

**JEE Adv. May 2025**  
**Question Paper With Text Solution**  
**18 May | Paper-1**

**PHYSICS**



**JEE Main & Advanced | XI-XII Foundation | VI-X Pre-Foundation**

**Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911**  
**Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)**

---

**SECTION 1 (Maximum Marks: 12)**

- This section contains **FOUR (04)** questions.
- Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONLY ONE** of these four options is the correct answer.
- For each question, choose the option corresponding to the correct answer.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme :

Full Marks : +3 If **ONLY** the correct option is chosen;

Zero Marks : 0 If none of the options is chosen (i.e. the question is unanswered);

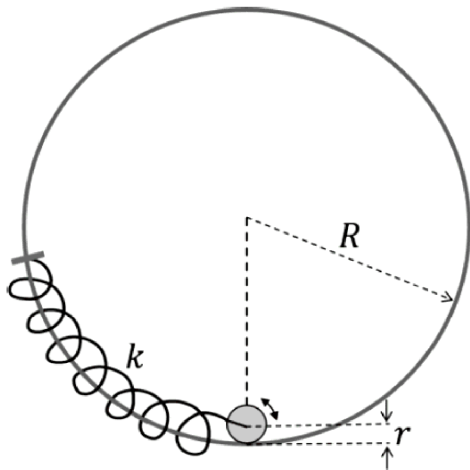
Negative Marks : -1 In all other cases.

1. The center of a disk of radius  $r$  and mass  $m$  and mass is attached to a spring of spring constant  $k$ , inside a ring of radius  $R > r$  as shown in the figure. The other end of the spring is attached on the periphery of the ring. Both the ring and the disk are in the same vertical plane. The disk can only roll along the inside periphery of the ring, without slipping. The spring can only be stretched or compressed along the periphery of the ring, following the Hooke's law. In equilibrium, the disk is at the bottom of the ring. Assuming small displacement of the disc, the time period of oscillation of center of mass of the disk is written as  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ . The correct expression for  $\omega$  is ( $g$  is the acceleration due to gravity) :

एक  $r$  त्रिज्या तथा  $m$  द्रव्यमान वाले डिस्क के केन्द्र को, एक  $R > r$  त्रिज्या वाले वलय (ring) के अन्दर चित्रानुसार एक  $k$  कमानी (spring constant) वाली कमानी (spring) से संलग्न किया गया है। कमानी के दूसरे छोर को वलय की परिधि (periphery) पर संलग्न किया गया है। वलय और डिस्क दोनों एक ही ऊर्ध्वाधर तल में हैं। डिस्क वलय की आंतरिक परिधि के अनुदिश बिना फिसले केवल लुढ़क सकती है। कमानी वलय की परिधि के अनुदिश ही हूक (Hooke) के नियमानुसार खिंच या सिकुड़ सकती है। साम्यावस्था में, डिस्क वलय की तली में है। डिस्क के साम्यावस्था से लघु विस्थापन के लिए, डिस्क के द्रव्यमान केंद्र के दोलनों

(oscillations) के दोलनकाल को  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  लिखा जाता है।  $\omega$  के लिए सही व्यंजक (expression) है :

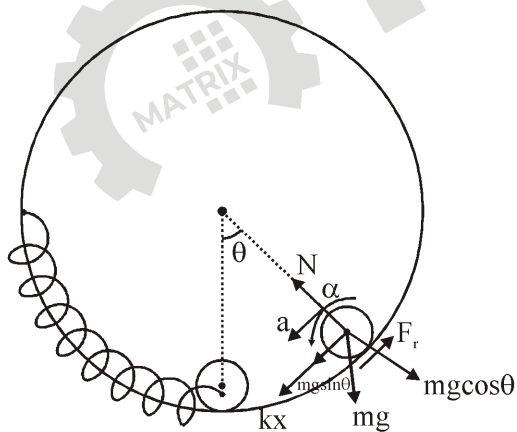
( $g$  गुरुत्वीय त्वरण है)



- (A)  $\sqrt{\frac{2}{3} \left( \frac{g}{R-r} + \frac{k}{m} \right)}$  (B)  $\sqrt{\frac{2g}{3(R-r)} + \frac{k}{m}}$  (C)  $\sqrt{\frac{1}{6} \left( \frac{g}{R-r} + \frac{k}{m} \right)}$  (D)  $\sqrt{\frac{1}{4} \left( \frac{g}{R-r} + \frac{k}{m} \right)}$

Ans. A

Sol.



Torque about COM

$$f \times r = \left( \frac{mr^2}{2} \right) \alpha \quad \dots(1)$$

**MATRIX JEE ACADEMY**

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



no slipping

$$\alpha = \frac{a}{r} \quad \dots(2)$$

From (1) & (2)

$$f = \frac{ma}{2} \quad \dots(3)$$

$[F_{\text{net}} = ma]$  along tangential direction

$$kx + mg \sin \theta - f = ma \quad \dots(4)$$

$$kx + mg \sin \theta = f + ma$$

using eq. (3)

$$kx + mg \sin \theta = ma + \frac{ma}{2}$$

$$kx + mg \sin \theta = \frac{3}{2}ma$$

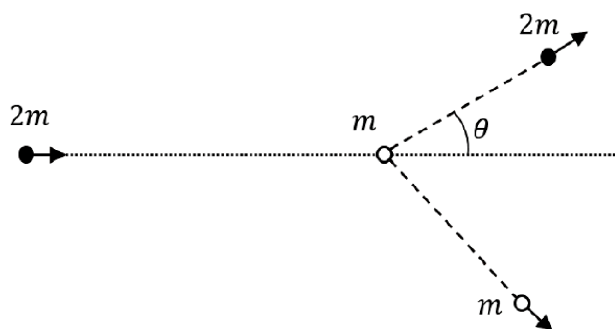
$$\text{here } x = (R - r)\theta$$

$$\frac{2}{3} \left( \frac{k}{m} + \frac{g}{R - r} \right) x = a$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{3} \left( \frac{k}{m} + \frac{g}{R - r} \right)}$$

2. In a scattering experiment, a particle of mass  $2m$  collides with another particle of mass  $m$ , which is initially at rest. Assuming the collision to be perfectly elastic, the maximum angular deviation  $\theta$  of the heavier particle, as shown in the figure, in radians is :

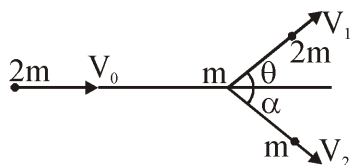
एक प्रकीर्णन (scattering) प्रयोग में एक  $2m$  द्रव्यमान का कण विरामावस्था में स्थित  $m$  द्रव्यमान के दूसरे कण से टकराता है। इस टक्कर (collision) को पूर्ण प्रत्यास्थ (perfectly elastic) मानते हुए, चित्रानुसार भारी कण का अधिकतम विचलन कोण (deviation angle  $\theta$ ) रेडियन में है :



- (A)  $\pi$                       (B)  $\tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$                       (C)  $\frac{\pi}{3}$                       (D)  $\frac{\pi}{6}$

**Ans.** D

**Sol.**



$$(2m) V_1 \sin \theta = m V_2 \sin \alpha$$

$$2V_1 \sin \theta = V_2 \sin \alpha \dots\dots(1)$$

$$2mV_0 = mV_2 \cos \alpha + 2mV_1 \cos \theta$$

$$2V_0 = V_2 \cos \alpha + 2V_1 \cos \theta \dots\dots(2)$$

$$\text{K.E} = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}(2m)V_1^2 = \frac{1}{2}(2m)V_0^2$$

$$V_2^2 + 2V_1^2 = 2V_0^2 \dots\dots(3)$$

Using equation (1) and (2)

$$4V_1^2 + 4V_0^2 - 8V_0V_1 \cos \theta = V_2^2 \dots\dots(4)$$

From equation (3) and (4)

$$4V_1^2 + 4V_0^2 - 8V_0V_1 \cos \theta = 2V_0^2 - 2V_1^2$$

$$6V_1^2 - 8V_0V_1 \cos \theta + 2V_0^2 = 0$$

**MATRIX JEE ACADEMY**

**Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911**

**Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)**



$$\cos \theta = \frac{3V_1^2 + V_0^2}{4V_0V_1}$$

$$-\sin \theta \frac{d\theta}{dV_1} = \frac{(6V_1)(4V_0V_1) - (4V_0)(3V_1^2 + V_0^2)}{(4V_0V_1)^2}$$

$$\text{for } \theta \rightarrow \max, \frac{d\theta}{dV_1} = 0$$

$$0 = (6V_1)(4V_0V_1) - (4V_0)(3V_1^2 + V_0^2)$$

$$0 = 6V_1^2 - 3V_1^2 - V_0^2$$

$$V_1 = \frac{V_0}{\sqrt{3}}$$

$$\cos \theta = \frac{3V_1^2 + V_0^2}{4V_0V_1} = \frac{3\left(\frac{V_0}{\sqrt{3}}\right)^2 + V_0^2}{4V_0\left(\frac{V_0}{\sqrt{3}}\right)}$$

$$\cos \theta = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\theta = 30^\circ$$

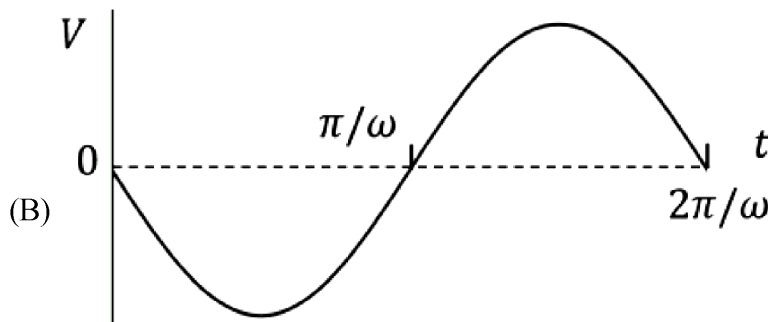
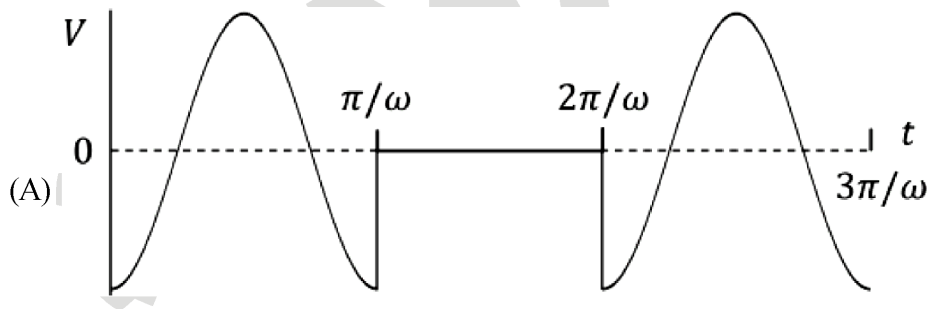
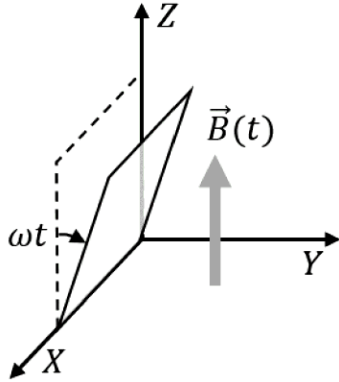
$$\theta = \frac{\pi}{6}$$

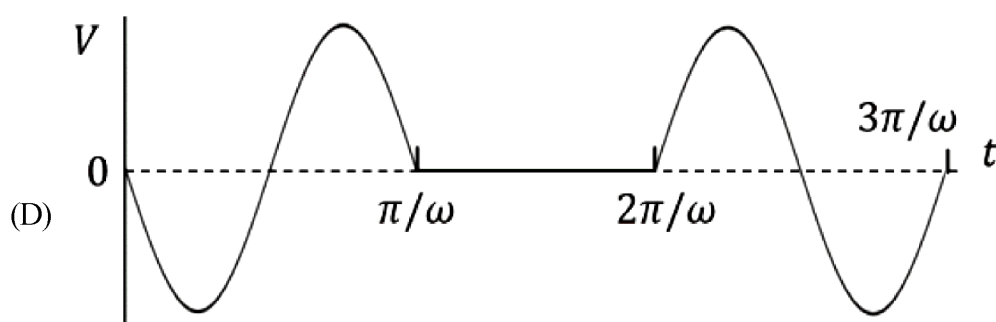
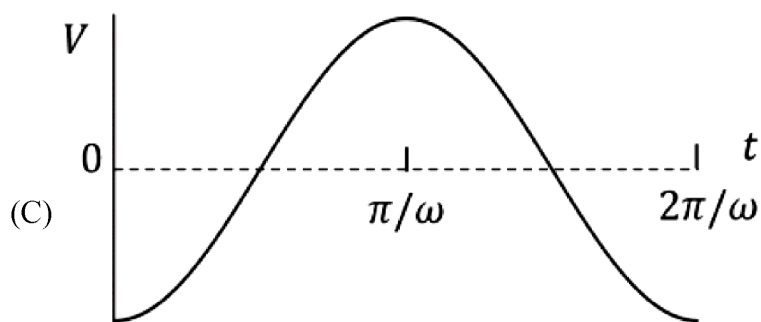
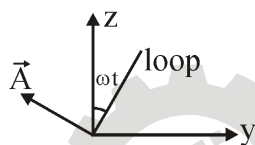
3. A conducting square loop initially lies in the XZ plane with its lower edge hinged along the X-axis. Only in the region  $y \geq 0$ , there is a time dependent magnetic field pointing along the Z-direction,  $\vec{B}(t) = B_0 (\cos \omega t) \hat{k}$ , where  $B_0$  is a constant. The magnetic field is zero everywhere else. At time  $t = 0$ , the loop starts rotating with constant angular speed  $\omega$  about the X axis in the clockwise direction as viewed from the +X axis (as shown in the figure). Ignoring self-inductance of the loop and gravity, which of the following plots correctly represents the induced e.m.f. (V) in the loop as a function of time :

एक वर्गाकार चालकीय पाश (conducting loop) प्रारम्भ में XZ तल में रखा है जिसके निचले किनारे को X-अक्ष के अनुदिश हिंज



(hinge) किया गया है। केवल  $y \geq 0$  वाले भाग (region) में एक Z-दिशा (direction) अनुदिश कालाश्रित (time dependent) चुम्बकीय क्षेत्र (magnetic field),  $\vec{B}(t) = B_0 (\cos \omega t) \hat{k}$  मौजूद है, जहाँ  $B_0$  एक नियतांक है। अन्य भागों में चुम्बकीय क्षेत्र शून्य है। समय  $t = 0$  पर पाश चित्रानुसार दक्षिणावर्त (clockwise) दिशा (+X अक्ष से देखने पर) में एक नियत कोणीय चाल  $\omega$  से X अक्ष के परितः घूर्णन (rotate) शुरू करता है। गुरुत्व और पाश के स्व-प्रेरकत्व (self - inductance) की उपेक्षा करते हुए, निम्न आरेखों (plots) में से कौन सा आरेख पाश में प्रेरित e.m.f. (V) को समय के फलन के साथ उचित रूप से निरूपित करता है :



**Ans.** A**Sol.**

at 't' time

$$\vec{A} = A[-\cos \omega t \hat{j} + \sin \omega t \hat{k}]$$

$$\vec{B} = B_0 \cos \omega t \hat{k}$$

for 0 to  $\frac{\pi}{\omega}$  [first half]

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$\phi = AB_0 \sin \omega t \cos \omega t$$

$$\phi = \frac{AB_0}{2} \sin 2\omega t$$

**MATRIX JEE ACADEMY****Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911****Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)**





$$\text{So, Emf} = \frac{-d\phi}{dt}$$

$$= -AB_0\omega \cos 2\omega t$$

$$\text{for } \frac{\pi}{\omega} \text{ to } \frac{2\pi}{\omega} \text{ [second half]}$$

$$\text{Emf} = 0$$

4. Figure 1 shows the configuration of main scale and Vernier scale before measurement. Fig. 2 shows the configuration corresponding to the measurement of diameter D of a tube. The measured value of D is :

चित्र 1 (Fig. 1) में मापन (measurement) से पहले मुख्य पैमाने और वर्नियर (Vernier) पैमाने का विन्यास दिखाया गया है। एक नलिका (tube) के व्यास D के मापन से संगत विन्यास (configuration) चित्र 2 (Fig. 2) में दिखाया गया है। D का मापित मान है:



Fig. 1

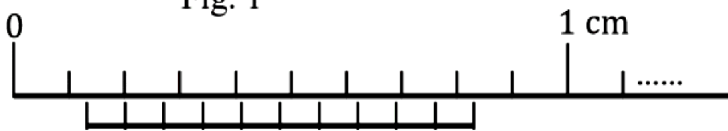


Fig. 2

- (A) 0.12 cm      (B) 0.11 cm      (C) 0.13 cm      (D) 0.14 cm

**Ans.** C

**Sol.** Least count of

$$\text{Vernier scale} = \text{MSD} - \text{VSD}$$

$$\left[ 1 - \frac{7}{10} \right] \text{mm}$$

$$= \left[ \frac{3}{10} \right] \text{mm}$$

Measurement = Main scale Reading + Vernier scale Reading

$$= 1 + \left[ \frac{3}{10} \right] 1$$

= 1.3 mm OR

= 0.13 cm

### SECTION 2 (Maximum Marks: 12)

- This section contains **THREE (03)** questions.
- Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONE OR MORE THAN ONE** of these four option(s) is(are) correct answer(s).
- For each question, choose the option(s) corresponding to (all) the correct answer(s).
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:  
Full Marks : +4 **ONLY** if (all) the correct option(s) is(are) chosen;  
Partial Marks : +3 If all the four options are correct but **ONLY** three options are chosen;  
Partial Marks : +2 If three or more options are correct but **ONLY** two options are chosen, both of which are correct;  
Partial Marks : +1 If two or more options are correct but **ONLY** one option is chosen and it is a correct option;  
Zero Marks : 0 If none of the options is chosen (i.e. the question is unanswered);  
Negative Marks : -2 In all other cases.
- For example, in a question, if (A), (B) and (D) are the **ONLY** three options corresponding to correct answers, then  
choosing ONLY (A), (B) and (D) will get +4 marks;  
choosing ONLY (A) and (B) will get +2 marks;  
choosing ONLY (A) and (D) will get +2 marks;

---

**MATRIX JEE ACADEMY**

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)



choosing ONLY (B) and (D) will get +2 marks;

choosing ONLY (A) will get +1 mark;

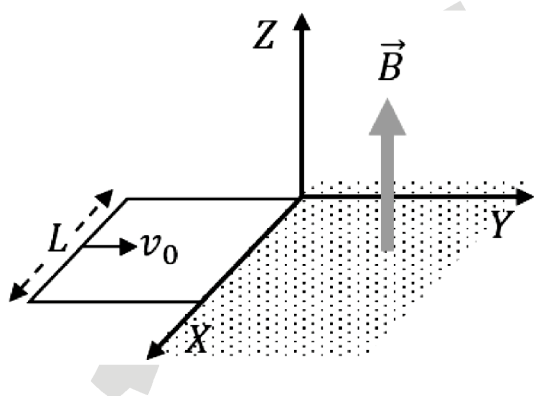
choosing ONLY (B) will get +1 mark;

choosing ONLY (D) will get +1 mark;

choosing no option (i.e. the question is unanswered) will get 0 marks; and

choosing any other combination of options will get -2 marks.

5. A conducting square loop of side  $L$ , mass  $M$  and resistance  $R$  is moving in the  $XY$  plane with its edges parallel to the  $X$  and  $Y$  axes. The region  $y \geq 0$  has a uniform magnetic field,  $\vec{B} = B_0 \hat{k}$ . The magnetic field is zero everywhere else. At time  $t = 0$ , the loop starts to enter the magnetic field with an initial velocity  $v_0 \hat{j}$  m/s, as shown in the figure. Considering the quantity  $K = \frac{B_0^2 L^2}{RM}$  in appropriate units, ignoring self-inductance of the loop and gravity, which of the following statements is/are correct :



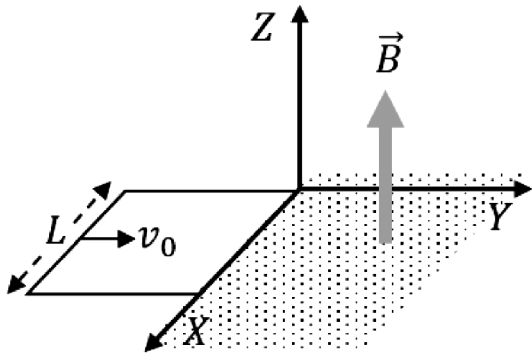
- (A) If  $v_0 = 1.5 KL$ , the loop will stop before it enters completely inside the region of magnetic field.
- (B) When the complete loop is inside the region of magnetic field, the net force acting on the loop is zero.
- (C) If  $v_0 = \frac{KL}{10}$ , the loop comes to rest at  $t = \left(\frac{1}{K}\right) \ln \left(\frac{5}{2}\right)$
- (D) If  $v_0 = 3KL$ , the complete loop enters inside the region of magnetic field at time  $t = \left(\frac{1}{K}\right) \ln \left(\frac{3}{2}\right)$ .



एक  $L$  लम्बाई,  $M$  द्रव्यमान और  $R$  प्रतिरोध का वर्गाकार चालक पाश (conducting loop)  $XY$  तल में इस प्रकार गतिमान है कि इसके सिरे  $X$  और  $Y$  अक्षों के समांतर हैं।  $y \geq 0$  भाग (region) में एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र  $\vec{B} = B_0 \hat{k}$  है। अन्य भागों में चुम्बकीय क्षेत्र शून्य है। समय  $t = 0$  पर पाश चित्रानुसार चुम्बकीय क्षेत्र में प्रारंभिक वेग  $v_0 \hat{j}$  m/s से प्रवेश करना आरम्भ करता है।

गुरुत्वाकर्षण और स्व-प्रेरकत्व (self - inductance) की उपेक्षा करते हुए और उपयुक्त मात्रकों में राशि  $K = \frac{B_0^2 L^2}{RM}$  को मानते हुए,

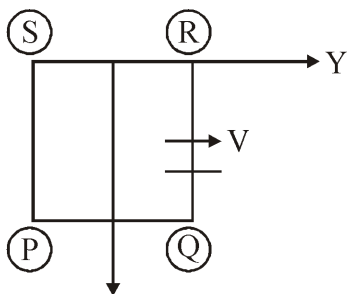
निम्नलिखित कथनों में से कौन सा/से सही है/हैं :



- (A) यदि  $v_0 = 1.5 KL$  है तो पाश चुम्बकीय क्षेत्र वाले भाग के अन्दर पूरी तरह से प्रवेश करने से पहले ही रुक जायेगा।  
 (B) यदि संपूर्ण पाश चुम्बकीय क्षेत्र वाले भाग के अन्दर है तो पाश पर लगने वाला कुल बल शून्य है।  
 (C) यदि  $v_0 = \frac{KL}{10}$  है तो पाश समय  $t = \left(\frac{1}{K}\right) \ln\left(\frac{5}{2}\right)$  पर विरामावस्था में आ जाता है।  
 (D) यदि  $v_0 = 3KL$  है तो  $t = \left(\frac{1}{K}\right) \ln\left(\frac{3}{2}\right)$  समय पर सम्पूर्ण पाश चुम्बकीय क्षेत्र वाले भाग के अन्दर प्रवेश कर जाता है।

**Ans.** (B) (D)

**Sol.** At any time 't'





$$\text{Induced } \varepsilon_{mf} = BVL$$

$$\text{Induced current} = \frac{BVL}{R}$$

$$\text{magnetic force (F)} = ILB$$

$$F = \frac{B^2 L^2 V}{R}$$

$$K = \frac{B_0^2 L^2}{MR}$$

$$F = Ma$$

$$\rightarrow a = \left( \frac{B^2 L^2}{MR} \right) V = \frac{-dv}{dt}$$

$$\rightarrow \int \frac{dv}{v} = -\int k dt$$

$$\rightarrow [\ln v]_{v_0}^v = -kt$$

$$\rightarrow \ln \left( \frac{v}{v_0} \right) = -kt$$

$$\rightarrow v = v_0 e^{-kt}$$

$\rightarrow$  loop will not stop.

When loop enters completely mean no change flux. No  $\varepsilon_{mf}$  so no induced current & no magnetic force.

$$\text{also } v = \frac{dy}{dt} = v_0 e^{-kt}$$

$$\int_0^y dy = v_0 \int_0^t e^{-kt} dt$$

$$y = v_0 \frac{[e^{-kt}]_0^t}{-k}$$



$$y = \frac{V_0}{k} [1 - e^{-kt}]$$

for  $y = L$  and  $v = 3KL$

$$\rightarrow L = \frac{V_0}{k} [1 - e^{-kt}]$$

$$\rightarrow e^{-kt} = \frac{2}{3}$$

$$\rightarrow kt = \ln\left(\frac{3}{2}\right)$$

$$t = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{3}{2}\right)$$

6. Length, breadth and thickness of a strip having a uniform cross section are measured to be 10.5 cm, 0.05 mm, and 6.0  $\mu\text{m}$ , respectively. Which of the following option(s) give(s) the volume of the strip in  $\text{cm}^3$  with correct significant figures :

एकसमान अनुप्रस्थ काट (cross section) की एक पट्टी की लम्बाई, चौड़ाई और मोटाई क्रमशः 10.5 cm, 0.05 mm, और 6.0  $\mu\text{m}$  मापी जाती हैं। निम्न में से कौन साधो विकल्प पट्टी का सही सार्थक अंकों (significant figures) में आयतन ( $\text{cm}^3$  में) का/के मान है/हैं:

- (A)  $3.2 \times 10^{-5}$  (B)  $32.0 \times 10^{-6}$  (C)  $3.0 \times 10^{-5}$  (D)  $3 \times 10^{-5}$

**Ans.** D

**Sol.**  $V = Lbt$

$L = \text{length}$   $L = 10.5 \text{ cm}$

$b = \text{breadth}$   $b = 0.05 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ cm}$

$t = \text{thickness}$   $t = 6 \mu\text{m} = 6 \times 10^{-4} \text{ cm}$

Significant figure of length = 3

Significant figure of breadth = 1

Significant figure of thickness = 2

**MATRIX JEE ACADEMY**

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)



$$\text{Volume} = (10.5) \times 5 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-4}$$

$$= 315 \times 10^{-7}$$

$$= 3.15 \times 10^{-5}$$

$$= 3 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$$

So volume will have only one significant figure.

[A]  $\rightarrow$  2 S.G.

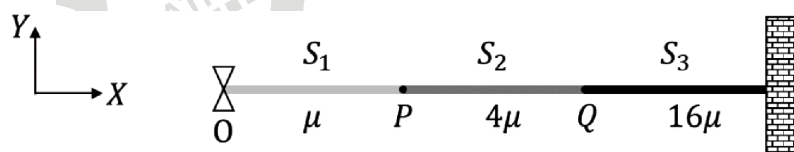
[B]  $\rightarrow$  3 S.G.

[C]  $\rightarrow$  2 S.G.

[D]  $\rightarrow$  1 S.G.

(S.G. Significant figure)

7. Consider a system of three connected strings,  $S_1$ ,  $S_2$  and  $S_3$  with uniform linear mass densities  $\mu$  kg/m,  $4\mu$  kg/m and  $16\mu$  kg/m, respectively, as shown in the figure.  $S_1$  and  $S_2$  are connected at the point P, whereas  $S_2$  and  $S_3$  are connected at the point Q, and the other end of  $S_3$  is connected to a wall. A wave generator O is connected to the free end of  $S_1$ . The wave from the generator is represented by  $y = y_0 \cos(\omega t - kx)$  cm, where  $y_0$ ,  $\omega$  and  $k$  are constants of appropriate dimensions. Which of the following statements is/are correct :



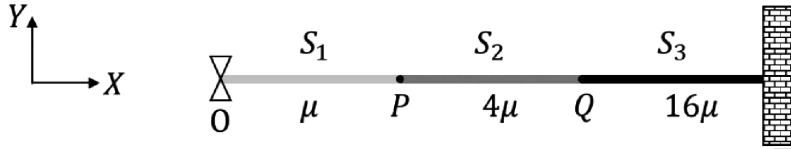
- (A) When the wave reflects from P for the first time, the reflected wave is represented by  $y = \alpha_1 y_0 \cos(\omega t + kx + \pi)$  cm, where  $\alpha_1$  is a positive constant.
- (B) When the wave reflects from P for the first time, the reflected wave is represented by  $y = \alpha_2 y_0 \cos(\omega t - kx)$  cm, where  $\alpha_2$  is a positive constant.
- (C) When the wave reflects from Q for the first time, the reflected wave is represented by  $y = \alpha_3 y_0 \cos(\omega t - kx + \pi)$  cm, where  $\alpha_3$  is a positive constant.



(D) When the wave transmits through Q for the first time, the transmitted wave is represented by

$$y = \alpha_4 y_0 \cos(\omega t - 4kx) \text{ cm, where } \alpha_4 \text{ is a positive constant.}$$

माना कि एक निकाय तीन एकसमान रेखीय द्रव्यमान घनत्व (uniform linear mass density) वाले धागों  $S_1$ ,  $S_2$  और  $S_3$  को चित्रानुसार जोड़कर बनाया गया है।  $S_1$ ,  $S_2$  और  $S_3$  के रेखीय द्रव्यमान घनत्व क्रमशः  $\mu \text{ kg/m}$ ,  $4\mu \text{ kg/m}$  और  $16\mu \text{ kg/m}$  हैं।  $S_1$  एवं  $S_2$  को बिंदु P पर जबकि  $S_2$  एवं  $S_3$  को बिंदु Q पर जोड़ा गया है और  $S_3$  के दूसरे सिरे को एक दीवार पर जोड़ा गया है। एक तरंग जनित्र (wave generator) O को  $S_1$  के मुक्त सिरे से जोड़ा गया है। यदि जनित्र से उत्पन्न तरंग को  $y = y_0 \cos(\omega t - kx) \text{ cm}$  से निरूपित किया जाये, जहाँ  $y_0$ ,  $\omega$  और  $k$  उपयुक्त विमाओं के नियतांक हैं, तो निम्नलिखित कथनों में से कौन साधसे सही है/हैं :



(A) जब तरंग पहली बार P से परावर्तित (reflected) होती है तो परावर्तित तरंग को  $y = \alpha_1 y_0 \cos(\omega t + kx + \pi) \text{ cm}$  से निरूपित करते हैं, जहाँ  $\alpha_1$  एक धनात्मक नियतांक है।

(B) जब तरंग पहली बार P से पारगत (transmitted) होती है तो पारगत तरंग को  $y = \alpha_2 y_0 \cos(\omega t - kx) \text{ cm}$  से निरूपित करते हैं, जहाँ  $\alpha_2$  एक धनात्मक नियतांक है

(C) जब तरंग पहली बार Q से परावर्तित (reflected) होती है तो परावर्तित तरंग को  $y = \alpha_3 y_0 \cos(\omega t - kx + \pi) \text{ cm}$  से निरूपित करते हैं, जहाँ  $\alpha_3$  एक धनात्मक नियतांक है

(D) जब तरंग पहली बार Q से पारगत (transmitted) होती है तो पारगत तरंग को  $y = \alpha_4 y_0 \cos(\omega t - 4kx) \text{ cm}$  से निरूपित करते हैं, जहाँ  $\alpha_4$  एक धनात्मक नियतांक है।

**Ans.** AD

**Sol.** (A) Wave reflects from P i.e. wave is reflected from denser medium.

Hence, equation of reflected wave is given by :  $y = \alpha_1 y_0 \cos(\omega t + kx + \pi)$

(B) Equation of transmitted wave from P is given by :  $y = \alpha_2 y_0 \cos(\omega t - 2kx)$

$$v_2 = \sqrt{\frac{T}{4\mu}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{v_1}{2}$$





$$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$$

$$\Rightarrow k_2 = 2k$$

(C) Equation of reflected wave from Q is given by :  $y = \alpha_3 y_0 \cos(\omega t - 2kx + \pi)$

(+  $\pi$  because wave is reflected from denser medium)

(D) Equation of transmitted wave from Q is given by :  $y = \alpha_4 y_0 \cos(\omega t - 4kx)$

$$v_3 = \sqrt{\frac{T}{16\mu}} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{v_1}{4}$$

$$\Rightarrow \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{4}$$

$$\Rightarrow k_3 = 4k$$

### SECTION 3 (Maximum Marks: 24)

- This section contains **SIX (06)** questions.
- The answer to each question is a **NUMERICAL VALUE**.
- For each question, enter the correct integer corresponding to the answer using the mouse and the onscreen virtual numeric keypad in the place designated to enter the answer.
- If the numerical value has more than two decimal places, **truncate/round-off** the value to **TWO** decimal places.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:

Full Marks : +4 If **ONLY** the correct integer is entered;

Zero Marks : 0 In all other cases.

8. A person sitting inside an elevator performs a weighing experiment with an object of mass 50 kg. Suppose that the variation of the height  $y$  (in m) of the elevator, from the ground, with time  $t$  (in s) is given by

$$y = 8 \left[ 1 + \sin \left( \frac{2\pi t}{T} \right) \right], \text{ where } T = 40\pi \text{ s. Taking acceleration due to gravity, } g = 10 \text{ m/s}^2, \text{ the maximum}$$

variation of the object's weight (in N) as observed in the experiment is \_\_\_\_\_.

### MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



एक एलिवेटर (elevator) के अन्दर बैठ कर एक व्यक्ति 50 kg द्रव्यमान की वस्तु के भार को मापने का प्रयोग करता है। माना कि धरातल से एलिवेटर की उंचाई  $y$  (m में) का समय  $t$  (s में) के साथ विचरण (variation),  $y = 8 \left[ 1 + \sin \left( \frac{2\pi t}{T} \right) \right]$  से दिया गया है, जहाँ  $T = 40\pi$  s है। गुरुत्वीय त्वरण  $g = 10 \text{ m/s}^2$  लेते हुए, इस प्रयोग में वस्तु के भार में प्रेक्षित (observed) अधिकतम बदलाव (N में) है –

**Ans.** 2.00

**Sol.**  $y = 8 + 8 \sin \left( \frac{2\pi t}{T} \right)$

$$y'' = -8 \times \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 \sin \left( \frac{2\pi t}{T} \right)$$

$$a_{\max} = \frac{8 \times 4\pi^2}{1600\pi^2} = 0.02$$

$$\text{Measured weight (W)} = mg_{\text{eff}}$$

$$W_{\max} = m(g + a_{\max}) = 50 \times 10.02 = 501$$

$$W_{\min} = m(g - a_{\max}) = 50 \times 9.98 = 499$$

$$\text{Maximum variation} = 2$$

9. A cube of unit volume contains  $35 \times 10^7$  photons of frequency  $10^{15}$  Hz. If the energy of all the photons is viewed as the average energy being contained in the electromagnetic waves within the same volume, then the amplitude of the magnetic field is  $\alpha \times 10^{-9}$  T. Taking permeability of free space  $\mu_0 = 4 \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ , Planck's constant  $h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js}$  and  $\pi = \frac{22}{7}$ , the value of  $\alpha$  is \_\_\_\_\_.

एक इकाई आयतन वाले घन में  $10^{15}$  Hz आवृत्ति के फोटोन (photons) की संख्या  $35 \times 10^7$  है। यदि सभी फोटोन की ऊर्जा को उसी आयतन में स्थित विद्युतचुम्बकीय तरंगों की औसत ऊर्जा माना जाये, तो चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम  $\alpha \times 10^{-9}$  T है। मुक्त आकाश की चुम्बकशीलता (permeability of free space)  $\mu_0 = 4 \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ , प्लांक स्थिरांक (Planck's constant)

$$h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js और } \pi = \frac{22}{7} \text{ लेते हुए, } \alpha \text{ का मान है } \underline{\hspace{2cm}}.$$

**Ans.** 22.98**Sol.** Total energy due to photon = (no. of photon) energy of one photon)

$$E_{\text{photon}} = 35 \times 10^7 \text{ (hv)}$$

$$\text{Av. energy density of EM wave} = \frac{1}{2} \frac{B_0^2}{\mu_0}$$

$$\text{energy in } 1 \text{ m}^3 \text{ volume} = \left( \frac{1}{2} \frac{B_0^2}{\mu_0} \right) 1$$

$$E_{\text{photon}} = E_{\text{EM wave}}$$

$$\frac{1}{2} \frac{(\alpha \times 10^{-9})^2}{4\pi \times 10^{-7}} = 35 \times 10^7 \times 6 \times 10^{-34} \times 10^{15}$$

$$\alpha^2 = 24 \times 22$$

$$\alpha = 22.9782$$

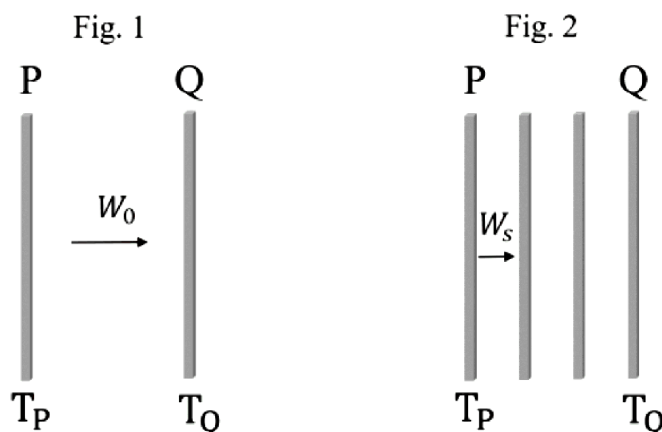
$$\alpha \approx 22.98$$

10. Two identical plates P and Q, radiating as perfect black bodies, are kept in vacuum at constant absolute temperatures  $T_P$  and  $T_Q$ , respectively, with  $T_Q < T_P$ , as shown in Fig. 1. The radiated power transferred per unit area from P to Q is  $W_0$ . Subsequently, two more plates, identical to P and Q, are introduced between P and Q, as shown in Fig. 2. Assume that heat transfer takes place only between adjacent plates. If the power transferred

per unit area in the direction from P to Q (Fig. 2) in the steady state is  $W_s$ , then the ratio  $\frac{W_0}{W_s}$  is \_\_\_\_\_.

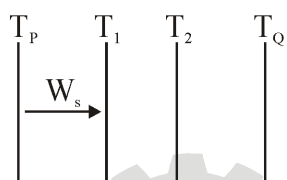
आदर्श कृष्ण पिंडों (black bodies) की तरह विकिरणकारी (radiating) दो समरूप प्लेटों P और Q को क्रमशः नियत परम तापमानों  $T_P$  और  $T_Q$  पर निर्वात (vacuum) में चित्र 1 के अनुसार रखा गया है, जहाँ  $T_Q < T_P$  है। P से Q को स्थानान्तरित प्रति एकांक क्षेत्रफल विकिरित शक्ति  $W_0$  है। तत्पश्चात् P और Q के समरूप दो और प्लेटें, P और Q के बीच में चित्र 2 के अनुसार रखी जाती हैं। माना कि ऊष्मा का स्थानान्तरण दो निकटवर्ती प्लेटों के बीच ही होता है। यदि स्थायी अवस्था (steady state) में P से Q की ओर चित्र

2 के अनुसार स्थानान्तरित प्रति एकांक क्षेत्रफल विकिरित शक्ति  $W_s$  है, तो अनुपात  $\frac{W_0}{W_s}$  है \_\_\_\_\_.



**Ans.** 3

**Sol.** Figure 1 :  $W_o = A(T_P^4 - T_Q^4)$



$$W_s = A[T_P^4 - T_1^4]$$

in steady state power transferred per unit area is same.

$$A[T_P^4 - T_1^4] = A[T_1^4 - T_2^4] = A[T_2^4 - T_Q^4]$$

$$\text{from above eq. } \frac{T_P^4 + T_2^4}{2} = T_1^4 \quad \dots(1) \quad \& \quad T_2^4 = \frac{T_1^4 + T_Q^4}{2} \quad \dots(2)$$

from (1) & (2)

$$T_1^4 = \frac{2}{3} \left[ T_P^4 + \frac{T_Q^4}{2} \right]$$



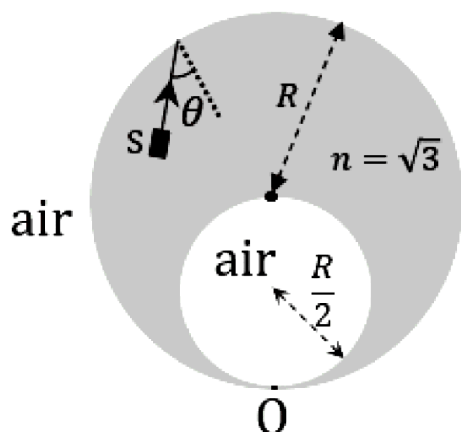
$$\frac{W_s}{W_0} = \frac{T_p^4 - T_l^4}{T_p^4 - T_Q^4} = \frac{T_p^4 - \frac{2}{3}(T_p^4 + T_Q^4)}{T_p^4 - T_Q^4}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{(T_p^4 - T_Q^4)}{T_p^4 - T_Q^4} = \frac{1}{3}$$

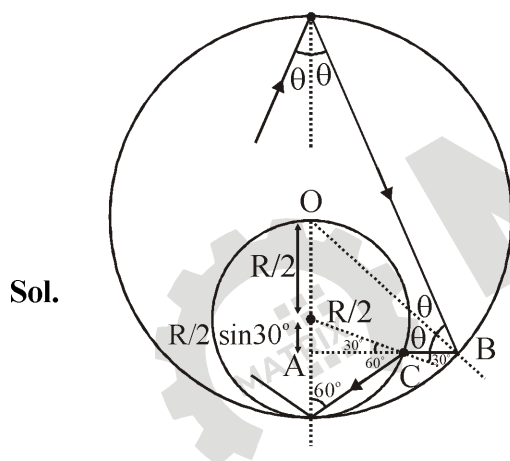
$$\frac{W_0}{W_s} = 3$$

11. A solid glass sphere of refractive index  $n = \sqrt{3}$  and radius  $R$  contains a spherical air cavity of radius  $\frac{R}{2}$ , as shown in the figure. A very thin glass layer is present at the point  $O$  so that the air cavity (refractive index  $n = 1$ ) remains inside the glass sphere. An unpolarized, unidirectional and monochromatic light source  $S$  emits a light ray from a point inside the glass sphere towards the periphery of the glass sphere. If the light is reflected from the point  $O$  and is fully polarized, then the angle of incidence at the inner surface of the glass sphere is  $\theta$ . The value of  $\sin\theta$  is \_\_\_\_\_.

चित्रानुसार एक  $n = \sqrt{3}$  अपवर्तनांक (refractive index) और  $R$  त्रिज्या के कांच के एक ठोस गोले के अन्दर  $\frac{R}{2}$  त्रिज्या की एक गोलीय वायु गुहिका (air cavity) अवस्थित है। एक अत्यधिक पतली कांच की परत बिन्दु  $O$  पर इस तरह मौजूद है कि वायु गुहिका (अपवर्तनांक  $n = 1$ ) कांच के गोले के अन्दर ही रहती है। एक अध्रुवित, एकदिशीय और एकवर्णी (unpolarized, unidirectional and monochromatic) प्रकाश स्रोत  $S$  कांच के गोले के अन्दर स्थित एक बिन्दु से गोले की परिधि की ओर एक प्रकाश किरण को उत्सर्जित करता है। यदि प्रकाश किरण बिन्दु  $O$  से परावर्तित होती है और पूर्ण रूप से ध्रुवित (fully polarized) है तो इस स्थिति में कांच के गोले के आंतरिक पृष्ठ पर आपतन कोण  $\theta$  होता है।  $\sin\theta$  का मान है \_\_\_\_\_.



**Ans.**  $3/4$



Using snell's law

at C,

$$\sqrt{3} \sin i = 1 \times \sin 60^\circ$$

$$i^0 = 30^0$$

in  $\triangle OAB$

$$\sin \theta = \frac{OA}{OB} = \frac{\frac{R}{2} + \frac{R}{4}}{R} = \frac{3}{4}$$

**MATRIX JEE ACADEMY**

**Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911**

**Website :** [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)



12. A single slit diffraction experiment is performed to determine the slit width using the equation,  $\frac{bd}{D} = m\lambda$ , where  $b$  is the slit width,  $D$  the shortest distance between the slit and the screen,  $d$  the distance between the  $m^{\text{th}}$  diffraction maximum and the central maximum, and  $\lambda$  is the wavelength.  $D$  and  $d$  are measured with scales of least count of 1 cm and 1 mm, respectively. The values of  $\lambda$  and  $m$  are known precisely to be 600 nm and 3, respectively. The absolute error (in  $\mu\text{m}$ ) in the value of  $b$  estimated using the diffraction maximum that occurs for  $m = 3$  with  $d = 5$  mm and  $D = 1$  m is \_\_\_\_\_.

एक एकल झिरी विवर्तन (single slit diffraction) प्रयोग में झिरी की चौड़ाई को समीकरण  $\frac{bd}{D} = m\lambda$  से निर्धारित किया जाता है, जहाँ  $b$  झिरी की चौड़ाई है,  $D$  स्क्रीन और झिरी के बीच की निम्नतम दूरी है,  $d$  केन्द्रीय उच्चिष्ठ (central maximum) और  $m^{\text{th}}$  विवर्तन उच्चिष्ठ के बीच की दूरी है और  $\lambda$  तरंगदैर्घ्य है।  $D$  को एक 1 cm और  $d$  को एक 1 mm के अल्पतमांक (least count) वाले पैमानों से मापा जाता है।  $\lambda$  और  $m$  के मान परिशुद्ध रूप (precisely) से क्रमशः 600 nm और 3 ज्ञात हैं। यदि  $d = 5$  mm और  $D = 1$  m है, तो  $m = 3$  वाली विवर्तन उच्चिष्ठ के लिये  $b$  के आकलित मान में निरपेक्ष त्रुटि (absolute error) का मान ( $\mu\text{m}$  में) है \_\_\_\_\_.

**Ans.** 75.6

**Sol.**  $\therefore \frac{bd}{D} = m\lambda$ , given  $\Delta D = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$   
 $D = 1 \text{ m}, d = 5 \text{ mm}$   $\Delta d = 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$   
 $\lambda = 600 \text{ nm} = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$\Rightarrow b = \frac{m\lambda D}{d} = \frac{(3)(6 \times 10^{-7})(1)}{5 \times 10^{-3}} = \frac{18}{5} \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\frac{\Delta b}{b} = \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta d}{d} \Rightarrow \Delta b = \left( \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta d}{d} \right) \times b$$

$$= \left( \frac{0.01 \text{ m}}{1 \text{ m}} + \frac{1 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} \right) \times \frac{18}{5} \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$= 75.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 75.6 \mu\text{m}$$

Error in  $d$  is 20% so there is another possible solution.



error in  $d$  is 1 mm so value of  $d$  can be from 4 mm to 6 mm.

$$\text{so } b_{\max} = \frac{m\lambda D_{\max}}{d_{\min}} = \frac{3 \times 600 \times 10^{-9} \times 1.01}{4 \times 10^{-3}} \text{ m} = 454.5 \mu\text{m}$$

$$b_{\min} = \frac{m\lambda D_{\min}}{d_{\max}} = \frac{3 \times 600 \times 10^{-9} \times 0.99 \text{ m}}{6 \times 10^{-3}} = 297 \mu\text{m}$$

So maximum error is  $94.5 \mu\text{m}$  while taking  $b_{\max}$  in account.

13. Consider an electron in the  $n=3$  orbit of a hydrogen-like atom with atomic number  $Z$ . At absolute temperature  $T$ , a neutron having thermal energy  $k_B T$  has the same de Broglie wavelength as that of this electron. If this

temperature is given by  $T = \frac{Z^2 h^2}{a \pi^2 a_0^2 m_N k_B}$ , (where  $h$  is the Planck's constant,  $k_B$  is the Boltzmann constant,  $m_N$

is the mass of the neutron and  $a_0$  is the first Bohr radius of hydrogen atom) then the value of  $\alpha$  is \_\_\_\_\_.

माना कि  $Z$  परमाणु क्रमांक (atomic number) वाले हाइड्रोजन जैसे परमाणु की  $n=3$  कक्षा में एक इलेक्ट्रॉन है। परमाणु तापमान  $T$  पर स्थित और  $k_B T$  ऊष्मीय ऊर्जा के एक न्यूट्रॉन की दे-ब्रोग्ली (de Broglie) तरंगदैर्घ्य (wavelength) इस इलेक्ट्रॉन की दे-ब्रोग्ली

तरंगदैर्घ्य के समान है। यदि यह तापमान  $T = \frac{Z^2 h^2}{a \pi^2 a_0^2 m_N k_B}$  से व्यक्त किया गया है, (जहाँ  $h$  प्लांक स्थिरांक (Planck's

constant) है,  $k_B$  बोल्ट्जमान स्थिरांक (Boltzmann constant) है,  $m_N$  न्यूट्रॉन का द्रव्यमान है और  $a_0$  हाइड्रोजन परमाणु की प्रथम बोहर त्रिज्या (Bohr radius) है) तो  $\alpha$  का मान है \_\_\_\_\_.

**Ans.** 72

**Sol.** For neutron,

$$\lambda_N = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2M_N (KE)}} = \frac{h}{\sqrt{2M_N k_B T}} \quad \dots (1)$$

For electron,

$$\lambda_e = \frac{h}{mv}$$

$$\text{or, } \lambda_e = \frac{h}{\left(\frac{nh}{2\pi r}\right)} \quad \left(\because mvr = \frac{nh}{2\pi}\right)$$





$$\text{or, } \lambda_e = \frac{2\pi r}{n}$$

$$\text{or, } \lambda_e = \frac{2\pi}{n} \left( a_0 \frac{n^2}{Z} \right) \quad \left( \because r_n = \frac{r_0 n^2}{Z} \right)$$

$$\therefore \lambda_e = \frac{2\pi a_0 n}{Z} \dots (ii)$$

$$\lambda_N = \lambda_e$$

$$\text{or, } \frac{h}{\sqrt{2M_N K_B T}} = \frac{2\pi a_0 n}{Z}$$

$$\text{or, } \frac{h^2}{2M_N K_B T} = \frac{4\pi^2 a_0^2 9}{Z^2} \quad (\because n = 3)$$

$$\therefore T = \frac{Z^2 h^2}{72\pi^2 a_0^2 M_N K_B}$$

$$\therefore \alpha = 72 \text{ (Answer)}$$

**SECTION 4 (Maximum Marks: 12)**

- This section contains **THREE (03)** Matching List Sets.
- Each set has **ONE** Multiple Choice Question.
- Each set has **TWO** lists: **List-I** and **List-II**.
- **List-I** has Four entries (P), (Q), (R) and (S) and **List-II** has **Five** entries (1), (2), (3), (4) and (5).
- **FOUR** options are given in each Multiple Choice Question based on **List-I** and **List-II** and **ONLY ONE** of these four options satisfies the condition asked in the Multiple Choice Question.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:  
 Full Marks : +4 **ONLY** if the option corresponding to the correct combination is chosen;  
 Zero Marks : 0 If none of the options is chosen (i.e. the question is unanswered);  
 Negative Marks : -1 In all other cases.

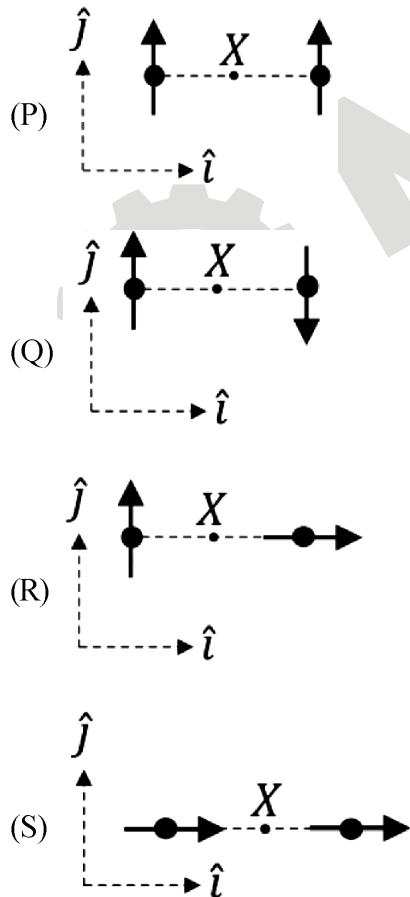


14. List-I shows four configurations, each consisting of a pair of ideal electric dipoles. Each dipole has a dipole moment of magnitude  $p$ , oriented as marked by arrows in the figures. In all the configurations the dipoles are fixed such that they are at a distance  $2r$  apart along the  $x$  direction. The midpoint of the line joining the two dipoles is  $X$ . The possible resultant electric fields  $\vec{E}$  at  $X$  are given in List-II.

Choose the option that describes the correct match between the entries in **List-I** to those in **List-II**

सूची -I (List-I) में चार विन्यासों (configurations) को दिखाया गया है। प्रत्येक विन्यास में आदर्श विद्युत द्विध्रुवों (ideal electric dipoles) का एक युग्म (pair) है। प्रत्येक द्विध्रुव के द्विध्रुव आघूर्ण (dipole moment) का परिमाण  $p$  है और उनके अभिविन्यासों (orientations) को चित्रानुसार बाणों (arrows) से चिह्नित किया गया है। सभी विन्यासों में द्विध्रुव  $x$  दिशा के अनुदिश एक दूसरे से  $2r$  दूरी पर स्थित हैं। दो द्विध्रुवों को जोड़ने वाली रेखा का मध्य बिन्दु  $x$  है।  $X$  पर सम्भावित परिणामी विद्युत क्षेत्र  $\vec{E}$  सूची -II (List-II) में दिये गये हैं।

सूची-I की प्रविष्टियों का सूची-II की प्रविष्टियों से सही मिलान करने वाले विकल्प को चुनिये

**List-I****List-II**

(1)  $\vec{E} = 0$

(2)  $\vec{E} = -\frac{p}{2\pi\epsilon_0 r^3} \hat{j}$

(3)  $\vec{E} = -\frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} (\hat{i} - \hat{j})$

(4)  $\vec{E} = -\frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} (2\hat{i} - \hat{j})$

$$(5) \quad \vec{E} = \frac{P}{\pi \epsilon_0 r^3} \hat{i}$$

The correct option is :

सही विकल्प है—

(A) (P)  $\rightarrow$  (3); (Q)  $\rightarrow$  (1); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (4)

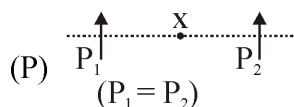
(B) (P)  $\rightarrow$  (4); (Q)  $\rightarrow$  (5); (R)  $\rightarrow$  (3); (S)  $\rightarrow$  (1)

(C) (P)  $\rightarrow$  (2); (Q)  $\rightarrow$  (1); (R)  $\rightarrow$  (4); (S)  $\rightarrow$  (5)

(D) (P)  $\rightarrow$  (2); (Q)  $\rightarrow$  (1); (R)  $\rightarrow$  (3); (S)  $\rightarrow$  (5)

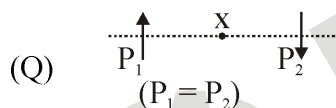
**Ans.** C

**Sol.**



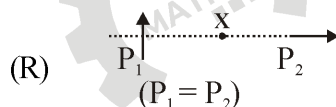
$$\vec{E}_1 = -\frac{K\vec{P}_1}{r^3} \hat{j}, \vec{E}_2 = \frac{-K\vec{P}_2}{r^3} \hat{j}$$

$$\therefore \vec{E}_{\text{net}} = \frac{-2KP}{r^3} \hat{j} = \frac{-P}{2\pi \epsilon_0 r^3} \hat{j}$$



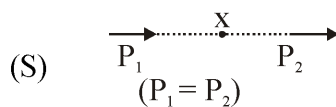
$$\vec{E}_1 = \frac{-K\vec{P}_1}{r^3} \hat{j}, \vec{E}_2 = \frac{+K\vec{P}_2}{r^3} \hat{j}$$

$$\therefore \vec{E}_{\text{net}} = 0$$



$$\vec{E}_1 = \frac{-K\vec{P}_1}{r^3} \hat{j}, \vec{E}_2 = \frac{2K\vec{P}_2 \hat{i}}{r^3}$$

$$\vec{E}_{\text{net}} = \frac{KP}{r^3} (2\hat{i} - \hat{j}) = \frac{P}{4\pi \epsilon_0 r^3} (2\hat{i} - \hat{j})$$



$$\vec{E}_1 = \frac{2K\vec{P}_1}{r^3} \hat{i}, \vec{E}_2 = \frac{2K\vec{P}_2 \hat{i}}{r^3}$$

$$\vec{E}_{\text{net}} = \frac{4KP}{r^3} \hat{i}$$

$$= \frac{P}{\pi \epsilon_0 r^3} \hat{i}$$

(C) (P)  $\rightarrow$  (2); (Q)  $\rightarrow$  (1); (R)  $\rightarrow$  (4); (S)  $\rightarrow$  (5)

**MATRIX JEE ACADEMY**

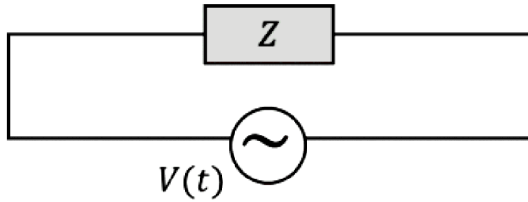
Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



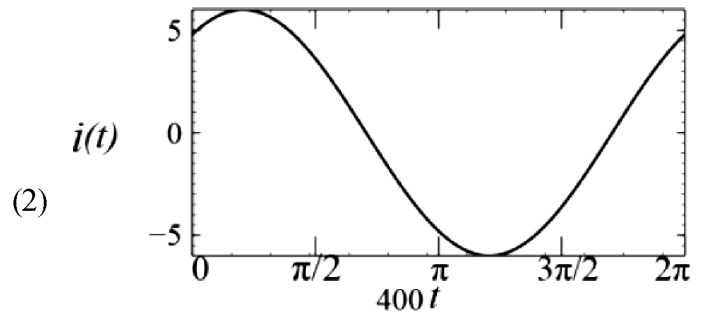
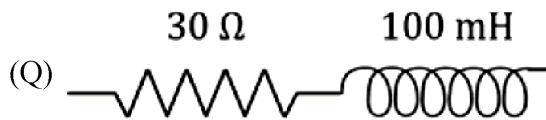
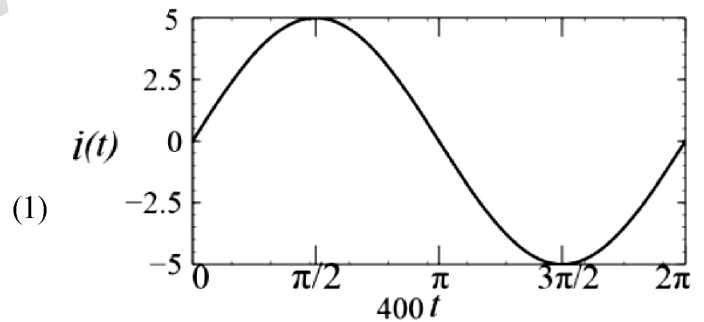
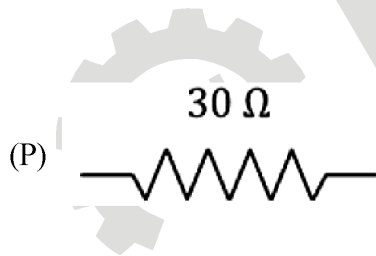
15. A circuit with an electrical load having impedance  $Z$  is connected with an AC source as shown in the diagram. The source voltage varies in time as  $V(t) = 300 \sin(400t)$  V, where  $t$  is time in s. List-I shows various options for the load. The possible currents  $i(t)$  in the circuit as a function of time are given in List-II.

चित्रानुसार, एक परिपथ (circuit) में  $Z$  प्रतिबाधा वाले एक वैद्युत लोड को एक AC स्रोत से जोड़ा गया है। समय के साथ स्रोत का विभव  $V(t) = 300 \sin(400t)$  V के अनुसार विचरित (vary) होता है, जहाँ  $t$  (s में) समय है। सूची -I (List-I) वैद्युत लोड के लिए विभिन्न विकल्प दिखाती है। परिपथ में संभावित धाराएं  $i(t)$  समय के फलन के रूप में सूची -II (List-II) में दी गयी हैं।



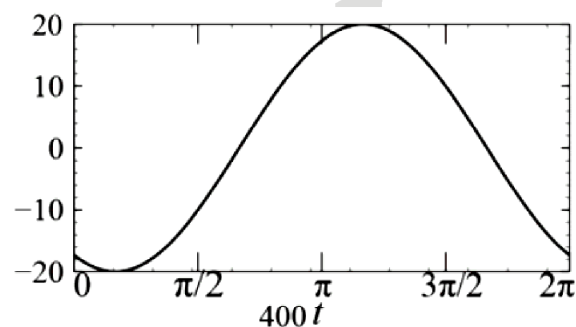
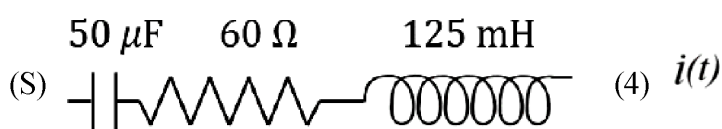
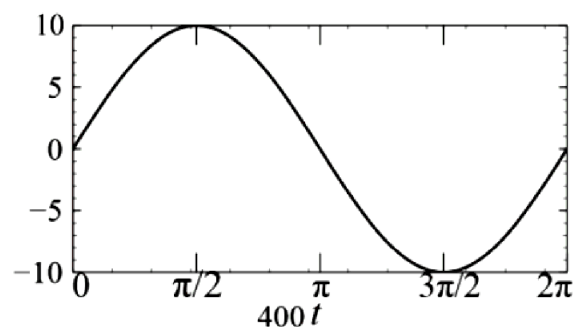
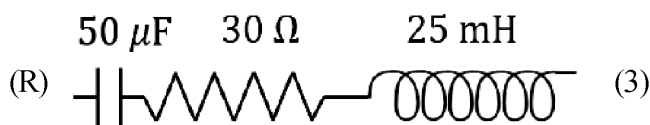
Choose the option that describes the correct match between the entries in **List-I** to those in **List-II**.

सूची -I (List-I) की प्रविष्टियों का सूची -II (List-II) की प्रविष्टियों से सही मिलान करने वाले विकल्प को चुनिये।

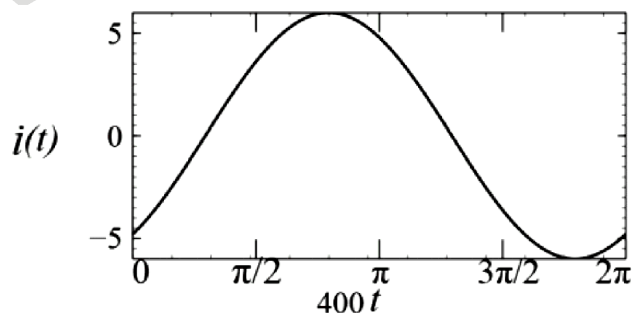
**List-I****List-II****MATRIX JEE ACADEMY**

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : [www.matrixedu.in](http://www.matrixedu.in) ; Email : [smd@matrixacademy.co.in](mailto:smd@matrixacademy.co.in)



(5)



The correct option is :

सही विकल्प है—

- (A) (P)  $\rightarrow$  (3); (Q)  $\rightarrow$  (5); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (1)  
 (B) (P)  $\rightarrow$  (1); (Q)  $\rightarrow$  (5); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (3)  
 (C) (P)  $\rightarrow$  (3); (Q)  $\rightarrow$  (4); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (1)  
 (D) (P)  $\rightarrow$  (1); (Q)  $\rightarrow$  (4); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (5)

Ans. A

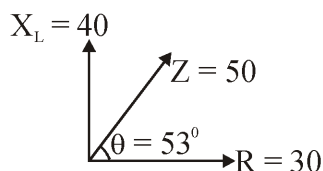


**Sol.** (P) As load is purely resistive, current & voltage will remain in same phase

$$i = \frac{V}{R} = \frac{300 \sin 400t}{30}$$

$$i = 10 \sin 400t$$

(Q)  $X_L = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$

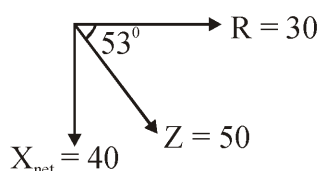
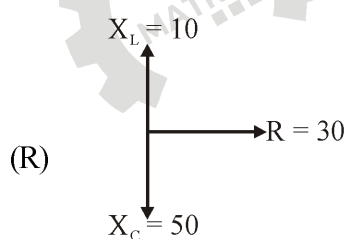


$$X_L = \sqrt{(30)^2 + \left(400 \times \frac{1}{10}\right)^2} = 50, \tan \theta = \frac{X_L}{R} = \frac{40}{30}$$

$$X_L = 50 \angle 53^\circ$$

$$i = \frac{V}{X_L} = \frac{300 \sin 400t}{50 \angle 53^\circ}$$

$$i = 6 \sin(400t - 53^\circ)$$



$$\tan \theta = \frac{X_{net}}{R} = \frac{40}{30}$$

$$i = \frac{300 \sin 400t}{50 \angle -53^\circ}$$

$$i = 6 \sin(400t + 53^\circ)$$

(S)  $X_L = X_C = 50$ , hence circuit is in resonance

$$Z = 60 \angle 0^\circ \text{ .....resonance condition}$$

$$i = \frac{300 \sin 400t}{60 \angle 0^\circ}$$

$$i = 5 \sin 400t$$

Option (A) is correct

16. List-I shows various functional dependencies of energy (E) on the atomic number (Z). Energies associated with certain phenomena are given in List-II.

Choose the option that describes the correct match between the entries in **List-I** to those in **List-II**.

**List-I**

(P)  $E \propto Z^2$

(Q)  $E \propto (Z-1)^2$

(R)  $E \propto Z(Z-1)$

(S) E is practically independent of Z

**List-II**

(1) energy of characteristic x-rays

(2) electrostatic part of the nuclear binding energy for stable nuclei with mass numbers in the range 30 to 170

(3) energy of continuous x-rays

(4) average nuclear binding energy per nucleon for stable nuclei with mass number in the range 30 to 170

(5) energy of radiation due to electronic transitions from hydrogen-like atoms

The correct option is :



सूची -I (List-I) में ऊर्जा (E) की परमाणु क्रमांक (Z) पर विभिन्न फलनीय निर्भरतायें (functional dependencies) दी गयी हैं।  
सूची -II (List-II) में कुछ परिघटनाओं (phenomena) से सम्बन्धित ऊर्जायें दी गयी हैं।

सूची -I की प्रविष्टियों का सूची -II की प्रविष्टियों से सही मिलान करने वाले विकल्प को चुनिये।

**सूची-I**

(P)  $E \propto Z^2$

(Q)  $E \propto (Z-1)^2$

(R)  $E \propto Z(Z-1)$

(S) व्यावहारिक रूप से, E का मान Z पर निर्भर नहीं करता है।

**सूची-II**

(1) अभिलक्षणिक (characteristic) x-किरणों की ऊर्जा

(2) द्रव्यमान संख्या 30 से 170 की परास (range) वाले स्थायी नाभिकों की नाभिकीय बंधन ऊर्जा का वैद्युतस्थैतिक भाग/अंश (electrostatic part)

(3) संतत (continuous) x-किरणों की ऊर्जा

(4) द्रव्यमान संख्या 30 से 170 की परास वाले स्थायी नाभिकों की प्रति न्युक्लिऑन (nucleon) औसत नाभिकीय बंधन ऊर्जा

(5) हाइड्रोजन जैसे परमाणुओं से इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणों (electronic transitions) के कारण विकिरण की ऊर्जा

सही विकल्प है:

(A) (P)  $\rightarrow$  (4); (Q)  $\rightarrow$  (3); (R)  $\rightarrow$  (1); (S)  $\rightarrow$  (2)

(B) (P)  $\rightarrow$  (5); (Q)  $\rightarrow$  (2); (R)  $\rightarrow$  (1); (S)  $\rightarrow$  (4)

(C) (P)  $\rightarrow$  (5); (Q)  $\rightarrow$  (1); (R)  $\rightarrow$  (2); (S)  $\rightarrow$  (4)

(D) (P)  $\rightarrow$  (3); (Q)  $\rightarrow$  (2); (R)  $\rightarrow$  (1); (S)  $\rightarrow$  (5)

**Ans.** C

**Sol.** (1)  $\Rightarrow$  Q For characteristic X-rays

$$E \propto (Z_{\text{eff}})^2$$

for K shell screening coefficient is 1

$$E \propto (Z-1)^2$$



(2)  $\Rightarrow$  R      Electrostatic binding energy

For 2 nucleons  $\Rightarrow$  no. of pairs will be 1

For 3 nucleons  $\Rightarrow$  no. of pairs will be 2

For 4 nucleons  $\Rightarrow$  no. of pairs will be 6

For n nucleons  $\Rightarrow$  no. of pairs will be  $(Z)(Z-1)$

$$E \propto (Z)(Z-1)$$

(3)  $\Rightarrow$  S      Energy of continuous X-rays is independent of Z.

(4)  $\Rightarrow$  S      Binding energy per nucleons for nuclei with mass no. 30 to 170 is almost a straight line and hence independent on Z.

(5)  $\Rightarrow$  P      For H like atom

$$E = -13.6 \frac{Z^2}{n^2}$$

$$E \propto Z^2$$

Among all the options given, option (C) is correct