

**JEE Main January 2023**  
**Question Paper With Text Solution**  
**29 January | Shift-2**

**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)**

---

**Calorimetry**

1. Heat energy of 184 kJ is given to ice of mass 600 g at  $-12^{\circ}\text{C}$ . Specific heat of ice is  $2222.3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  and latent heat of ice is  $336 \text{ kJ/kg}^{-1}$

- A. Final temperature of system will be  $0^{\circ}\text{C}$ .  
B. Final temperature of the system will be greater than  $0^{\circ}\text{C}$ .  
C. The final system will have a mixture of ice and water in the ratio of 5 : 1.  
D. The final system will have a mixture of ice and water in the ratio of 1 : 5.  
E. The final system will have water only.

Choose the correct answer from the options given below :

- (1) A and D only      (2) A and C only      (3) B and D only      (4) A and E only

$-12^{\circ}\text{C}$  तापमान पर 600g बर्फ को 184kJ उष्मीय ऊर्जा प्रदान की जाती है। बर्फ की विशिष्ट ऊष्मा  $2222.3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , एवं बर्फ की गुप्त ऊष्मा  $336 \text{ kJ/kg}^{-1}$  है।

- A. निकाय का अन्तिम तापमान  $0^{\circ}\text{C}$  होगा।  
B. निकाय का अन्तिम तापमान  $0^{\circ}\text{C}$  से अधिक होगा।  
C. निष्कर्षित निकाय एक मिश्रण होगा जिसमें बर्फ एवं पानी 5 : 1 के अनुपात में होंगे।  
D. निष्कर्षित निकाय एक मिश्रण होगा, जिसमें बर्फ एवं पानी 1 : 5 के अनुपात में होंगे।  
E. निष्कर्षित निकाय में केवल पानी ही होगा।

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनिए।

- (1) केवल A एवं D      (2) केवल A एवं C      (3) केवल B एवं D      (4) केवल A एवं E

Question ID: 366694278

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. Heat required to raise the temperature of ice to  $0^{\circ}\text{C}$  is

$$= \frac{60}{1000} (2222.3)(12)$$

$$= 16000.5 \text{ J}$$

$$\approx 16 \text{ kJ}$$

Heat required to melt ice completely

$$= \left( \frac{600}{1000} \right) (336) \text{ kJ}$$

$$= 201.6 \text{ kJ}$$

$$\text{Energy left} = (184 - 16) = 168 \text{ kJ}$$

**MATRIX JEE ACADEMY**

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

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



$$\begin{aligned} \therefore \text{Partial ice will melt} \\ \therefore 168 &= (m_{\text{ice melted}}) 336 \\ 0.5 \text{ kg} &= (m_{\text{ice melted}}) \\ \therefore m_{\text{ice}} : m_{\text{water}} &= 1 : 5 \end{aligned}$$

**Electromagnetic Induction**

2. A square loop of area  $25 \text{ cm}^2$  has a resistance of  $10\Omega$ . The loop is placed in uniform magnetic field of magnitude  $40.0 \text{ T}$ . The plane of loop is perpendicular to the magnetic field. The work done in pulling the loop out of the magnetic field slowly and uniformly in  $1.0 \text{ sec}$ , will be

$25 \text{ cm}^2$  क्षेत्रफल वाले किसी वर्गाकार घेरे का प्रतिरोध  $10\Omega$  है। यह घेरा,  $40.0 \text{ T}$  परिमाण वाले किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखा है। घेरे का तल, चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत है। घेरे को धीमे-धीमे एकसमान रूप से,  $1.0$  सेकन्ड के समय में खींचकर चुम्बकीय क्षेत्र से बाहर निकालने में किए गए कार्य का मान होगा:

(1)  $5 \times 10^{-3} \text{ J}$       (2)  $1.0 \times 10^{-4} \text{ J}$       (3)  $1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$       (4)  $2.5 \times 10^{-3} \text{ J}$

Question ID: 366694282

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. From energy conservation.

Work done to pull the loop out

= Energy lost is resistance

$$\text{Emf in the loop} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{B \times A}{t} = \frac{40 \times 25 \times 10^{-4}}{1 \text{ s}} = 0.1 \text{ V}$$

$$\text{Energy lost} = \frac{\text{emf}^2}{R} = \frac{(0.1)^2}{10} = 10^{-3} \text{ J}$$

**Current Electricity**

3. With the help of potentiometer, we can determine the value of emf of a given cell. The sensitivity of the potentiometer is

- (A) directly proportional to the length of the potentiometer wire
- (B) directly proportional to the potential gradient of the wire
- (C) inversely proportional to the potential gradient of the wire
- (D) inversely proportional to the length of the potentiometer wire

Choose the correct option for the above statements :

विभवमापी की सहायता से हम किसी दिए हुए सेल का विद्युत वाहक बल(emf) ज्ञात कर सकते हैं। विभवमापी की सुग्राहिता होती है।

(A) प्रतिरोध की लम्बाई के सीधे अनुक्रमानुपाती

(B) विभव प्रवणता के अनुक्रमानुपाती

(C) विभव प्रवणता के व्युत्क्रमानुपाती

(D) प्रतिरोध की लम्बाई के व्युत्क्रमानुपाती

ऊपर दिए गए कथनों में से सही विकल्प चुनिए।

(1) केवल A एवं C

(2) केवल B एवं D

(3) केवल C

(4) केवल A

Question ID: 366694281

Ans. Official Answer NTA(1)

Sol. Sensitivity of potentiometer wire is inversely proportional to potential gradient.

### Electrostatics

4. A point charge  $2 \times 10^{-2} \text{ C}$  is moved from P to S in uniform electric field of  $30 \text{ NC}^{-1}$  directed along positive x-axis. If coordinates of P and S are  $(1, 2, 0) \text{ m}$  and  $(0, 0, 0) \text{ m}$  respectively, the work done by electric field will be

$30 \text{ NC}^{-1}$  मान के किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र में,  $2 \times 10^{-2} \text{ C}$  का एक बिन्दु आवेश धन x-अक्ष के अनुदिश बिन्दु P से S पर जाता है। यदि P एवं S के निर्देशांक क्रमशः  $(1, 2, 0) \text{ m}$  एवं  $(0, 0, 0)$  हैं, तो इस प्रक्रम में विद्युत क्षेत्र द्वारा किए कार्य मान होगा।

(1) 600 mJ

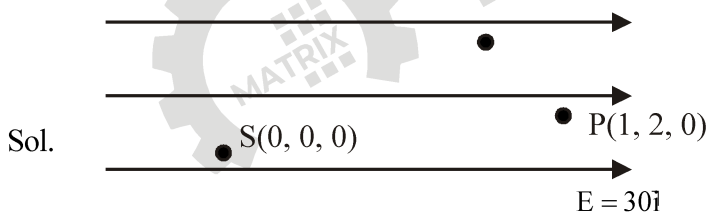
(2) -600 mJ

(3) -1200 mJ

(4) 1200 mJ

Question ID: 366694280

Ans. Official Answer NTA(2)



$$\begin{aligned}
 W_E &= q\vec{E} \cdot \vec{S} \\
 &= 2 \times 10^{-2} [30\hat{i} \cdot (-\hat{i})] \\
 &= 2 \times 10^{-2} (-30) \\
 &= -60 \times 10^{-2} \\
 &= -\frac{60}{100} = -0.6 \text{ J} \\
 &= -600 \text{ mJ}
 \end{aligned}$$

**KTG & Thermodynamics**

5. At 300 K, the rms speed of oxygen molecules is  $\sqrt{\frac{\alpha+5}{\alpha}}$  times to that of its average speed in the gas. Then, the value of  $\alpha$  will be

(used  $\pi = \frac{22}{7}$ )

गैस में 300 K, तापमान पर ऑक्सिजन अणुओं की rms (वर्ग माध्य मूल) चाल, इनकी औसत चाल के  $\sqrt{\frac{\alpha+5}{\alpha}}$  गुना है।  $\alpha$  का मान होगा (दिया है  $\pi = \frac{22}{7}$ )

(1) 28

(2) 27

(3) 24

(4) 32

Question ID: 366694279

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol.  $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{m_0}}$ ,  $V_{\text{avg}} = \sqrt{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{RT}{m_0}}$

given

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\alpha+5}{\alpha}} V_{\text{avg}}$$

$$\sqrt{\frac{3RT}{m_0}} = \sqrt{\frac{\alpha+5}{\alpha}} \times \sqrt{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{RT}{m_0}}$$

$$3 = \frac{\alpha+5}{\alpha} \cdot \frac{8}{\pi}$$

$$3 = \frac{\alpha+5}{\alpha} \cdot \frac{8}{\frac{22}{7}}$$

$$3 = \frac{\alpha+5}{\alpha} \times \frac{4 \times 7}{11}$$

$$3 = \frac{28(\alpha+5)}{11\alpha}$$

$$33\alpha = 28\alpha + 140$$

$$\alpha = 28$$

**Fluid Mechanics**

6. A fully loaded boeing aircraft has a mass of  $5.4 \times 10^5$  kg. Its total wing area is  $500 \text{ m}^2$ . It is in level flight with



a speed of 1080 km/h. If the density of air  $\rho$  is  $1.2 \text{ kg m}^{-3}$ , the fractional increase in the speed of the air on the upper surface of the wing relative to the lower surface in percentage will be ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

पूर्णरूप से भरे हुए लड़ाकू विमान का द्रव्यमान  $5.4 \times 10^5 \text{ kg}$  है। इसके पंख का कुल क्षेत्रफल  $500 \text{ m}^2$  है। यह 1080 km/h की चाल से एक तल में चल रहा है। यदि वायु घनत्व  $\rho = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$  है, तो इसके पंख की नीचली सतह के सापेक्ष में पंख को ऊपरी सतह पर, वायु की चाल में हुई भिन्नात्मक वृद्धि का प्रतिशत मान होगा ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

(1) 6

(2) 8

(3) 10

(4) 16

Question ID: 366694277

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.  $P_1 + \frac{1}{2}\rho v^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v + \Delta v)^2$

$$P_1 - P_2 + \frac{1}{2}\rho v^2 \left[ \left( 1 + \frac{\Delta v}{v} \right)^2 - 1 \right]$$

Lift force  $(P_1 - P_2)A = mg$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 \left[ 2 \frac{\Delta v}{v} \right] A = mg; \quad \frac{\Delta v}{v} = \frac{mg}{\rho v^2 A}$$

$$\frac{\Delta v}{v} \times 100 = \frac{mg}{\rho v^2 A} \times 100 = \frac{5.4 \times 10^5 \times 10}{1.2 \times (300)^2 \times 500} = 10\%$$

**Friction**

7. The time taken by an object to slide down  $45^\circ$  rough inclined plane is  $n$  times as it takes to slide down a perfectly smooth  $45^\circ$  incline plane. The coefficient of kinetic friction between the object and the incline plane is :

किसी वस्तु द्वारा  $45^\circ$  आनत कोण वाले खुरदरे आनततल पर फिसलने का समय इसी वस्तु द्वारा  $45^\circ$  आनत कोण वाले पूर्णतः चिकने आनततल पर फिसलने में लगे समय का  $n$  गुना है। वस्तु एवं आनत तल के बीच गतिज घर्षण गुणांक का मान होगा ।

(1)  $\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$

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

(3)  $\sqrt{\frac{1}{1 - n^2}}$

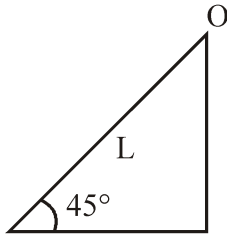
(4)  $1 - \frac{1}{n^2}$

Question ID: 366694273

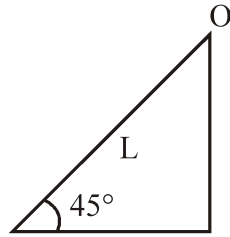
Ans. Official Answer NTA (4)



Sol.



Smooth



Rough

Smooth case:

$$a = g \sin 45^\circ = \frac{g}{\sqrt{2}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2L}{g/\sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}L}{g}} \quad \dots\dots(1)$$

Rough case:

$$a = g \sin 45^\circ - \mu g \cos 45^\circ$$

$$= \frac{g}{\sqrt{2}}(1 - \mu)$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}L}{g(1 - \mu)}} \quad \dots\dots(2)$$

From (1) to (2) and  $t_1 = \frac{t_2}{n}$  we have

$$\sqrt{\frac{2\sqrt{2}L}{g}} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{2\sqrt{2}L}{g(1 - \mu)}} \Rightarrow \mu = 1 - \frac{1}{n^2}$$

**Units & Dimensions**

8. The equation of a circle is given by  $x^2 + y^2 = a^2$ , where  $a$  is the radius. If the equation is modified to change the origin other than  $(0, 0)$ , then find out the correct dimensions of  $A$  and  $B$  in a new equation :

$$(x - At)^2 + \left(y - \frac{t}{B}\right)^2 = a^2. \text{ The dimensions of } t \text{ is given as } [T^{-1}].$$

किसी वृत्त का समीकरण  $x^2 + y^2 = a^2$ , हैं, जहां  $a$  त्रिज्या है। मूलबिन्दु का मान  $(0, 0)$  से बदलने पर यदि समीकरण परिवर्तित होता

है। तो नए समीकरण  $(x - At)^2 + \left(y - \frac{t}{B}\right)^2 = a^2$  में  $A$  एवं  $B$  की सही विमाएं ज्ञात कीजिए।  $t$  की विमाएं  $[T^{-1}]$  हैं।

(1)  $A = [L^{-1} T^{-1}]$ ,  $B = [LT^{-1}]$

(2)  $A = [L^{-1} T^{-1}]$ ,  $B = [LT]$

(3)  $A = [LT]$ ,  $B = [L^{-1}T^{-1}]$

(4)  $A = [L^{-1} T]$ ,  $B = [LT^{-1}]$

**MATRIX JEE ACADEMY**

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

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

Question ID: 366694271

Ans. Official Answer NTA (3)

 Sol.  $[At] = [x] = [L]$ 

$$[A] = \frac{[x]}{[t]} = [LT]$$

$$\left[ \frac{t}{B} \right] = [y] = [L]$$

$$\Rightarrow [B] = \left[ \frac{t}{L} \right] = [L^{-1}T^{-1}]$$

**Dual Nature of Radiation & Matter**

 9. The ratio of de-Broglie wavelength of an  $\alpha$  particle and a proton accelerated from rest by the same potential is

$$\frac{1}{\sqrt{m}}, \text{ the value of } m \text{ is -}$$

समान विभव द्वारा, विश्राम अवस्था से त्वरित किए गए,  $\alpha$ -कण एवं प्रोटॉन की डी-ब्रोगली तरंगदैर्घ्य का अनुपात  $\frac{1}{\sqrt{m}}$  है।  $m$  का मान होगा।

(1) 16

(2) 8

(3) 2

(4) 4

Question ID: 366694287

Ans. Official Answer NTA (2)

$$\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p} = \frac{h}{\sqrt{2m_\alpha q_\alpha V}}$$

$$\text{Sol. } \frac{h}{\sqrt{2m_p q_p V}}$$

$$\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p} = \sqrt{\frac{1}{8}} \quad m = 8$$

**Wave Optics**

10. A scientist is observing a bacteria through a compound microscope. For better analysis and to improve its resolving power he should. (Select the best option)

(1) Increase the refractive index of the medium between the object and objective lens

(2) Increase the wave length of the light

(3) Decrease the focal length of the eye piece





(4) Decrease the diameter of the objective lens

एक वैज्ञानिक, यौगिक सूक्ष्मदर्शी की सहायता से किसी विषाणु का विश्लेषण कर रहा है। बेहतर विश्लेषण एवं विभेदन क्षमता को सुधारने के लिए, उसे करना चाहिए (सर्वाधिक उपयुक्त विकल्प चुनिए)

(1) वस्तु एवं अभिदृश्यक लेंस के बीच के माध्यम का अपवर्तनांक बढ़ाना चाहिए।

(2) प्रकाश की तरंगदैर्घ्य बढ़ानी चाहिए।

(3) नेत्रिका लेंस की फोकल दूरी घटानी चाहिए।

(4) अभिदृश्यक लेंस का व्यास घटाना चाहिए।

Question ID: 366694286

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. 
$$P = \frac{2\mu \sin \theta}{1.22\lambda}$$

### Communication Systems

11. The modulation index for an A.M. wave having maximum and minimum peak-to-peak voltages of 14 mV and 6 mV respectively is –

कोई आयाम मांडुलित तरंग, जिसके शिखर से शिखर वोल्टेज का अधिकतम एवं न्यूनतम मान क्रमशः 14 mV एवं 6 mV है। इसका मांडुलन गुणांक होगा।

(1) 0.4

(2) 0.6

(3) 0.2

(4) 1.4

Question ID: 366694290

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. 
$$\mu = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}} = \frac{14 - 6}{14 + 6}$$

$$= \frac{8}{20} = 0.4$$

### Electromagnetic Waves

12. Given below are two statements :

**Statement I :** Electromagnetic waves are not deflected by electric and magnetic field.

**Statement II :** The amplitude of electric field and the magnetic field in electromagnetic waves are related to

each other as  $E_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} B_0$ .



In the light of the above statements, choose the correct answer from the options given below :

- (1) Statement I is false but statement II is true
- (2) Both statement I and statement II are true
- (3) Both statement I and statement II are false
- (4) Statement I is true but statement II is false

नीचे दो कथन दिए गए हैं—

**कथन-I :** विद्युत चुम्बकीय तरंगें, विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र के द्वारा विकेपित नहीं होती हैं।

**कथन-II :** विद्युत चुम्बकीय तरंग में, विद्युत क्षेत्र एवं चुम्बकीय क्षेत्र के आयाम एक-दूसरे से  $E_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} B_0$  के अनुसार सम्बंधित होते हैं।

- (1) कथन I असत्य है किन्तु कथन II सत्य हैं।
- (2) कथन I एवं कथन II दोनों सत्य हैं।
- (3) कथन I एवं कथन II दोनों असत्य हैं।
- (4) कथन I सत्य है किन्तु कथन II असत्य है।

Question ID: 366694285

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol.  $C = \frac{E_0}{B_0}$ ;  $E_0 = B_0 C = \frac{B_0}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$

### Magnetic Field & Force

13. The electric current in a circular coil of four turns produces a magnetic induction 32 T at its centre. The coil is unwound and is rewound into a circular coil of single turn, the magnetic induction at the centre of the coil by the same current will be :

4 घेरे वाली वृत्ताकार कुंडली में प्रवाहित विद्युत धारा, इसके केन्द्र पर 32 T मान का चुम्बकीय प्रेरण उत्पन्न करती है। कुंडली को खोला जाता है एवं एकल घेरे वाली वृत्ताकार कुंडली के रूप में फिर से बांधा जाता है, तो अब कुंडली के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण का मान होगा:

- (1) 4 T                      (2) 8 T                      (3) 2 T                      (4) 16 T

Question ID: 366694283

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. By given information

$$32 = 4 \times \frac{\mu_0 i}{2r} \quad \dots(i)$$

### MATRIX JEE ACADEMY

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

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



$$\text{Also, } r' = 4r \quad \dots(\text{ii})$$

$$\text{and } B' = 1 \times \frac{\mu_0 i}{2r'} \quad \dots(\text{iii})$$

$$\Rightarrow B' = \frac{\mu_0 i}{2(4r)} = \frac{\mu_0 i}{8r} = \frac{1}{8} \times 16 = 2T$$

**Gravitation**

14. The time period of a satellite of earth is 24 hours. If the separation between the earth and the satellite is decreased to one fourth of the previous value, then its new time period will become.

पृथ्वी के किसी उपग्रह का आवर्त काल 24 घंटे है। यदि पृथ्वी एवं इस उपग्रह के बीच की दूरी घटकर अपने पहले मान की एक चौथाई हो जाए तो नया आवर्त काल हो जाएगा।

- (1) 6 hours                      (2) 12 hours                      (3) 3 hours                      (4) 4 hours

Question ID: 366694276

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.  $\therefore T^2 \propto R^3$

$$\therefore \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

$$\frac{24^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{\left(\frac{R_1}{4}\right)^3}$$

$$\frac{24^2}{T_2^2} = 4^3$$

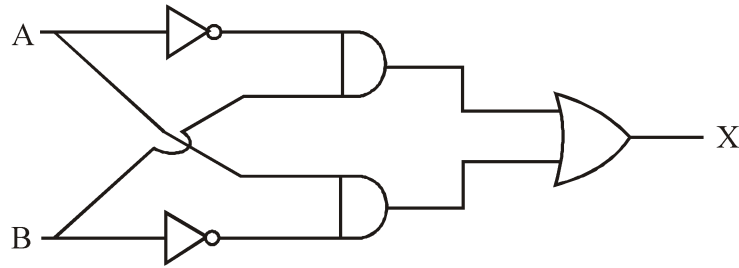
$$T_2 = \frac{24}{2^3}$$

$$= 3 \text{ hours}$$

**Semiconductors**

15. For the given logic gates combination, the correct truth table will be

दिए हुए तर्क (लॉजिक) गेट संयोजन के लिए, सही सत्यापन सारणी होगी:



(1)

| A | B | X |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

(2)

| A | B | X |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

(3)

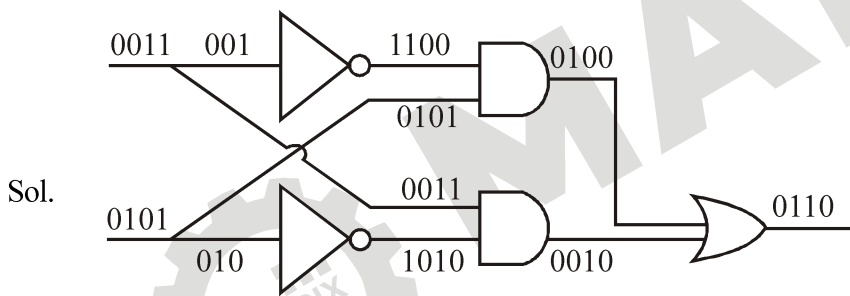
| A | B | X |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

(4)

| A | B | X |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Question ID: 366694289

Ans. Official Answer NTA (4)

**Nuclear Physics**

16. Substance A has atomic mass number 16 and half life of 1 day. Another substance B has atomic mass number 32 and half life of  $\frac{1}{2}$  day. If both A and B simultaneously start undergo radio activity at the same time with initial mass 320 g each, how many total atoms of A and B combined would be left after 2 days.

पदार्थ A का परमाणु द्रव्यमान संख्या 16 एवं इसकी अर्द्धायु 1 दिन है। कोई दूसरा पदार्थ B जिसकी परमाणु द्रव्यमान संख्या 32 एवं अर्द्धायु  $\frac{1}{2}$  दिन है। यदि A एवं B एक ही समय पर एकसाथ रेडियो सक्रियता से गुजरता प्रारम्भ करते हैं, जिसमें दोनों का प्रारम्भिक द्रव्यमान 320 g है। दो दिन बाद A और B के कितने परमाणु संयुक्त रूप से बचेंगे ?

- (1)  $3.38 \times 10^{24}$       (2)  $1.69 \times 10^{24}$       (3)  $6.76 \times 10^{23}$       (4)  $6.76 \times 10^{24}$

Question ID: 366694288

Ans. Official Answer NTA (1)

**MATRIX JEE ACADEMY**

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

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



Sol.  $(N_0)_A = \frac{320}{16} = 20$  moles

$$(N_0)_B = \frac{320}{32} = 10 \text{ moles}$$

$$N_A = \frac{(N_0)_A}{(2)^{2/1}} = \frac{20}{4} = 5$$

$$N_B = \frac{(N_0)_B}{(2)^{2/5}} = \frac{10}{2^4} = 0.625$$

Total  $N = 5.625$

No. of atoms =  $5.625 \times 6.023 \times 10^{23}$

=  $3.38 \times 10^{24}$

**Newton's Laws of Motion**

17. A force acts for 20 s on a body of mass 20 kg, starting from rest, after which the force ceases and then body describes 50 m in the next 10 s. The value of force will be :

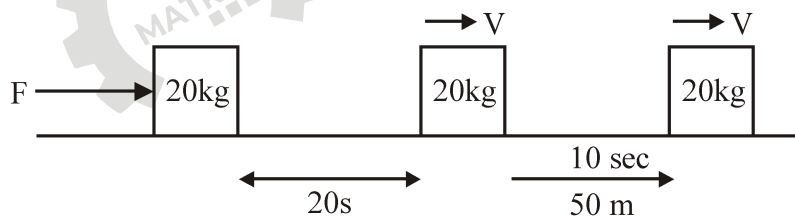
20kg द्रव्यमान के किसी पिण्ड पर कोई बल 20s तक आरोपित होता है, फिर वह बल हट जाता है, एवं पिण्ड अगले 10 सेकेण्ड में 50 m विस्थापित होता है। बल का मान होगा।

- (1) 20 N                      (2) 5 N                      (3) 40 N                      (4) 10 N

Question ID: 366694274

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol.  $F = 20 \times a$



$$V = \frac{50}{10} = 5$$

$$V = u + at$$

$$5 = 0 + a \times 20$$

$$a = 1/4, F = 20 \times 1/4 = 5 \text{ N}$$

**Circular Motion**



18. An object moves at a constant speed along a circular path in a horizontal plane with center at the origin. When the object is at  $x = +2$  m, its velocity is  $-4\hat{j}$  m/s. The object's velocity ( $v$ ) and acceleration ( $a$ ) at  $x = -2$  m will be

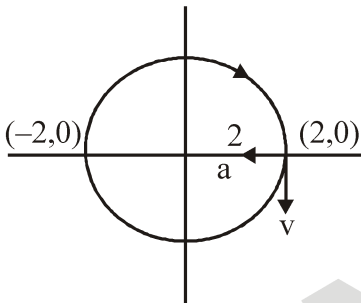
किसी क्षैतिज तल पर कोई पिण्ड स्थिर चाल से एक वृत्ताकार पथ के अनुदिश चल रहा है, जिसका केन्द्र मूल बिन्दु पर है। जब पिण्ड  $x = +2$  m, पर है, तो इसका वेग  $-4\hat{j}$  m/s है।  $x = -2$  m पर पिण्ड का वेग ( $v$ ) एवं त्वरण ( $a$ ) क्रमशः होगा:

- (1)  $v = -4\hat{j}$  m/s,  $a = 8\hat{i}$  m/s<sup>2</sup>                      (2)  $v = 4\hat{i}$  m/s,  $a = 8\hat{j}$  m/s<sup>2</sup>  
 (3)  $v = -4\hat{i}$  m/s,  $a = -8\hat{j}$  m/s<sup>2</sup>                      (4)  $v = 4\hat{j}$  m/s,  $a = 8\hat{i}$  m/s<sup>2</sup>

Question ID: 366694272

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol.



At  $(2, 0)$ ;  $\vec{v} = -4\hat{j}$

At  $(-2, 0)$ ;  $\vec{v} = 4\hat{j}$

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \hat{i} = \frac{4^2}{2} \hat{i} = 8\hat{i}$$

### Work, Power & Energy

19. Identify the correct statements from the following :

- A. Work done by a man in lifting a bucket out of a well by means of a rope tied to the bucket is negative.  
 B. Work done by gravitational force in lifting a bucket out of a well by a rope tied to the bucket is negative.  
 C. Work done by friction on a body sliding down an inclined plane is positive.  
 D. Work done by an applied force on a body moving on a rough horizontal plane with uniform velocity is zero.  
 E. Work done by the air resistance on an oscillating pendulum is negative.

Choose the correct answer from the options given below :

- (1) A and C only      (2) B, D and E only      (3) B and E only      (4) B and D only

नीचे दिए गए कथनों में से सही कथन चुनिए:

- A. किसी व्यक्ति द्वारा कुँए से, रस्सी से बंधी बाल्टी को निकालने में किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।  
 B. रस्सी से बंधी बाल्टी को कुँए से निकालने में गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।  
 C. किसी आनत तल पर नीचे फिसलती हुई वस्तु पर घर्षण द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा।  
 D. किसी खुरदरे क्षैतिज तल पर एकसामन वेग से चलती वस्तु पर आरोपित बल द्वारा वस्तु पर किया गया कार्य शून्य होगा।  
 E. किसी कंपन्न करते हुए लोलक पर वायु प्रतिरोध द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनें।

- (1) केवल A एवं C      (2) केवल B, D एवं E      (3) केवल B एवं E      (4) केवल B एवं D

Question ID: 366694275

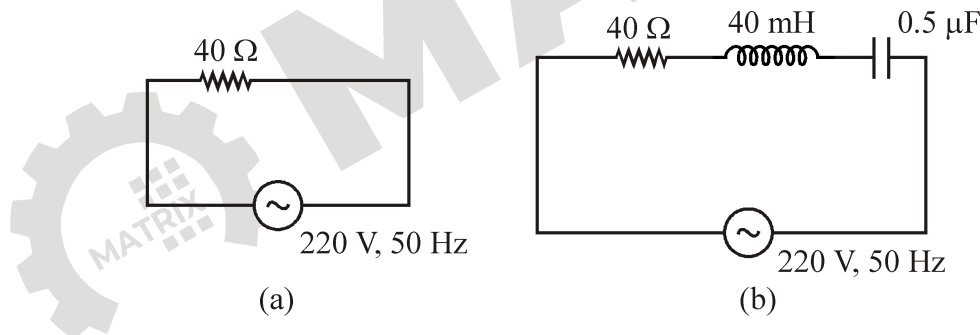
Ans. Official Answer NTA(3)

Sol. B. Work done by gravitation will be negative if something is lifted upward.

D. Work done by air resistance is negative.

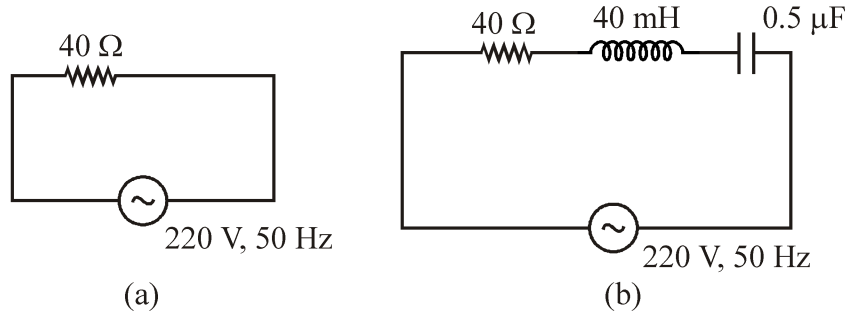
### Alternating Current

20. For the given figures, choose the correct options :



- (1) The rms current in circuit (b) can never be larger than that in (a)  
 (2) The rms current in circuit (b) can be larger than that in (a)  
 (3) The rms current in figure (a) is always equal to that in figure (b)  
 (4) At resonance, current in (b) is less than that in (a)

दिए गए चित्रों के लिए, सही विकल्प चुनिए:



- (1) परिपथ (b) में rms धारा का मान कभी भी, परिपथ (a) में rms धारा के मान से अधिक नहीं हो सकता है।  
 (2) परिपथ (b) में rms (वर्ग माध्य मूल) धारा का मान, परिपथ (a) में इसके मान की तुलना में अधिक होगा।  
 (3) परिपथ (a) में rms धारा का मान, सदैव परिपथ (b) में rms धारा के मान के बराबर होगा।  
 (4) अनुनाद स्थिति में, परिपथ (b) में धारा का मान, परिपथ (a) में धारा के मान से कम होगा।

Question ID: 366694284

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. For (a),  $i = \frac{V}{R} = \frac{220}{40} = 5.5\ \text{A}$

for (b),  $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 0.5 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{50\pi}\ \Omega$

$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 50 \times 10^{-3} = 50\pi\ \Omega$

$X_C > X_L$ , hence impedance is greater than  $40\ \Omega$ .

$i_{\text{rms}} = \frac{220}{Z}$

$\therefore i_{\text{rms}}|_b < i_{\text{rms}}|_a$

### Rotation

21. A particle of mass  $100\ \text{g}$  is projected at time  $t = 0$  with a speed  $20\ \text{ms}^{-1}$  at an angle  $45^\circ$  to the horizontal as given in the figure. The magnitude of the angular momentum of the particle about the starting point at time  $t = 2\ \text{s}$  is found to be  $\sqrt{K}$   $\text{kg m}^2/\text{s}$ . The value of  $K$  is \_\_\_\_\_.

(Take  $g = 10\ \text{ms}^{-2}$ )

$100\ \text{g}$  द्रव्यमान का कोई कण, क्षैतिज से  $45^\circ$  के कोण पर, समय  $t = 0$  पर,  $20\ \text{ms}^{-1}$  की चाल से प्रक्षेपित किया जाता है। (चित्रानुसार)

। समय  $t = 2\ \text{s}$  पर, आरम्भिक बिन्दु के सापेक्ष, कण के कोणीय संवेग का परिमाण  $\sqrt{K}$   $\text{kg m}^2/\text{s}$  परिकल्पित किया गया है।  $K$  का मान \_\_\_\_\_ होगा।

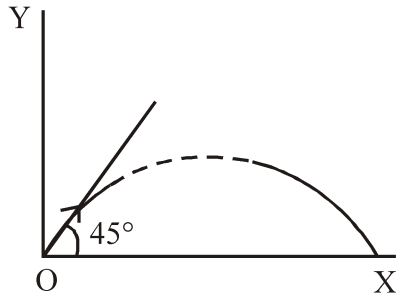
(यदि  $g = 10\ \text{ms}^{-2}$ )

### MATRIX JEE ACADEMY

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

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





Question ID: 366694299

Ans. Official Answer NTA (800)

Sol. Use  $\Delta L = \int_0^t \tau dt$ 

$$L_0 = \int_0^2 mg(v_x t) dt$$

$$= mgv_x \frac{t^2}{2} = (0.1)(10)(10\sqrt{2}) \frac{2^2}{2}$$

$$= 20\sqrt{2}$$

$$= \sqrt{800} \text{ kg m}^2/\text{s}$$

**Current Electricity**

22. A null point is found at 200 cm in potentiometer when cell in secondary circuit is shunted by  $5\Omega$ . When a resistance of  $15\Omega$  is used for shunting, null point moves to 300 cm. The internal resistance of the cell is \_\_\_\_\_  $\Omega$ .

विभवमापी में शून्य विक्षेप 200 cm की दूरी पर मिलता है, जब द्वितीय परिपथ में लगे सैल के साथ  $5\Omega$  का प्रतिरोध पार्श्व क्रम में लगाने के लिए, इस प्रतिरोध को  $15\Omega$  के प्रतिरोध द्वारा बदले जाने पर, शून्य विक्षेप 300 cm पर मिलता है। सैल का आन्तरिक प्रतिरोध \_\_\_\_\_  $\Omega$  होगा।

Question ID: 366694295

Ans. Official Answer NTA (5)

$$\text{Sol. } \frac{\varepsilon}{r+5} \times 5 = 200x \quad \dots(1)$$

$$\frac{\varepsilon \times 15}{r+15} = 300x \quad \dots(2)$$

$$\Rightarrow r = 5 \Omega$$

**Alternating Current**

23. An inductor of inductance  $2 \mu\text{H}$  is connected in series with a resistance, a variable capacitor and an AC source of frequency 7 kHz. The value of capacitance for which maximum current is drawn into the circuit is  $\frac{1}{x} \text{ F}$ , where the value of x is \_\_\_\_\_.

**MATRIX JEE ACADEMY**

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

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

$$\text{(Take } \pi = \frac{22}{7} \text{)}$$

2  $\mu\text{H}$  प्रेरकत्व वाला एक प्रेरक, श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध, एक परिवर्ती संधारित्र एवं 7 kHz आवृत्ति वाले एक प्रत्यावर्ती स्रोत से जुड़ा

है। परिपथ में अधिकतम मान की धारा प्रवाहित करने के लिए संधारित्र की धारिता का मान  $\frac{1}{x}$  F है, जहाँ x का मान \_\_\_\_\_ है।

$$\text{(यदि } \pi = \frac{22}{7} \text{)}$$

Question ID: 366694294

Ans. Official Answer NTA (3872)

Sol.  $X_L = X_C$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$LC = \frac{1}{4\pi^2 f^2}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{x}$$

$$x = 4\pi^2 f^2 L$$

$$= 4 \times \pi^2 \times 49 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6} = 392\pi^2 = 392 \times \frac{22 \times 22}{49} = 3872$$

### Simple Harmonic Motion

24. A particle of mass 250 g executes a simple harmonic motion under a periodic force  $F = (-25x)$  N. The particle attains a maximum speed of 4 m/s during its oscillation. The amplitude of the motion is \_\_\_\_\_ cm.

किसी आवृत्ति बल  $F = (-25x)$  N के अन्तर्गत, 250 g द्रव्यमान का कोई कण सरल आवृत्त गति कर रहा है। अपने दोलनों के दौरान, 4 m/s मान की अधिकतम चाल प्राप्त करता है। गति का आयाम \_\_\_\_\_ cm होगा।

Question ID: 366694297

Ans. Official Answer NTA (40)

Sol.  $K = 25,$   $\omega = \sqrt{\frac{25}{0.25}} = 10 \text{ rad/sec}$

$$V_{\max} = A\omega$$

$$4 = A \times 10$$

$$A = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

### Circular Motion

## MATRIX JEE ACADEMY

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

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



25. A car is moving on a circular path of radius 600 m such that the magnitudes of the tangential acceleration and centripetal acceleration are equal. The time taken by the car to complete first quarter of revolution, if it is moving with an initial speed of 54 km/hr is  $t(1 - e^{-\pi/2})$ s. The value of t is \_\_\_\_\_.

कोई कार 600 m त्रिज्या के पथ पर इस प्रकार चल रही है कि इसके स्पर्शी त्वरण का परिमाण एवं अभिकेन्द्रीय त्वरण का परिमाण बराबर है। यदि कार 54 km/hr के प्रारम्भिक वेग से चल रही है, तो परिक्रमण के पहले एक चौथाई भाग को पूरा करने में कार द्वारा लिया गया समय  $t(1 - e^{-\pi/2})$ s है। तो t का मान \_\_\_\_\_ होगा।

Question ID: 366694300

Ans. Official Answer NTA (40)

Sol.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow \frac{v^2}{R} = v \frac{dv}{ds}$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{v} = \frac{ds}{R} \Rightarrow \ln v \Big|_{15}^v = \frac{s}{R}$$

$$\Rightarrow v = 15e^{\Delta/R} = \frac{ds}{dt} \Rightarrow dt = \frac{1}{15} e^{-\Delta/R} ds$$

$$\Delta t = \frac{R}{15} [1 - e^{-\Delta/R}]$$

$$= 40[1 - e^{-\pi/2}] \text{ seconds}$$

$$\Rightarrow t = 40$$

### Measurements & Errors

26. In an experiment of measuring the refractive index of a glass slab using travelling microscope in physics lab, a student measures real thickness of the glass slab as 5.25 mm and apparent thickness of the glass slab as 5.00 mm. Travelling microscope has 20 divisions in one cm on main scale and 50 divisions on vernier scale is equal to 49 divisions on main scale. The estimated uncertainty in the measurement of refractive index of the slab is

$$\frac{x}{10} \times 10^{-3}, \text{ where } x \text{ is } \underline{\hspace{2cm}}$$

भौतिक विज्ञान की प्रयोगशाला में चल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से सीसे के गुटके का अपवर्तनांक मापने के प्रयोग में, एक विद्यार्थी कांच के गुटके की वास्तविक मोटाई 5.25 mm एवं इसकी आभासी मोटाई 5.00 mm मापता है। चल सूक्ष्मदर्शी के मुख्य पैमाने के एक सेंटीमीटर में 20 विभाजन हैं, एवं वर्नियर पैमाने पर 50 विभाजन हैं। गुटके के अपवर्तनांक मापने में हुई अनुमानित अनियतता  $\frac{x}{10} \times 10^{-3}$  है, जहाँ



x का मान \_\_\_\_\_ है।

Question ID: 366694292

Ans. Official Answer NTA (41)

Sol. 
$$\mu = \frac{\text{real depth}(I_1)}{\text{apparent depth}(I_2)}$$

$$= \frac{5.25}{5} = 1.05$$

$$\frac{d\mu}{\mu} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2}$$

$$d\mu \left( \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} \right) \mu$$

$$= \left( \frac{0.01}{5.25} + \frac{0.01}{5.00} \right) \times 1.05$$

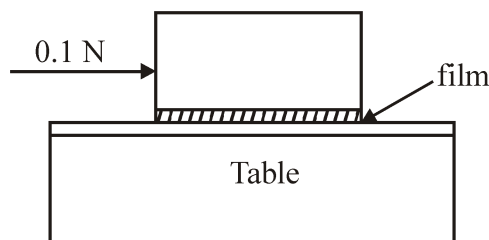
$$= \frac{41}{10} \times 10^{-3}$$

so x = 41

### Fluid Mechanics

27. A metal block of base area  $0.20 \text{ m}^2$  is placed on a table, as shown in figure. A liquid film of thickness  $0.25 \text{ mm}$  is inserted between the block and the table. The block is pushed by a horizontal force of  $0.1 \text{ N}$  and moves with a constant speed. If the viscosity of the liquid is  $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pl}$ , the speed of block is \_\_\_\_\_  $\times 10^{-3} \text{ m/s}$ .

$0.20 \text{ m}^2$  आधार क्षेत्रफल वाला एक धात्विक गुटका किसी मेज पर चित्र में दर्शाये अनुसार रखा है।  $0.25 \text{ mm}$  मोटाई वाली किसी द्रव की झिल्ली को, गुटके एवं मेज के बीच में रखा गया है। गुटके को,  $0.1 \text{ N}$  मान वाले क्षैतिज बल से धकेला जाता है एवं वह गुटका स्थिर चाल से चलता है। यदि द्रव की श्यानता  $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pl}$  है, तो गुटके की चाल लगभग \_\_\_\_\_  $\times 10^{-3} \text{ m/s}$  होगी।



Question ID: 366694298

Ans. Official Answer NTA (25)

Sol.  $|F| = \eta A \frac{\Delta v}{\Delta h} : 0.1 = 5 \times 10^{-3} \times 0.2 \times \frac{v}{.25 \times 10^{-3}}$

$v = 0.025 \text{ m/s}$  or  $v = 25 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

**MATRIX JEE ACADEMY**

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

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

**Electromagnetic Waves**

28. Unpolarised light is incident on the boundary between two dielectric media, whose dielectric constant are 2.8 (medium – 1) and 6.8 (medium – 2), respectively. To satisfy the condition, so that the reflected and refracted rays are perpendicular to each other, the angle of incidence should be  $\tan^{-1}\left(1 + \frac{10}{\theta}\right)^{\frac{1}{2}}$  the value of  $\theta$  is \_\_\_\_\_.

(Given for dielectric media,  $\mu_r = 1$ )

दो परावैद्युत माध्यमों की पृष्ठ सीमा पर कोई अध्रुवित प्रकाश आपतित होता है। इन परावैद्युत माध्यमों के आपक्षिक परावैद्युतांक क्रमशः 2.8 (माध्यम-1) एवं 6.8 (माध्यम-2) हैं। परावर्तित एवं अपवर्तित किरणों को एक-दूसरे के लम्बवत होने के लिए, आपतन कोण का मान

$\tan^{-1}\left(1 + \frac{10}{\theta}\right)^{\frac{1}{2}}$  होना चाहिए।  $\theta$  का मान -----होगा।

(दिया है, परावैद्युत माध्यमों के लिए  $\mu_r = 1$ )

Question ID: 366694293

Ans. Official Answer NTA (7)

Sol.  $\mu_1 = \sqrt{2.8 \times 1} = \sqrt{2.8}$

$\mu_2 = \sqrt{6.8 \times 1} = \sqrt{6.8}$

$\mu_1 \sin i = \mu_2 \cos i$        $\tan i = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \sqrt{\frac{6.8}{2.8}}$

$\tan i = \left(\frac{2.8 + 4}{2.8}\right)^{1/2}$        $i = \tan^{-1}\left(1 + \frac{10}{7}\right)^{1/2}$

$\theta = 7$  Ans.

**Electrostatics**

29. For a charged spherical ball, electrostatic potential inside the ball varies with  $r$  as  $V = 2ar^2 + b$ . Here,  $a$  and  $b$  are constant and  $r$  is the distance from the center. The volume charge density inside the ball is  $-\lambda\alpha\epsilon$ . The value of  $\lambda$  is \_\_\_\_\_.

$\epsilon$  = permittivity of the medium

किसी गोलाकार आवेशित गेंद के लिए, गेंद के अंदर स्थिर वैद्युत विभव का मान  $r$  के साथ निम्नानुसार परिवर्तित होता है:  $V = 2ar^2 + b$  यहाँ  $a$  एवं  $b$  स्थिरांक है, तथा  $r$  केन्द्र से दूरी है। गेंद के अंदर आयतन आवेश घनत्व  $-\lambda\alpha\epsilon$  है।  $\lambda$  का मान \_\_\_\_\_ होगा।

Question ID: 366694296

Ans. Official Answer NTA (12)

Sol.  $E = -\frac{dU}{dr} = 4ar$



$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$\frac{3\epsilon_0 \times E}{r} = \rho$$

$$\frac{3\epsilon_0 \times 4\pi r}{r} = 12\epsilon_0 a$$

**Current Electricity**

30. When two resistances  $R_1$  and  $R_2$  connected in series and introduced into the left gap of a meter bridge and a resistance of  $10\Omega$  is introduced into the right gap, a null point is found at 60 cm from left side. When  $R_1$  and  $R_2$  are connected in parallel and introduced into the left gap, a resistance of  $3\Omega$  is introduced into the right-gap to get null point at 40 cm from left end. The product of  $R_1 R_2$  is \_\_\_\_\_  $\Omega^2$

जब दो प्रतिरोधों  $R_1$  एवं  $R_2$  को श्रेणी क्रम में जोड़कर मीटर सेतु के बाएँ खँचे में लगाया जाता है, तथा  $10\Omega$  के एक प्रतिरोध को मीटर सेतु के दाएँ खँचे में लगाया जाता है, तो शून्य विक्षेप बाएँ से 60 cm की दूरी पर मिलता है। जब  $R_1$  एवं  $R_2$  को पार्श्व क्रम में जोड़कर मीटर सेतु के बाएँ खँचे में तथा  $3\Omega$  वाले प्रतिरोध को दाएँ खँचे में लगाया जाता है। तो शून्य विक्षेप बाएँ सिरे से 40 cm की दूरी पर मिलता है।  $R_1 R_2$  का गुणनफल \_\_\_\_\_  $\Omega^2$  होगा।

Question ID: 366694291

Ans. Official Answer NTA (30)

Sol. 
$$\frac{R_1 + R_2}{10} = \frac{60}{40};$$

$$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40}{60}$$

$$\frac{R_1 R_2}{3(R_1 + R_2)} = \frac{10}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_1 R_2 = 30$$