{\cdot}0 \times 10^{-7}\ m^2$ हैं । परिकलित कीजिए :

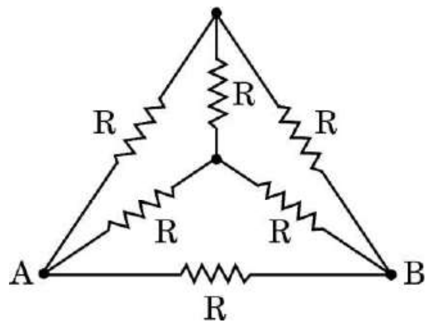


(I) बिंदुओं A और B पर विद्युत-क्षेत्रों का अनुपात ।

(II) बिंदु B पर मुक्त इलेक्ट्रॉनों का अपवाह वेग।

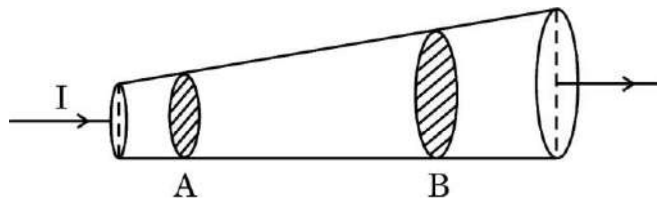
(ii) दो बिंदु आवेश q_1 (= 16 μC) तथा q_2 (= 1 μC) बिंदुओं $\vec{r_1} = (3\ m)\hat{i}$ तथा $\vec{r_2} = (4\ m)\hat{j}$ पर स्थित हैं। बिंदु $\vec{r} = (3\ m)\hat{i} + (4\ m)\hat{j}$ पर नेट विद्युत-क्षेत्र $\vec{E}$ ज्ञात कीजिए। 5

(ii) The ends of six wires, each of resistance R (= 10 Ω) are joined as shown in the figure. The points A and B of the arrangement are connected in a circuit. Find the value of the effective resistance offered by it to the circuit. *5*



OR

(b) (i) Current I (= 1 A) is passing through a copper rod ($n = 8{\cdot}5 \times 10^{28}\ m^{-3}$) of varying cross-sections as shown in the figure. The areas of cross-section at points A and B along its length are $1{\cdot}0 \times 10^{-7}\ m^2$ and $2{\cdot}0 \times 10^{-7}\ m^2$ respectively. Calculate :



(I) the ratio of electric fields at points A and B.

(II) the drift velocity of free electrons at point B.

(ii) Two point charges q_1 (= 16 μC) and q_2(= 1 μC) are placed at points $\vec{r}_1 = (3\ m)\hat{i}$ and $\vec{r}_2 = (4\ m)\hat{j}$. Find the net electric field $\vec{E}$ at point $\vec{r} = (3\ m)\hat{i} + (4\ m)\hat{j}$. *5*

33. (क) (i) किसी कुण्डली के स्व-प्रेरकत्व की परिभाषा लिखिए। स्व-प्रेरकत्व L की किसी कुण्डली में धारा I स्थापित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ii) 10 mH और 20 mH स्व-प्रेरकत्व के दो प्रेरकों से प्रवाहित धाराओं में समय के साथ समान दर से वृद्धि हो रही है।

नीचे दिए गए विचरणों को दर्शाने के लिए ग्राफ खींचिए :

(I) प्रत्येक प्रेरक में प्रेरित वि.वा. बल (emf) के परिमाण और धारा में परिवर्तन की दर के बीच।

(II) प्रत्येक प्रेरक में संचित ऊर्जा और उससे प्रवाहित धारा के बीच। *5*

अथवा

(ख) (i) अन्योन्य प्रेरकत्व पद की परिभाषा लिखिए। समान लम्बाई परन्तु विभिन्न त्रिज्याओं और विभिन्न फेरों की संख्या वाली दो लम्बी समाक्ष परिनालिकाओं के अन्योन्य प्रेरकत्व के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ii) किसी प्रेरक से प्रवाहित धारा में एकसमान रूप से 40 s में शून्य से 2 A की वृद्धि की गई है। इस अवधि में 5 mV का वि.वा. बल (emf) प्रेरित होता है। $t = 10$ s पर प्रेरक से संबद्ध फ्लक्स ज्ञात कीजिए। *5*

33. (a) (i) Define self-inductance of a coil. Derive the expression for the energy required to build up a current I in a coil of self-inductance L.

(ii) The currents passing through two inductors of self-inductances 10 mH and 20 mH increase with time at the same rate.

Draw graphs showing the variation of :

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

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

OR

(b) (i) Define the term mutual inductance. Deduce the expression for the mutual inductance of two long coaxial solenoids of the same length having different radii and different number of turns.

(ii) The current through an inductor is uniformly increased from zero to 2 A in 40 s. An emf of 5 mV is induced during this period. Find the flux linked with the inductor at t = 10 s. *5*