Series : XYW1Z

SET ~ 2

रोल नं.

Roll No.

कोड नं.
Code No. **55/1/2**

परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें ।

Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

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

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

नोट / NOTE

(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ **23** हैं ।

Please check that this question paper contains **23** printed pages.

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

Please check that this question paper contains **33** questions.

(III) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें ।

Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.

(IV) **कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में यथा स्थान पर प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें ।**

Please write down the serial number of the question in the answer-book at the given place before attempting it.

(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है । प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा । 10.15 बजे से 10.30 बजे तक परीक्षार्थी केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे ।

15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the candidates will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

~

सामान्य निर्देश :

निम्नलिखित निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़िए और उनका पालन कीजिए :

(i) *इस प्रश्न-पत्र में* ***33*** *प्रश्न हैं ।* ***सभी*** *प्रश्न* ***अनिवार्य*** *हैं ।*

(ii) *यह प्रश्न-पत्र* ***पाँच*** *खण्डों में विभाजित है – खण्ड–**क, ख, ग, घ** तथा **ङ** ।*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ 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) = 9.1×10^{-31} kg.

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1.675×10^{-27} kg.

प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1.673×10^{-27} kg.

आवोगाद्रो संख्या = 6.023×10^{23} प्रति ग्राम मोल

बोल्ट्ज़मान नियतांक = 1.38×10^{-23} JK^{-1}

~

General Instructions :

Read the following instructions very carefully and follow them :

(i) *This question paper contains **33** questions. **All** questions are **compulsory**.*

(ii) *Question paper is divided into **FIVE** sections – Sections **A**, **B**, **C**, **D** and **E**.*

(iii) *In **Section A :** Question numbers **1** to **16** are Multiple Choice (MCQ) type questions. Each question carries **1** mark.*

(iv) *In **Section B :** Question numbers **17** to **21** are Very Short Answer (VSA) type questions. Each question carries **2** marks.*

(v) *In **Section C :** Question numbers **22** to **28** are Short Answer (SA) type questions. Each question carries **3** marks.*

(vi) *In **Section D :** Question numbers **29** & **30** are Case Study-Based questions. Each question carries **4** marks.*

(vii) *In **Section E :** Question numbers **31** to **33** are Long Answer (LA) type questions. Each question carries **5** marks.*

(viii) *There is no overall choice given in the question paper. However, an internal choice has been provided in few questions in all the Sections except Section A.*

(ix) *Kindly note that there is a separate question paper for Visually Impaired candidates.*

(x) *Use of calculators is NOT allowed.*

You may use the following values of physical constants wherever necessary :

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

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

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

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

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ 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) = 9.1×10^{-31} kg.

Mass of neutron = 1.675×10^{-27} kg.

Mass of proton = 1.673×10^{-27} kg.

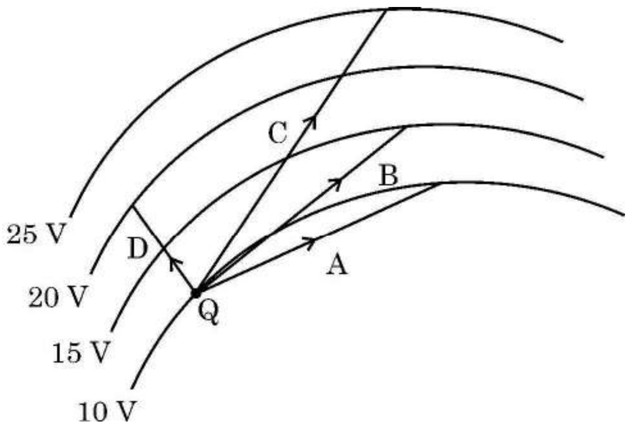
Avogadro's number = 6.023×10^{23} per gram mole

Boltzmann's constant = 1.38×10^{-23} JK^{-1}

~

खण्ड – क

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



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

2. लम्बाई L और त्रिज्या r के किसी तार का प्रतिरोध R है । समान पदार्थ के निम्नलिखित में से किस तार का प्रतिरोध $\frac{R}{2}$ होगा ? 1

(A) समान त्रिज्या का लम्बाई में दो गुना तार (B) समान त्रिज्या का लम्बाई में आधा तार
(C) समान लम्बाई का दो गुनी त्रिज्या का तार (D) समान लम्बाई का आधी त्रिज्या का तार

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

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

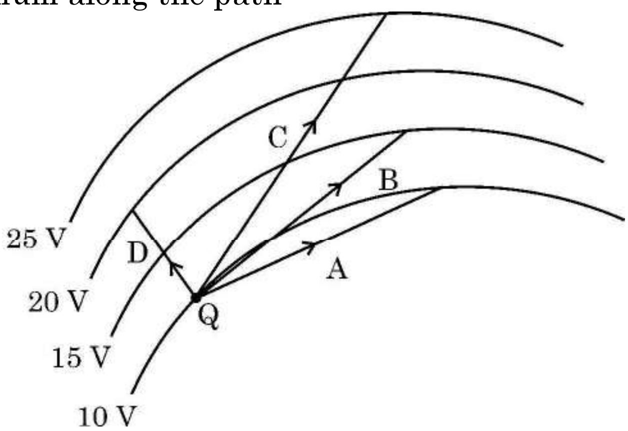
4. व्यास 15 mm तथा 300 फेरों की किसी कुण्डली को 30 mT के चुम्बकीय क्षेत्र में इस प्रकार रखा गया है कि कुण्डली का तल चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत हो । क्षेत्र की तीव्रता को एकसमान रूप से घटाते हुए 20 ms में शून्य कर दिया गया और फिर से एकसमान रूप से 40 ms में 30 mT तक बढ़ाया गया । यदि दो समय अन्तरालों में प्रेरित emf क्रमश: e_1 और e_2 हैं तो e_1/e_2 का मान है – 1

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

~

SECTION – A

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



(A) A (B) B

(C) C (D) D

2. The resistance of a wire of length L and radius r is R. Which one of the following would provide a wire of the same material of resistance $\frac{R}{2}$? **1**

(A) Using a wire of same radius and twice the length

(B) Using a wire of same radius and half length

(C) Using a wire of same length and twice the radius

(D) Using a wire of same length and half the radius

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

(A) $(2\hat{j} + 3\hat{k})$ mN (B) $(-3\hat{j} + 2\hat{k})$ μN

(C) $(6\hat{j} + 4\hat{k})$ mN (D) $(-4\hat{j} + 6\hat{k})$ μN

4. A circular coil of diameter 15 mm having 300 turns is placed in a magnetic field of 30 mT such that the plane of the coil is perpendicular to the direction of magnetic field. The magnetic field is reduced uniformly to zero in 20 ms and again increased uniformly to 30 mT in 40 ms. If the emfs induced in the two time intervals are e_1 and e_2 respectively, then the value of e_1/e_2 is **1**

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

(C) 2 (D) 4

~

5. आपको 0.016 H प्रेरकत्व की 0.81 m लम्बी और 0.02 m त्रिज्या की वायु से भरी परिनालिका की अभिकल्पना करनी है । इस परिनालिका में फेरों की संख्या होनी चाहिए **1**

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

6. किसी परिपथ पर वोल्टता $v = v_0 \sin \omega t$ अनुप्रयुक्त करने पर उस परिपथ में धारा $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ प्रवाहित होती है । एक चक्र में इस परिपथ में औसत शक्ति खपत है – **1**

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

7. विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सूक्ष्म तरंगों से X-किरणों तक (सभी निर्वात में) होने वाले अभिलाक्षणिक परिवर्तन का निम्नलिखित में से कौन सा सही निरूपण करता है ? **1**

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

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

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

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

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

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

9. कोई स्रोत आवृत्ति 5.0×10^{14} Hz और उत्सर्जित क्षमता 3.31 mW का एकवर्णी प्रकाश उत्पन्न करता है । इस स्रोत द्वारा औसतन प्रति सेकण्ड उत्सर्जित होने वाले फोटॉनों की संख्या है **1**

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

~

5. You are required to design an air-filled solenoid of inductance 0.016 H having a length 0.81 m and radius 0.02 m. The number of turns in the solenoid should be **1**

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

6. A voltage $\nu = \nu_0 \sin \omega t$ applied to a circuit drives a current $i = i_0 \sin (\omega t + \phi)$ in the circuit. The average power consumed in the circuit over a cycle is **1**

(A) Zero (B) $i_0 \nu_0 \cos \phi$
(C) $\frac{i_0 \nu_0}{2}$ (D) $\frac{i_0 \nu_0}{2} \cos \phi$

7. Which one of the following correctly represents the change in wave characteristics (all in vacuum) from microwaves to X-rays in electromagnetic spectrum ? **1**

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

8. The speed of light in two media '1' and '2' are ν_1 and ν_2 ($> \nu_1$) respectively. For a ray of light to undergo total internal reflection at the interface of these two media, it must be incident from **1**

(A) medium '1' and at an angle greater than $\sin^{-1}\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$

(B) medium '1' and at an angle greater than $\cos^{-1}\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$

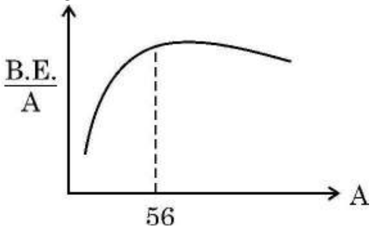
(C) medium '2' and at an angle greater than $\sin^{-1}\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$

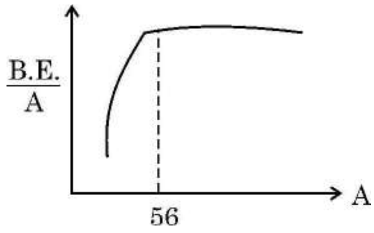
(D) medium '2' and at an angle greater than $\cos^{-1}\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)$

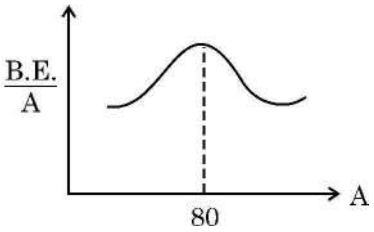
9. A source produces monochromatic light of frequency 5.0×10^{14} Hz and the power emitted is 3.31 mW. The number of photons emitted per second by the source, on an average is **1**

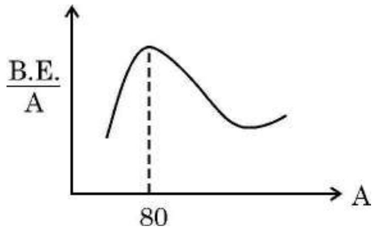
(A) 10^{16} (B) 10^{24}
(C) 10^{10} (D) 10^{20}

10. नीचे दिया गया कौन सा आरेख द्रव्यमान संख्या के फलन के रूप में बंधन-ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन के वक्र की सही आकृति का निरूपण करता है ? 1

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

11. जब कोई p-n संधि डायोड अग्रदिशिक बायसित होता है तो 1
   (A) रोधिका की ऊँचाई और ह्रासी स्तर की चौड़ाई दोनों में वृद्धि होती है ।
   (B) रोधिका की ऊँचाई में वृद्धि तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई में कमी होती है ।
   (C) रोधिका की ऊँचाई और ह्रासी स्तर की चौड़ाई दोनों में कमी होती है ।
   (D) रोधिका की ऊँचाई में कमी तथा ह्रासी स्तर की चौड़ाई में वृद्धि होती है ।

12. मान लीजिए समान चाल से गतिमान किसी इलेक्ट्रॉन, किसी प्रोटॉन और किसी ड्यूटेरॉन से संबद्ध तरंगदैर्ध्य क्रमश: λ_e, λ_p तथा λ_d हैं । तब इन तरंगदैर्ध्यों के बीच सही संबंध है – 1
   (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$
   (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
   (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$
   (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

नोट : प्रश्न संख्या **13** से **16** में दो कथन दिए गए हैं – एक को अभिकथन (A) तथा दूसरे को कारण (R) लेबल किया गया है । इन प्रश्नों के सही उत्तरों का नीचे दिए कोड (A), (B), (C) और (D) में से चयन कीजिए :

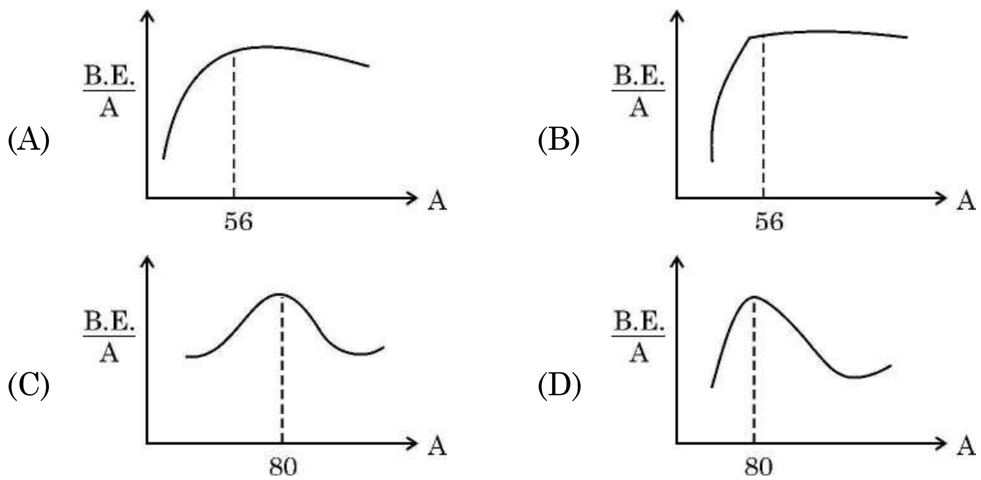
(A) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या है ।
(B) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं, परंतु कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है ।
(C) अभिकथन (A) सत्य है, परन्तु कारण (R) असत्य है ।
(D) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों ही असत्य हैं ।

13. **अभिकथन (A) :** हाइड्रोजन परमाणु में किसी स्थिर कक्षा में परिक्रमण करते किसी इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा धनात्मक होती है । 1

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

~

10. Which of the following figures correctly represent the shape of curve of binding energy per nucleon as a function of mass number ? **1**



11. When a p-n junction diode is forward biased **1**
   (A) the barrier height and the depletion layer width both increase.
   (B) the barrier height increases and the depletion layer width decreases.
   (C) the barrier height and the depletion layer width both decrease.
   (D) the barrier height decreases and the depletion layer width increases.

12. Let λ_e, λ_p and λ_d be the wavelengths associated with an electron, a proton and a deuteron, all moving with the same speed. Then the correct relation between them is **1**
   (A) $\lambda_d > \lambda_p > \lambda_e$
   (B) $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_d$
   (C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_d$
   (D) $\lambda_e = \lambda_p = \lambda_d$

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

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

13. **Assertion (A) :** The potential energy of an electron revolving in any stationary orbit in a hydrogen atom is positive. **1**
   Reason (R) : The total energy of a charged particle is always positive.

14. **अभिकथन (A)** : हम किसी p-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब को किसी n-प्रकार के अर्धचालक के किसी स्लैब से भौतिक रूप से जोड़कर किसी p-n संधि डायोड की रचना नहीं कर सकते हैं । 1

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

15. **अभिकथन (A)** : किसी गैल्वेनोमीटर में विक्षेपण उससे प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है । 1

कारण (R) : किसी गैल्वेनोमीटर की कुण्डली एकसमान त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित होती है ।

16. **अभिकथन (A)** : जब कोई अधिक फेरों की संख्या वाली कुण्डली का परिपथ बन्द होता है, तो उसके अन्दर की ओर किसी चुम्बक को गति कराना कठिन होता है । 1

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

खण्ड – ख

17. यह दर्शाइए कि $\vec{E} = \rho \vec{j}$ ओम के नियम की ओर निर्दिष्ट करता है । उस स्थिति का उल्लेख कीजिए जिसमें किसी पदार्थ के लिए ओम का नियम वैध नहीं होता है । 2

18. (a) विवर्तन के किसी प्रयोग में झिरी को 600 nm तरंगदैर्ध्य के प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया गया है । विवर्तन पैटर्न का पहला निम्निष्ठ $\theta = 30^\circ$ पर पड़ता है । झिरी की चौड़ाई परिकलित कीजिए । 2

अथवा

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

19. वक्रता त्रिज्या R का गोलीय उत्तल पृष्ठ काँच (अपवर्तनांक 1.5) को वायु से पृथक करता है । वायु में इस पृष्ठ से R/2 दूरी पर स्थित किसी बिन्दु स्रोत से प्रकाश इस पृष्ठ पर पड़ रहा है । बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थिति और प्रकृति ज्ञात कीजिए । 2

20. बोर के हाइड्रोजन परमाणु की किसी कक्षा में किसी इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा – 3.4 eV है । इसका कोणीय संवेग ज्ञात कीजिए । 2

21. किसी p-प्रकार के Si-अर्धचालक को औसतन एक अपमिश्रक परमाणु प्रति 5×10^7 सिलिकॉन परमाणु द्वारा अपमिश्रित (मादित) करके बनाया गया है । यदि नमूने में सिलिकॉन परमाणुओं का संख्या घनत्व 5×10^{28} परमाणु प्रति घनमीटर है, तो मादन (अपमिश्रण) द्वारा नमूने में प्रति घन सेन्टीमीटर निर्मित होलों (विवरों) की संख्या ज्ञात कीजिए । इस प्रकार के अपमिश्रक का एक उदाहरण भी दीजिए । 2

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

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

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

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

16. **Assertion (A)** : It is difficult to move a magnet into a coil of large number of turns when the circuit of the coil is closed. 1

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

SECTION – B

17. Show that $\vec{E} = \rho \vec{j}$ leads to Ohm's law. Write a condition in which the Ohm's law is not valid for a material. 2

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

OR

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

19. A spherical convex surface of radius of curvature R separates glass (refractive index 1.5) from air. Light from a point source placed in air at distance R/2 from the surface falls on it. Find the position and nature of the image formed. 2

20. The energy of an electron in an orbit of Bohr hydrogen atom is –3.4 eV. Find its angular momentum. 2

21. A p-type Si semiconductor is made by doping an average of one dopant atom per 5×10^7 silicon atoms. If the number density of silicon atoms in the specimen is 5×10^{28} atoms m^{-3}, find the number of holes created per cubic centimetre in the specimen due to doping. Also give one example of such dopants. 2

~

खण्ड – ग

22. (a) 3V और 6V की दो बैटरियाँ, जिनके आन्तरिक प्रतिरोध क्रमशः 0.2 Ω और 0.4 Ω हैं, पार्श्व में संयोजित हैं । यह संयोजन 4 Ω के किसी प्रतिरोधक से संयोजित है । ज्ञात कीजिए : **3**

(i) संयोजन का तुल्य emf

(ii) संयोजन का तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध

(iii) संयोजन से ली गयी धारा

अथवा

(b) (i) लम्बाई l का कोई चालक emf E के किसी आदर्श सेल के सिरों से संयोजित है । सेल से संयोजित रखते हुए इस चालक को धीरे-धीरे खींचकर इसकी लम्बाई को $2l$ किया गया है । यदि प्रारम्भिक और अंतिम प्रतिरोध के मान R और R′ तथा अपवाह वेग के प्रारम्भिक और अन्तिम मान v_d और v_d' हैं, तो (i) R′ और R तथा (ii) v_d' और v_d के बीच संबंध ज्ञात कीजिए ।

(ii) जब किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों का अपवाह निम्न से उच्च विभव की ओर होता है, तब इसका क्या यह अर्थ है कि चालक के सभी 'मुक्त इलेक्ट्रॉन' एक ही दिशा में गतिमान हैं ?

23. (a) किसी धारावाही कुण्डली के चुम्बकीय आघूर्ण की परिभाषा दीजिए तथा इसका SI मात्रक लिखिए ।

(b) क्षेत्रफल 1.5×10^{-3} m^3 और 60 फेरों की कोई कुण्डली जिससे 2A धारा प्रवाहित हो रही है किसी ऊर्ध्वाधर तल में रखी है । किसी क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर यह 0.12 Nm बल-आघूर्ण का अनुभव करती है । इस चुम्बकीय क्षेत्र में कुण्डली को उसके व्यास के परितः 90° के कोण पर घूर्णित कराने पर उस पर कार्यरत बल-आघूर्ण 0.05 Nm हो जाता है । चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण ज्ञात कीजिए । **3**

24. दो लम्बी समाक्ष परिनालिकाओं S_1 और S_2 पर विचार कीजिए जिनमें प्रत्येक की लम्बाई l ($>> r_2$) तथा त्रिज्याएँ r_1 और r_2 ($r_2 > r_1$) हैं । इनमें प्रति एकांक लम्बाई फेरों की संख्या क्रमशः n_1 और n_2 है । परिनालिका S_2 के सापेक्ष परिनालिका S_1 के अन्योन्य प्रेरकत्व M_{12} के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । यह दर्शाइए कि $M_{21} = M_{12}$. **3**

25. (a) किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र को किसी ac स्रोत द्वारा आवेशित किया गया है । यदि दर्शाइए कि चालन धारा (I_c) और विस्थापन धारा (I_d) के योग का मान परिपथ के प्रत्येक बिन्दु पर समान होता है । **3**

(b) क्या उपरोक्त प्रकरण (a) में किरखोफ का पहला नियम (संधि नियम) संधारित्र की प्रत्येक पट्टिका पर वैध है ? व्याख्या कीजिए ।

~

SECTION – C

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

(i) the equivalent emf of the combination

(ii) the equivalent internal resistance of the combination

(iii) the current drawn from the combination

OR

(b) (i) A conductor of length l is connected across an ideal cell of emf E. Keeping the cell connected, the length of the conductor is increased to $2l$ by gradually stretching it. If R and R′ are initial and final values of resistance and v_d and v_d' are initial and final values of drift velocity, find the relation between (i) R′ and R and (ii) v_d' and v_d.

(ii) When electrons drift in a conductor from lower to higher potential, does it mean that all the 'free electrons' of the conductor are moving in the same direction ?

23. (a) Define magnetic moment of a current-carrying coil. Write its SI unit.

(b) A coil of 60 turns and area 1.5×10^{-3} m^3 carrying 2A current lies in a vertical plane. It experiences a torque of 0.12 Nm when placed in a uniform horizontal magnetic field. The torque acting on the coil changes to 0.05 Nm after the coil is rotated about its diameter by 90°, in the magnetic field. Find the magnitude of the magnetic field. **3**

24. Consider two long co-axial solenoids S_1 and S_2, each of length l ($>> r_2$) and of radius r_1 and r_2 ($r_2 > r_1$). The number of turns per unit length are n_1 and n_2 respectively. Derive an expression for mutual inductance M_{12} of solenoid S_1 with respect to solenoid S_2. Show that $M_{21} = M_{12}$. **3**

25. (a) A parallel plate capacitor is charged by an ac source. Show that the sum of conduction current (I_c) and the displacement current (I_d) has the same value at all points of the circuit. **3**

(b) In case (a) above, is Kirchhoff's first rule (junction rule) valid at each plate of the capacitor ? Explain.

26. (a) किसी प्रकाशीय उत्सर्जक पदार्थ के लिए निरोधी विभव V_0 के फलन के रूप में आपतित विकिरणों की आवृत्ति ν का ग्राफ खींचिए । निरोधी विभव के अक्ष पर अपरोधन के मान से क्या सूचना प्राप्त की जा सकती है ? **3**

(b) गतिज ऊर्जा 80 eV के किसी इलेक्ट्रॉन का (i) संवेग तथा (ii) दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य परिकलित कीजिए ।

27. (a) किसी p-n संधि डायोड के V-I अभिलाक्षणिकों का अध्ययन करने के लिए परिपथ व्यवस्था खींचिए । **3**

(b) किसी डायोड के अभिलाक्षणिकों की आकृति दर्शाइए ।

(c) इन अभिलाक्षणिकों से जो दो सूचनाएँ आपको प्राप्त हो सकती हैं उनका उल्लेख कीजिए ।

28. (a) किसी नाभिक की 'द्रव्यमान क्षति' और 'बन्धन ऊर्जा' की परिभाषा लिखिए । बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लिऑन के आधार पर 'विखण्डन प्रक्रम' का वर्णन कीजिए । **3**

(b) किसी ड्यूटेरॉन में एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन है तथा उसका द्रव्यमान 2.013553 u है । इसके लिए द्रव्यमान क्षति u में तथा इसकी ऊर्जा तुल्य MeV में परिकलित कीजिए ।

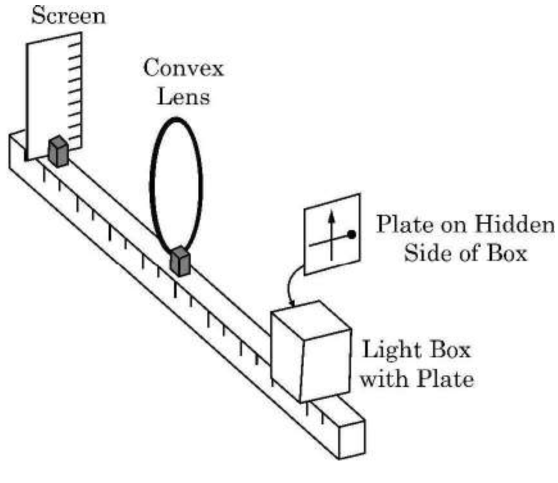
(m_p = 1.007277 u; m_n = 1.008665 u, 1u = 931.5 MeV/c^2)

खण्ड – घ

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

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

(i)



~

26. (a) Draw a plot of frequency ν of incident radiations as a function of stopping potential V_0 for a given photo emissive material. What information can be obtained from the value of the intercept on the stopping potential axis ? **3**

(b) Calculate : (i) the momentum and (ii) de Broglie wavelength, of an electron with kinetic energy of 80 eV.

27. (a) Draw circuit arrangement for studying V-I characteristics of a p-n junction diode. **3**

(b) Show the shape of the characteristics of a diode.

(c) Mention two information that you can get from these characteristics.

28. (a) Define 'Mass defect' and 'Binding energy' of a nucleus. Describe 'Fission process' on the basis of binding energy per nucleon. **3**

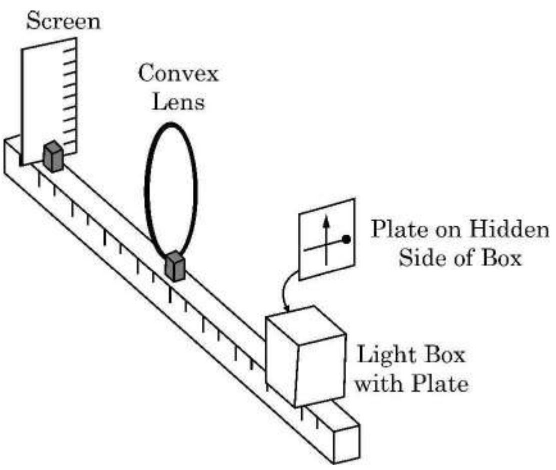
(b) A deuteron contains a proton and a neutron and has a mass of 2.013553 u. Calculate the mass defect for it in u and its energy equivalence in MeV. (m_p = 1.007277 u, m_n = 1.008665 u, 1u = 931.5 MeV/c^2)

SECTION – D

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

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

(i)



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

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

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

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

(A) उत्तल दर्पण के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है ।

(B) किसी दर्पण द्वारा बने सभी आभासी प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन धनात्मक होता है ।

(C) अवतल लेंस के लिए आवर्धन सदैव धनात्मक होता है ।

(D) वास्तविक और उलटे प्रतिबिम्बों के लिए आवर्धन सदैव ऋणात्मक होता है ।

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

(A) f   (B) 2 f

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

अथवा

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

(A) 10 cm   (B) 12 cm

(C) 16 cm   (D) 20 cm

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

(A) $X_1 X_2$ (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$

(C) $\sqrt{X_1 X_2}$ (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$

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

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

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

(ii) Which of the following statements is incorrect ?

(A) For a convex mirror magnification is always negative.

(B) For all virtual images formed by a mirror magnification is positive.

(C) For a concave lens magnification is always positive.

(D) For real and inverted images, magnification is always negative.

(iii) A convex lens of focal length 'f' is cut into two equal parts perpendicular to the principal axis. The focal length of each part will be :

(A) f (B) 2 f

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

OR

(iii) If an object in case (i) above is 20 cm from the lens and the screen is 50 cm away from the object, the focal length of the lens used is

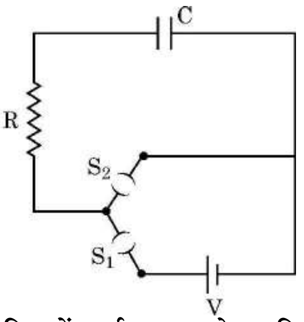
(A) 10 cm (B) 12 cm

(C) 16 cm (D) 20 cm

(iv) The distance of an object from first focal point of a biconvex lens is X_1 and distance of the image from second focal point is X_2. The focal length of the lens is

(A) $X_1 X_2$ (B) $\sqrt{X_1 + X_2}$

(C) $\sqrt{X_1 X_2}$ (D) $\sqrt{\frac{X_2}{X_1}}$

30. 

$4 \times 1 = 4$

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

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

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

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

(i) जब कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है तब संधारित्र पर अंतिम आवेश है –

(A) 5 μC (B) 5 mC

(C) 25 mC (D) 0.1 C

(ii) पर्याप्त समय के लिए कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली रहती है । अब S_2 को बन्द तथा S_1 को खोल दिया गया है । संधारित्र पर अंतिम आवेश क्या है ?

(A) शून्य (B) 5 mC

(C) 2.5 mC (D) 5 μC

(iii) RC के लिए विमीय सूत्र है –

(A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$ (B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$

(C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$ (D) $[M^0 L^0 T A^0]$

(iv) कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है । 5 सेकण्ड के पश्चात प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा है

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

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

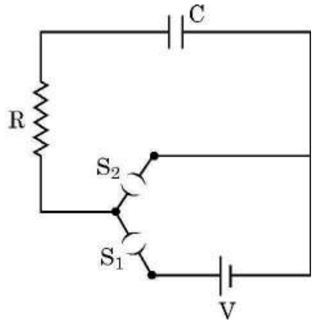
अथवा

(iv) कुंजी S_1 बन्द तथा S_2 खुली है । प्रतिरोधक में आवेशन धारा का आरम्भिक मान है

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

~

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



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

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

Consider the case when R = 20 kΩ, C = 500 μF and V = 10 V.

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

(A) 5 μC (B) 5 mC
(C) 25 mC (D) 0.1 C

(ii) For sufficient time the key S_1 is closed and S_2 is open. Now key S_2 is closed and S_1 is open. What is the final charge on the capacitor ?

(A) Zero (B) 5 mC
(C) 2.5 mC (D) 5 μC

(iii) The dimensional formula for RC is

(A) $[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$ (B) $[M^0 L^0 T^{-1} A^0]$
(C) $[M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$ (D) $[M^0 L^0 T A^0]$

(iv) The key S_1 is closed and S_2 is open. The value of current in the resistor after 5 seconds, is

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

OR

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

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

~

खण्ड – ङ

31. (a) (i) (1) कलासंबद्ध स्रोत क्या होते हैं ? सतत व्यतिकरण पैटर्न का प्रेक्षण करने के लिए इनका होना आवश्यक क्यों है ? **5**

(2) दो स्वतंत्र स्रोतों के प्रकाश कलासंबद्ध नहीं होते हैं । व्याख्या कीजिए ।

(ii) किसी पर्दे से 1.20 m की दूरी पर एक दूसरे से 0.1 mm दूरी पर दो झिरियाँ व्यवस्थित की गयी हैं । इन झिरियों पर किसी दूरस्थ प्रकाश स्रोत से 600 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश आपतन कर रहा है ।

(1) पर्दे पर निकटवर्ती चमकीली व्यतिकरण फ्रिंजों के बीच कितनी दूरी होगी ?

(2) पहली चमकीली फ्रिंज की कोणीय चौड़ाई (अंशों में) ज्ञात कीजिए ।

अथवा

(b) (i) तरंगाग्र की परिभाषा लिखिए । कोई आपतित समतल तरंग किसी उत्तल लेंस पर आपतन करती है और उससे अपवर्तित हो जाती है । आपतित और अपवर्तित तरंगाग्रों को आरेख खींचकर दर्शाइए ।

(ii) किसी दूरस्थ स्रोत से आता कोई प्रकाश पुंज 15 cm त्रिज्या की किसी काँच (अपवर्तनांक 1.5) की गोल गेंद द्वारा अपवर्तित होता है । किरण आरेख खींचकर बनने वाले अंतिम प्रतिबिम्ब की स्थिति प्राप्त कीजिए ।

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

(ii) वायु में स्थित दो चालकों के किसी निकाय पर नेट आवेश + 80μC तथा – 80μC है जो उनके बीच 16V का विभवान्तर उत्पन्न करता है ।

(1) निकाय की धारिता ज्ञात कीजिए ।

(2) यदि संधारित्र में वायु के स्थान पर परावैद्युतांक 3 का कोई परावैद्युत माध्यम भर दिया जाए तो दो चालकों के बीच विभवान्तर क्या होगा ?

(3) यदि इन चालकों पर आवेशों को परिवर्तित करके + 160 μC और – 160 μC कर दिया जाए तो क्या निकाय की धारिता में कोई परिवर्तन होगा ? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए ।

अथवा

SECTION – E

31. (a) (i) (1) What are coherent sources ? Why are they necessary for observing a sustained interference pattern ? **5**

(2) Lights from two independent sources are not coherent. Explain.

(ii) Two slits 0.1 mm apart are arranged 1.20 m from a screen. Light of wavelength 600 nm from a distant source is incident on the slits.

(1) How far apart will adjacent bright interference fringes be on the screen ?

(2) Find the angular width (in degree) of the first bright fringe.

OR

(b) (i) Define a wavefront. An incident plane wave falls on a convex lens and gets refracted through it. Draw a diagram to show the incident and refracted wavefront.

(ii) A beam of light coming from a distant source is refracted by a spherical glass ball (refractive index 1.5) of radius 15 cm. Draw the ray diagram and obtain the position of the final image formed.

32. (a) (i) Two point charges 5 μC and –1 μC are placed at points (–3 cm, 0, 0) and (3 cm, 0, 0) respectively. An external electric field $\vec{E} = \frac{A}{r^2}\hat{r}$ where $A = 3 \times 10^5$ Vm is switched on in the region. Calculate the change in electrostatic energy of the system due to the electric field. **5**

(ii) A system of two conductors is placed in air and they have net charge of +80μC and –80μC which causes a potential difference of 16 V between them.

(1) Find the capacitance of the system.

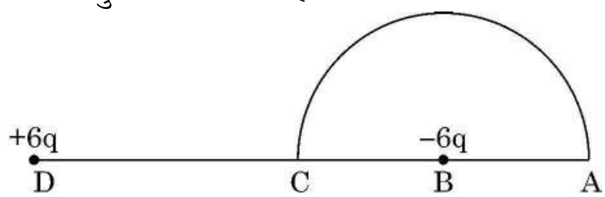
(2) If the air between the capacitor is replaced by a dielectric medium of dielectric constant 3, what will be the potential difference between the two conductors ?

(3) If the charges on two conductors are changed to +160 μC and –160 μC, will the capacitance of the system change ? Give reason for your answer.

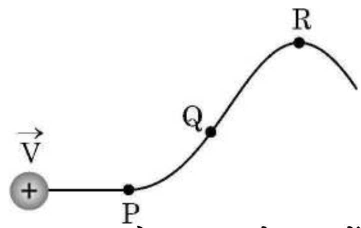
OR

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

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



33. (a) (i) किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में वेग $\vec{V}$ से गतिमान कोई प्रोटॉन आरेख में दर्शाए अनुसार पथ संरेखित करता है । **5**



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

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

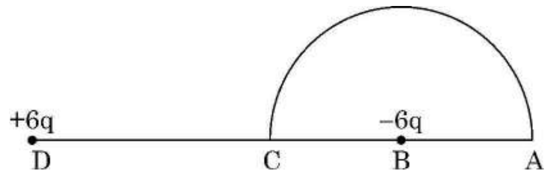
अथवा

(b) (i) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में निलंबित किसी आयताकार धारा पाश पर कार्यरत बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

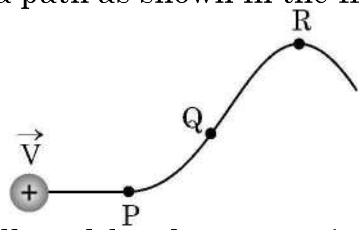
(ii) किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में कोई आवेशित कण वेग $\vec{V}$ से वर्तुल मार्ग पर गमन कर रहा है । इस आवेशित कण को किसी लैड की चादर से गुजारा जाता है जिसके फलस्वरूप इसकी गति की दिशा में बिना कोई परिवर्तन हुए इसकी गतिज ऊर्जा घटकर आधी रह जाती है । इस कण के (1) पथ की त्रिज्या तथा (2) परिक्रमण के आवर्तकाल में क्या परिवर्तन होगा ?

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

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



33. (a) (i) A proton moving with velocity $\vec{V}$ in a non-uniform magnetic field traces a path as shown in the figure. **5**



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

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

OR

(b) (i) Derive an expression for the torque acting on a rectangular current loop suspended in a uniform magnetic field.

(ii) A charged particle is moving in a circular path with velocity $\vec{V}$ in a uniform magnetic field $\vec{B}$. It is made to pass through a sheet of lead and as a consequence, it looses one half of its kinetic energy without change in its direction. How will (1) the radius of its path (2) its time period of revolution change ?

~