JEE Main January 2023

Question Paper With Text Solution

25 January | Shift-1

PHYSICS

MATRIX

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

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

Nuclear Physics

1. The ratio of the density of oxygen nucleus $\left({}_{8}^{16}O\right)$ and helium nucleus $\left({}_{2}^{4}He\right)$ is

   ऑक्सीजन $\left({}_{8}^{16}O\right)$ के नाभिक के घनत्व एवं हीलियम $\left({}_{2}^{4}He\right)$ के नाभिक के घनत्व का अनुपात है:

   (1) 8:1 (2) 2:1 (3) 1:1 (4) 4:1

Question ID : 3666941186

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. Nuclear density is constant.

$$\frac{\rho_{oxygen}}{\rho_{Helium}} = 1$$

Kinematics

2. A car travels a distance of 'x' with speed v_1 and then same distance 'x' with speed v_2 in the same direction. The average speed of the car is:

   एक कार v_1 चाल से x दूरी तय करती है, फिर उसी दिशा में v_2 चाल से x दूरी तय करती है। कार की औसत चाल है:

   (1) $\frac{v_1 v_2}{2(v_1+v_2)}$ (2) $\frac{2x}{v_1+v_2}$ (3) $\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$ (4) $\frac{v_1+v_2}{2}$

Question ID: 3666941172

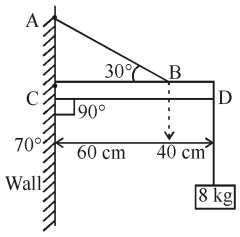
Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $$v_{avg} = \frac{2x}{\left(\frac{x}{v_1}+\frac{x}{v_2}\right)} = \left(\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}\right)$$

Rotation

3. An object of mass 8 kg is hanging from one end of a uniform rod CD of mass 2 kg and length 1 m pivoted at its end C on a vertical wall as shown in figure. It is supported by a cable AB such that the system is in equilibrium. The tension in the cable is: (Take $g = 10\ m/s^2$)

   एक 8 kg द्रव्यमान की एक वस्तु 1m लंबी एवं 2 kg द्रव्यमान वाली किसी एकसमान छड़ CD के एक सिरे से लटक रही है, जो कि अपने दूसरे सिरे C पर एक उर्ध्वाधर दीवार के सहारे धुरी पर चित्र में दर्शाये अनुसार लगी हुई है। इसे एक बेबिल (तार) AB से इस तरह सहारा दिया हुआ है कि निकाय साम्यावस्था में है। केबल में तनाव है: (यदि गुरुत्वीय तवरण $g = 10\ m/s^2$)

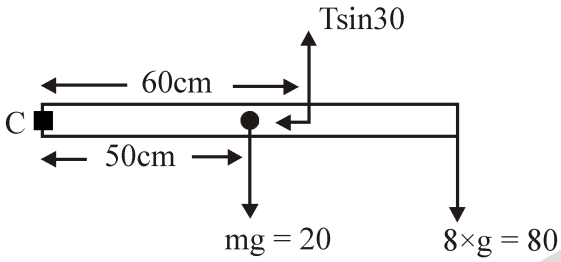


(1) 300 N (2) 30 N (3) 240 N (4) 90 N

Question ID : 3666941174

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol.



Taking torque about point C

$$\frac{T}{2}\times 60 = 20\times 50 + 80\times 100$$

$$\Rightarrow 3T = 100 + 800$$

$$\Rightarrow = 300\,N$$

Dual Nature of Radiation & Matter

4. Electron beam used in an electron microscope, when accelerated by a voltage of 20 kV, has a de-Broglie wavelength of λ_0. If the voltage is increased to 40 kV, then the de-Broglie wavelength associated with the electron beam would be:

जब किसी इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में प्रयुक्त इलेक्ट्रॉन किरण पुंज को 20 kV के वोल्टेज (विभव) से त्वरित किया जाता है, तो इसका तरंगदैर्ध्य λ_0 है। यदि वोल्टेज का मान बढ़ाकर 40 kV कर दिया जाए तो इलेक्ट्रॉन किरण पुँज में समाहित डी–ब्रोगली तरंगदैर्ध्य होगी ।

(1) $3\lambda_0$ (2) $\frac{\lambda_0}{\sqrt{2}}$ (3) $\frac{\lambda_0}{2}$ (4) $9\lambda_0$

Question ID : 3666941188

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. When electron is accelerated through potential difference V, then

K.E. = eV

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2m(KE)}} = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

$$\therefore \lambda a \frac{1}{\sqrt{V}}$$

$$\therefore \frac{\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{20}{40}}$$

$$\therefore \lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{2}}$$

Electromagnetic Induction

5. In an LC oscillator, if values of inductance and capacitance become twice and eight times, respectively, then the resonant frequency of oscillator becomes x times its initial resonant frequency ω_0. The value of x is:

किसी LC दोलित्र में, यदि प्रेरकत्व को दोगुना एवं धारिता को आठ गुना कर दिया जाए तो दोलित्र की आवृत्ति इसकी प्रारभिक आवृत्ति ω_0 की x गुना हो जाती है। x का मान है :

(1) 16 (2) 1/16 (3) 1/4 (4) 4

Question ID : 3666941184

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{2L \times 8C}} = \frac{1}{\sqrt{16LC}} = \frac{1}{4\sqrt{LC}} = \frac{\omega_1}{4}$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{4}$$

KTG & Thermodynamics

6. The root mean square velocity of molecules of gas is:

(1) Proportional to square of temperature (T^2)

(2) Proportional to square root of temperature $\left(\sqrt{T}\right)$

(3) Proportional to temperature (T)

(4) Inversely proportional to square root of temperature $\left(\sqrt{\frac{1}{T}}\right)$

किसी गैस के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग होता है:

(1) तापमान के वर्ग (T^2) के अनुक्रमानुपाती

(2) तापमान के वर्गमूल $\left(\sqrt{T}\right)$ के अनुक्रमानुपाती

(3) तापमान (T) के अनुक्रमानुपाती

(4) तापमान के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती $\left(\sqrt{\frac{1}{T}}\right)$

Question ID : 3666941178

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $V_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$

$V_{rms} \propto T^{1/2}$

Units & Dimensions

7. Match **List I** with **List II**

List I	**List II**
A. Surface tension	I. kg $m^{-1}s^{-1}$
B. Pressure	II. kg ms^{-1}
C. Viscosity	III. kg $m^{-1}s^{-2}$
D. Impulse	IV. kg $m°s^{-2}$

Choose the correct answer from the options given below:

सूची **I** का **List II** से मिलान करें

सूची **- I**	सूची **- II**
A. पृष्ठ तनाव	I. kg $m^{-1}s^{-1}$
B. दाब	II. kg ms^{-1}
C. श्यानता	III. kg $m^{-1}s^{-2}$
D. आवेग	IV. kg $m°s^{-2}$

नीचे दिए गए विकल्पों मे से सही उत्तर चुने।

(1) A-II, B-I, C-III, D-IV

(2) A-IV, B-III, C-II, D-I

(3) A-IV, B-III, C-I, D-II

(4) A-III, B-IV, C-I, D-II

Question ID : 3666941171

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. (A) Surface tension : $kg\ m^{\circ}s^{-2}$ (IV)

(B) Pressure : $kg\ m^{-1}s^{-2}$ (III)

(C) Viscosity : $kg\ m^{-1}s^{-1}$ (I)

(D) Impulse : $kg\ ms^{-1}$ (II)

Semiconductors

8. Given below are two statements: one is labelled as Assertion A and the other is labelled as Reason R

Assertion A: Photodiodes are used in forward bias usually for measuring the light intensity.

Reason R: For a p-n junction diode, at applied voltage V the current in the forward bias is more than the current in the reverse bias for $|V_z| > \pm V \geq |V_0|$ where V_0 is the threshold voltage and V_z is the breakdown voltage.

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

(1) A is false but R is true

(2) Both A and R are true but R is NOT the correct explanation A

(3) A is true but R is false

(4) Both A and R are true and R is correct explanation A

नीचे दो कथन दिए गए हैः इनमें से एक को अभिकथन A एवं दूसरे को कारण R द्वारा निरूपित किया गया है।

अभिकथन A: प्रकाश की तीव्रता का मापन करने के लिए, फोटोडायोड प्रायः अग्रदिशित बायसित अवस्था में प्रयुक्त होते हैं।

कारण R: p-n संधि डायोड में आरोपित विभव V पर, $|V_z| > \pm V \geq |V_0|$ के लिए अग्रदिशित बायस में धारा का मान, पश्चादिशिक बायस में धारा के मान से अधिक होता है। जहां V_z भंजन वोल्टता है और V_0 देहली वोल्टता है।

(1) A गलत है, किन्तु R सत्य है।

(2)A एवं R दोनों सही है, किन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है।

(3) A सत्य है, किन्तु R गलत है।

(4) A एवं R दोनों सही है, किन्तु R, A की सही व्याख्या है।

Question ID : 3666941189

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. Photodiodes are used in reverse bias therefore the assertion is incoorect.

Communication Systems

9. A message signal of frequency 5 kHz is used to modulate a carrier signal of frequency 2 MHz. The bandwidth

for amplitude modulation is:

5 kHz आवृत्ति वाले एक मैसेज (संदेश) सिग्नल का प्रयोग, 2 MHz आवृत्ति वाले एक वाहक सिग्नल को आयाम मांडुलित करने में होता है। आयाम मांडुलन के लिए बैंड परास (बैंडविड्थ) है

(1) 2.5 kHz (2) 20 kHz (3) 5 kHz (4) 10 kHz

Question ID : 3666941190

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. Given

Signal frequency $f_m = 5kHz$

Carrier wave frerquency $f_c = 2MHz$

$f_c = 2000$ KHz

The resultant signal will have band width of frequency given by

$\left[(f_c + f_m) - (f_c - f_m)\right]$

$\Rightarrow [(2000 + 5) - (2000 - 5)]$ kHz

$\Rightarrow 10$ kHz

Gravitation

10. Assume that the earth is a solid sphere of uniform density and a tunnel is dug along its diameter throughout the earth. It is found that when a particle is released in this tunnel, it executes a simple harmonic motion. The mass of the particle is 100 g. The time period of the motion of the particle will be (approximately)

(Take $g = 10\ ms^{-2}$, radius of earth = 6400 km)

(1) 1 hour 24 minutes (2) 24 hours

(3) 12 hours (4) 1 hour 40 minutes

माना पृथ्वी, एकसमान घनत्व वाला एक ठोस गोला है, एवं इसके व्यास के अनुदिश पृथ्वी के आर–पार एक सुरंग खोदी जाती है।यह पाया जाता है कि जब कोई कण इस सुरंग में छोड़ा जाता है तो वह सरल आवर्त गति करता है। यदि कण का द्रव्यमान 100g है तो कण की गति का आवर्तकाल लगभग होगा:

(यदि $g = 10\ ms^{-2}$, पृथ्वी की त्रिज्या = 6400 km)

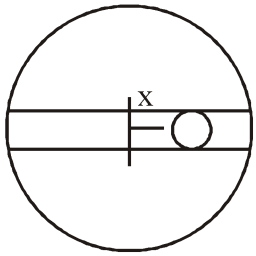
(1) 1 घंटा 24 मिनट (2) 24 घंटे

(3) 12 घंटे (4) 1 घंटा 40 मिनट

Question ID : 3666941179

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol.



Let at some time particle is at a distance x from centre of Earth, then at that position field

$$g = \frac{GM}{R^3}x$$

$$\text{so } mg = \frac{GMmx}{R^3}$$

$$\vec{F} = -\frac{GMm}{R^3}\vec{x}$$

On comparing $F = -kx$.

$$k = \frac{GMm}{R^3}$$

$$\text{since } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$\Rightarrow T = 2\times 3.14\times\sqrt{\frac{6400\times 10^3}{10}}$$

$$= 2\times 3.14\times 800\,\text{sec} \approx 1 \text{ hour } 24 \text{ minutes}$$

Current Electricity

11. A uniform metallic wire carries a current 2 A, when 3.4 V battery is connected across it. The mass of uniform metallic wire is 8.92×10^{-3} kg, density is 8.92×10^{3} kg/m^3 and resistivity is 1.7×10^{-8} Ω-m. The length of wire is:

किसी एकसमान धात्विक तार में 2A की धारा प्रवाहित होती है, जब इसके सिरों पर 3.4 V वाली बैट्री को लगाया जाता है। एकसमान धात्विक तार का द्रव्यमान 8.92×10^{-3} kg, घनत्व 8.92×10^{3} kg/m^3 एवं प्रतिरोधकता 1.7×10^{-8} Ω-m है। तार की लम्बाई है:

(1) $l = 6.8$ m (2) $l = 5$ m (3) $l = 10$ m (4) $l = 100$ m

Question ID : 3666941181

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. Given m = 8.92×10^{-3} kg, I = 2A, V = 3.4 Volt, $\rho' = 8.92 \times 10^3$ kg/m^3 and $\rho = 1.7 \times 10^{-8}$ Ω–m

$$R = \frac{V}{i} = \frac{3.4}{2}$$

$$R = \rho\frac{\ell}{A} \qquad \therefore m = \rho'(\text{Volume})$$

$$= \rho' \times A \times \ell$$

$$A = \frac{m}{\rho'\ell} \qquad .....(1)$$

From equation (1)

$$R = \rho\frac{\rho'\ell^2}{m}$$

$$\frac{3.4}{2} = \frac{1.7\times10^{-8}\times8.92\times10^3\times\ell^2}{8.92\times10^{-3}}$$

$$\ell^2 = 100 \Rightarrow \ell = 10$$

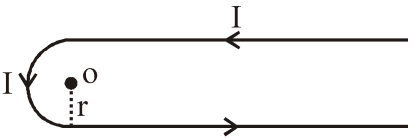
Magnetic Field & Force

12. Match List I with List II

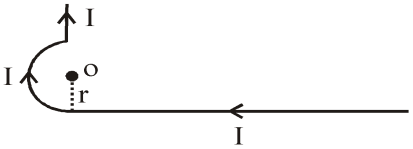
List I (Current configuration) List II (Magnitude of Magnetic field at point O)

A.

I. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}[\pi + 2]$

B. 

II. $B_0 = \frac{\mu_0}{4}\frac{I}{r}$

C. 

III. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}[\pi - 1]$

D.

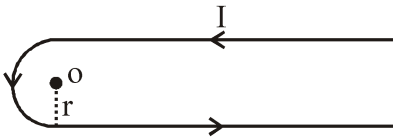
IV. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}[\pi + 1]$

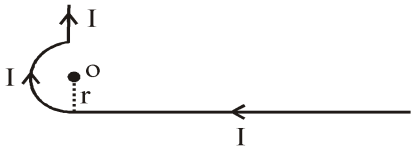
Choose the correct answer from the options given below:

सूची-I का सूची-II से मिलान करें

List I (Current configuration)

A.

B. 

C. 

D.

List II (Magnitude of Magnetic field at point O)

I. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}[\pi + 2]$

II. $B_0 = \frac{\mu_0}{4}\frac{I}{r}$

III. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}[\pi - 1]$

IV. $B_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}[\pi + 1]$

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनें:

(1) A-III, B-IV, C-I, D-II

(2) A-I, B-III, C-IV, D-II

(3) A-III, B-I, C-IV, D-II

(4) A-II, B-I, C-IV, D-III

Question ID : 3666941182

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.

Gravitation

13. T is the time period of simple pendulum on the earth's surface. Its time period becomes x T when taken to a height R (Equal to earth's radius) above the earth's surface. Then, the value of x will be:

यदि पृथ्वी के तल पर किसी साधारण लोलक का आवर्तकाल T_0 है। पृथ्वी के तल से R_e (पृथ्वी की त्रिज्या के बराबर) ऊँचाई पर ले जाने पर इसका आवर्तकाल x T_0 हो जाता है। तो x का मान होगा:

(1) 2 (2) 1/2 (3) 4 (4) 1/4

Question ID : 3666941175

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $T = 2x\sqrt{\frac{I}{g}}$

g = acceleration due to gravity

On earth's surface $g = \frac{Gm}{R^2}$

On height R, $g_R = \frac{Gm}{4R^2}$

$g_R = \frac{g}{4}$

Time period at height $R = 2\pi\sqrt{\frac{I}{g_R}}$

$= 2T$

Magnetic Field & Force

14. A solenoid of 1200 turns is wound uniformly in a single layer on a glass tube 2 m long and 0.2 m in diameter. The magnetic intensity at the center of the solenoid when a current of 2 A flows through it is:

2m लम्बी एवं 0.2 m व्यास वाली एक काँच की नली पर 1200 घेरों वाली एक परिनलिका को एकसमान रूप से एक ही परत में बाँध ा जाता है। जब परिनलिका में 2A की धारा प्रवाहित होती है, तो इसके केन्द्र पर चुम्बकीय तीव्रता है:

(1) 2.4×10^{-3} A m^{-1} (2) 1.2×10^{3} A m^{-1} (3) 2.4×10^{3} A m^{-1} (4) 1 A m^{-1}

Question ID : 3666941183

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Number of turns per unit length $= \frac{1200}{2} = 600$

So, Magnetic Intensity H = nl

$= 600 \times 2$ Am^{-1}

$= 1200$ Am^{-1}

Circular Motion

15. A car is moving with a constant speed of 20 m/s in a circular horizontal track of radius 40 m. A bob is suspended from the roof of the car by a massless string. The angle made by the string with the vertical will be: (Take g = 10 m/s^2)

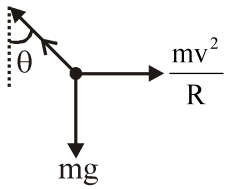
40m त्रिज्या वाले किसी क्षैतिज वृत्ताकार पथ पर एक कार 20 m/s की स्थिर चाल से चल रही है। एक द्रव्यमान रहित रस्सी की सहायता से, एक गोलक, कार की छत से लटका है। रस्सी का ऊर्ध्व के साथ बना कोण होगा (यदि g = 10 m/s^2)

(1) $\frac{\pi}{2}$ (2) $\frac{\pi}{4}$ (3) $\frac{\pi}{3}$ (4) $\frac{\pi}{6}$

Question ID : 3666941173

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol.



$T\cos\theta = mg$

$T\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$

$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$

$\tan\theta = \frac{20^2}{40\times 10}$

$\tan\theta = 1$

$\Rightarrow \theta = \frac{\pi}{4}$

Electromagnetic Waves

16. All electromagnetic wave is transporting energy in the negative z direction. At a certain point and certain time the direction of electric field of the wave is along positive y direction. What will be the direction of the magnetic field of the wave at that point and instant ?

(1) Positive direction of x (2) Negative direction of x

(3) Positive direction of z (4) Negative direction of y

एक विद्युत चुम्बकीय तरंग, ऋणात्मक z दिशा में ऊर्जा स्थानान्तरित कर रही है । किसी नियत बिन्दु एवं नियत क्षण पर, विद्युत क्षेत्र की दिशा, धनात्मक y दिशा के अनुदिश है। उस बिन्दु एवं क्षण परए तरंग के चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्या होगी ?

(1) x की धनात्मक दिशा (2) x की ऋणात्मक दिशा

(3) z की धनात्मक दिशा (4) y की ऋणात्मक दिशा

Question ID : 3666941185

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. As, poynting vector

$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

Given energy transport = negative z direction Electric field = positive y direction

$\left(-\hat{k}\right) = \left(+\hat{j}\right) \times \left[\hat{i}\right]$

Hence according to vector cross product magnetic field should be positive x direction.

KTG & Thermodynamics

17. A carnot engine with efficiency 50% takes heat from a source at 600 K. In order to increase the efficiency to 70%, keeping the temperature of sink same, the new temperature of the source will be:

50% दक्षता वाला एक कार्नो इंजन 600 K पर एक स्रोत से ऊष्मा लेता है। सिंक(अभिगम) का तापमान समान रखते हुए, दक्षता को 70% तक बढ़ाने के लिए, स्रोत का नया तापमान होगा:

(1) 900 K (2) 1000 K (3) 360 K (4) 300 K

Question ID : 3666941177

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $\eta = 1 - \frac{T_{sink}}{T_{source}}$

$\frac{50}{100} = 1 - \frac{T_{sink}}{600}$

$\Rightarrow T_{sink} = 300$

$\frac{70}{100} = 1 - \frac{300}{T'}$

$\frac{300}{T'} = \frac{7}{10} - 1 = \frac{3}{10}$

T' = 1000 K

Capacitance

18. As parallel plate capacitor has plate area 40 cm^2 and plates separation 2 mm. The space between the plates is filled with a dielectric medium of a thickness 1 mm and dielectric constant 5. The capacitance of the system is:

एक समानान्तर पट्टिका संधारित्र की पट्टियो का क्षेत्रफल 40 cm^2 एवं पट्टियों के बीच की दूरी 2 mm है। 1 mm की मोटाई तक का पट्टियों के बीच का स्थान, 5 परावैद्युत स्थिरांक वाले एक परावैद्युत पदार्थ से भर दिया जाता है। निकाय की धारिता है:

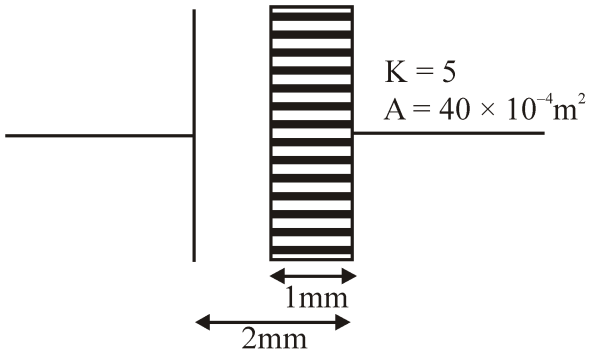
(1) $\frac{10}{3}\varepsilon_0 F$ (2) $10\,\varepsilon_0 F$ (3) $\frac{3}{10}\varepsilon_0 F$ (4) $24\,\varepsilon_0 F$

Question ID : 3666941180

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. Let us C_1 is capacitance due to dielectric

= 60 μm



$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \times K \times 40 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 20\varepsilon_0$$

C_2 due to remaining

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \times 40 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 4\varepsilon_0$$

Here C_1 and C_2 are in series.

So that $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20\varepsilon_0} + \frac{1}{4\varepsilon_0}$

$$C_{eq} = \frac{20}{6}\varepsilon_0 = \frac{10}{3}\varepsilon_0 F$$

Wave Optics

19. In Young's double slits experiment, the position of 5th bright fringe from the central maximum is 5 cm. The distance between slits and screen is 1 m and wavelength of used monochromatic light is 600 nm. The separation between the slits is:

यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में, केन्द्रीय उच्चिष्ठ से पांचवी दीप्त फ्रीन्ज की स्थिति 5cm है। झिरियों एवं पर्दे के बीच की दूरी 1m है, एवं 600 nm तंरगदैर्ध्य वाला एकलवर्णी प्रकाश प्रयुक्त हुआ है। तो झिरियों के बीच की दूरी है:

(1) 48 μm (2) 36 μm (3) 60 μm (4) 12 μm

Question ID : 3666941187

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $y_5 = 5\,cm, D = 1\,m, \lambda = 600\,nm$

$$y_n = \frac{n\lambda D}{d}$$

$$\because \frac{5\lambda D}{d} = \frac{5}{100}$$

$\therefore \quad d = \frac{5 \times 600 \times 10^{-9} \times 1 \times 100}{5}$

$= 6 \times 10^{-5}$ m

Heat Transfer

20. A bowl filled with very hot soup cools from 98°C to 86°C in 2 minutes when the room temperature is 22°C. How long it will take to cool from 75° C to 69°C ?

जब कमरे का तापमान 22°C है, तो बहुत गर्म सूप से भरी एक कटोरी 2 मिनट में 98°C से 86°C तक ठंडी होती है। 75° C से 69° C तक ठंडा होने में कितना समय लेगी ?

(1) 2 मिनट (2) 0.5 मिनट (3) 1 मिनट (4) 1.4 मिनट

Question ID : 3666941176

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. From Newton's law of cooling.

$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_s)$

Case I : dT = 12°C, dt = 2 min

$\frac{12}{2} = -k[92 - 22°] = -k\ 70$ ....(1)

Case II : dT = 6°C

$\frac{6}{dt} = -k[72 - 22] = -k\ 50$ ....(2)

From (1) and (2)

dt = 1.4 min

Atomic Structure

21. The wavelength of the radiation emitted is λ_0 when an electron jumps from the second excited state to the first excited state of hydrogen atom. If the electron jumps from the third excited state to the second orbit of the hydrogen atom, the wavelength of the radiation emitted will be $\frac{20}{x}\lambda_0$. The value of x is _____.

हाइड्रोजन परमाणु का एक इलेक्ट्रॉन जब द्वितीय उत्तेजित अवस्था से, प्रथम उत्तेजित अवस्था में कूदता है, तो उत्सर्जित विकिरणों का तरंगदैर्ध्य λ_0 है। हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रॉन के तृतीय उत्तेजित स्तर से द्वितीय कक्षा में कूदने पर उत्सर्जित विकिरण की तरंगदैर्ध्य $\frac{20}{x}\lambda_0$ होगी। x का मान है _____।

Question ID : 3666941191

Ans. Official Answer NTA (27)

Sol. _____ n = 4

_____ n = 3

_____ n = 2

_____ n = 1

Second excited state → first excited state

$n = 3 \rightarrow n = 2$

$$\frac{hc}{\lambda_0} = 13.6\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \quad \text{.....(i)}$$

Third excited state → second orbit

$n = 4 \rightarrow n = 2$

$$\frac{hc}{(20\lambda_0 / x)} = 13.6\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) \quad \text{.....(ii)}$$

(ii) ÷ (i)

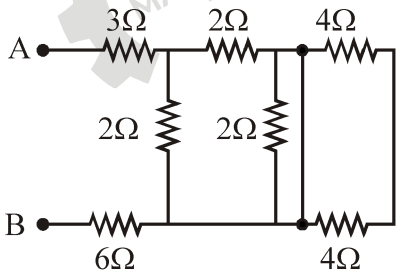
$$\frac{x}{20} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}}{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}$$

$x = 27$

Current Electricity

22. In the given circuit, the equivalent resistance between the terminal A and B is _____ Ω.

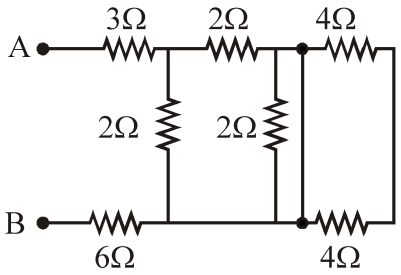
दिए गए परिपथ में, सिरो A एवं B के बीच तुल्य प्रतिरोध _____ Ω है।



Question ID : 3666941194

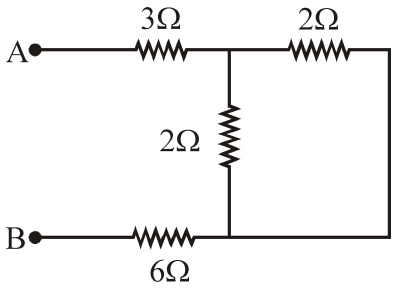
Ans. Official Answer NTA (10)

Sol.



Both 4Ω resistance gets short.

Remove the resistors that have no current.



$R_{eq} = 3 + (2 \parallel 2) + 6$

$R_{eq} = 3 + 1 + 6$

$R_{eq} = 10\ \Omega$

Geometrical Optics

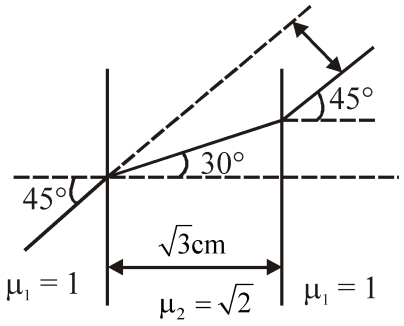
23. A ray of light is incident from air on a glass plate having thickness $\sqrt{3}$ cm and refractive index $\sqrt{2}$. The angle of incidence of a ray is equal to the critical angle for glass-air interface. The lateral displacement of the ray when it passes through the plate is _____ $\times 10^{-2}$ cm. (given $\sin 15^\circ = 0.26$)

एक प्रकाश किरण हवा से, $\sqrt{3}$ cm मोटाई एवं $\sqrt{2}$ अपवर्तनांक वाली किसी कांच की पट्टी पर आपतित होती है। किरण का आपतन कोण, कांच–हवा के तल के क्रान्तिक कोण के बराबर है। जब यह किरण पट्टी से गुजरती है तो इसका पार्श्विक विस्थापन _____ $\times 10^{-2}$ cm है।. (दिया है $\sin 15^\circ = 0.26$)

Question ID : 3666941192

Ans. Official Answer NTA (52)

Sol. Given incident angle $i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right) \rightarrow$ (glass air interface)



$i_c = 45° = i$

From snell's law

$\mu_1 \sin(i) = \mu_2 \sin(r)$

$1\sin(45) = \sqrt{2}\sin(r)$

$r = 30°$

Then lateral displacement $= \dfrac{t\sin(1-r)}{\cos(r)}$ $\quad \therefore$ Given $\sin(15°) = 0.26$

$= \dfrac{\sqrt{3}\sin(45-30)}{\cos(30)} = 0.52 = 52\times10^{-2}$ cm

Waves on String

24. The distance between two consecutive points with phase difference of 60° in a wave of frequency 500 Hz is 6.0 m. The velocity with which wave is traveling is _____ km/s

500Hz आवृत्ति वाली एक तरंग में दो क्रमागत बिन्दुओं के बीच की दूरी 6.0 m है, जिनके बीच का कला–अन्तर 60° है। वह वेग, जिसके साथ तरंग गति कर रही है, वह _____ km/s है।

Question ID : 3666941196

Ans. Official Answer NTA (18)

Sol. Given Data $\Delta x = 6m, \delta = 60 = \dfrac{\pi}{3}, \upsilon = 500\,Hz,$

$\lambda = \dfrac{v}{\upsilon} = \dfrac{v}{500}$

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \delta$$

$$6 = \frac{v/500}{2 \times \pi} \times \frac{\pi}{3}$$

$v = 18 \times 1000$ m/sec.

$v = 18$ km/sec.

Alternating Current

25. An LCR series circuit of capacitance 62.5 nF and resistance of 50 Ω, is connected to an A.C. source of frequency 2.0 kHz. For maximum value of amplitude of current in circuit, the value of inductance is _____mH. (Take $\pi^2 = 10$)

62.5 nF धारिता एवं 50 Ω प्रतिरोधकता वाले एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ को 2.0 kHz. आवृत्ति वाले एक a.c.(प्रत्यावर्ती धारा) स्रोत से जोड़ा जाता है। परिपथ में धारा के आयाम के अधिकतम मान के लिए, प्रेरकत्व का मान _____mH है। (यदि $\pi^2 = 10$)

Question ID : 3666941193

Ans. Official Answer NTA (100)

Sol. ∵ For maximum amplitude of current, circuit should be at resonance.

$\therefore X_L = X_C$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$L = \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$= \frac{1}{(2\pi \times 2 \times 10^3)^2 \times 62.5 \times 10^{-9}}$$

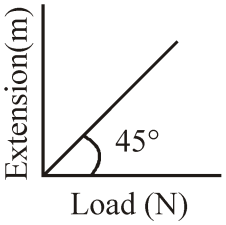
$= 100$ mH

Elasticity

26. As shown in the figure, in an experiment to determine Young's modulus of a wire, the extension-load curve is plotted. The curve is a straight line passing through the origin and makes an angle of 45° with the load axis. The length of wire is 62.8 cm and its diameter is 4 mm. The Young's modulus is found to be $x \times 10^4$ Nm^{-2}.

The value of x is _____.

चित्र में दर्शाये अनुसार, किसी तार की प्रत्यास्थता का यंग गुणांक ज्ञात करने के एक प्रयोग में प्रसार बनाम लोड (भार) का वर्क आरेखित किया गया है। वर्क एक सरल रेखा है, जो कि मूल बिन्दु से गुजर रही है एवं लोड–अक्ष से 45° का कोण बना रही है। तार की लम्बाई 62.8 cm एवं इसका व्यास 4 mm है। प्रत्यास्थता का यंग गुणांक $x \times 10^4$ Nm^{-2} पाया जाता है। x का मान है _____।



Question ID : 3666941197

Ans. Official Answer NTA (5)

Sol. $Y = \frac{F}{\Delta L} \times \frac{L}{\pi R^2}$

$y = (\text{slope})\frac{(62.8\times10^{-2})}{\pi R^2}$

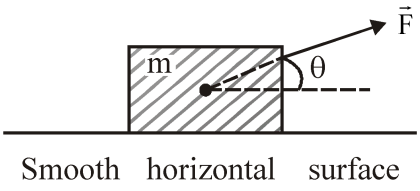
$y = 1 \times \frac{62.8\times10^{-2}}{3.14\times(2\times10^{-3})^2}$

$= (1) \times 5 \times 10^4\ N/m^2$

Work, Power & Energy

27. An object of mass 'm' initially at rest on a smooth horizontal plane starts moving under the action of force F = 2N. In the process of its linear motion, the angle θ (as shown in figure) between the direction of force and horizontal varies as θ = kx, where k is a constant and x is the distance covered by the object from its initial position. The expression of kinetic energy of the object will be $E = \frac{n}{k}\sin\theta$. The value of n is _____.

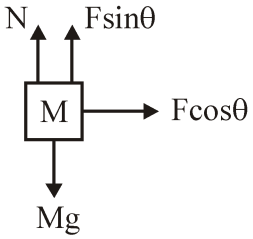
'm' द्रव्यमान का एक गुटका प्रारम्भ में स्थिर अवस्था में एक चिकने क्षैतिज तल पर रखा है यह F = 2N आरोपित बल की वजह से चलना प्रारम्भ करता है। इसके रेखीय गति के प्रक्रम में, बल की दिशा एवं क्षैतिज के बीच का कोण (θ) (चित्र में दशार्य अनुसार), θ = kx के अनुसार परिवर्तित होता है, जहां k एक स्थिरांक है एवे x गुटके द्वारा चली गई इसकी प्रारम्भिक स्थिति से दूरी है। गुटके की गतिज ऊर्जा का व्यंजक $E = \frac{n}{k}\sin\theta$ होगा। n का मान है।



Question ID : 3666941199

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol.



$F\cos\theta = ma$

$$2\cos(kx) = \frac{mvdv}{dx}$$

$$\int_0^v vdv = 2\int_0^x \cos(kx)dx$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{2}{k}\sin kx$$

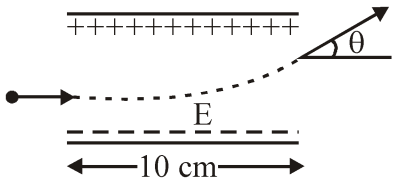
$$K.E. = \frac{2}{k}\sin\theta$$

$n = 2$

Electrostatics

28. A uniform electric field of 10 N/C is created between two parallel charged plates (as shown in figure). An electron enters the field symmetrically between the plates with a kinetic energy 0.5 eV. The length of each plate is 10 cm. The angle (θ) of deviation of the path of electron as it comes out of the field is _____(in degree).

चित्र में दर्शाये अनुसार, दो आवेशित समानान्तर पट्टियों के बीच 10 N/C का कोई एकसमान विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है। पट्टियों के बीच के क्षेत्र में, एक इलेक्ट्रॉन 0.5 eV गतिज ऊर्जा के साथ प्रवेश करता है। प्रत्येक पट्टी की लम्बाई 10 cm है। इलेक्ट्रॉन जैसे की क्षेत्र के बाहर आता है, तो इसके पथ में हुआ विक्षेप कोण (θ) _____° (डिग्री) है।



Question ID : 3666941195

Ans. Official Answer NTA (45)

Sol. $0.5e = \frac{1}{2}mv_x^2 \Rightarrow v_x = \sqrt{\frac{e}{m}}$

Along x $L = V_x t = \sqrt{\frac{e}{m}}t$

Along y $v_y = \frac{eE}{m}t$

dividing $\frac{v_y}{L} = E\sqrt{\frac{e}{m}} = Ev_x$

$\Rightarrow \text{Tan}\,\theta = \frac{v_y}{v_x} = E \times L = 10 \times 0.1 = 1$

$\theta = 45°$

Vectors

29. If $\vec{P} = 3\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2\hat{k}$ and $\vec{Q} = 4\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2.5\hat{k}$ then, The unit vector in the direction of $\vec{P} \times \vec{Q}$ is $\frac{1}{x}\left(\sqrt{3}i + \hat{j} - 2\sqrt{3}\hat{k}\right)$. The value of x is:

यदि $\vec{P} = 3\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2\hat{k}$ एवं $\vec{Q} = 4\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2.5\hat{k}$ । तो $\vec{P} \times \vec{Q}$ की दिशा में इकाई सदिश $\frac{1}{x}\left(\sqrt{3}i + \hat{j} - 2\sqrt{3}\hat{k}\right)$ है। तो x का मान है..... ।

Question ID : 3666941200

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. $\vec{p} = 3\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{Q} = 4\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j} + 2.5\hat{k}$

From Direction of unit vector is along $\vec{P} \times \vec{Q}$

then $\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & \sqrt{3} & 2 \\ 4 & \sqrt{3} & \frac{5}{2} \end{vmatrix}$

$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i}\left(\frac{5\sqrt{3}}{2} - 2\sqrt{3}\right) - \hat{j}\left(\frac{15}{2} - 8\right) + \hat{k}\left(3\sqrt{3} - 4\sqrt{3}\right)$

$\vec{P} \times \vec{Q} = \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{\hat{j}}{2} - \sqrt{3}\hat{k}$

$\vec{r} = \lambda(\vec{a})$ For parallel vector

$\vec{r} = \lambda\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{\hat{j}}{2} - \sqrt{3}\hat{k}\right)$

$|\vec{r}| = 1$

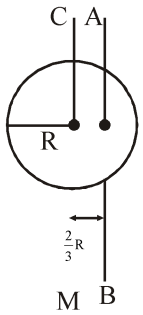
then $\lambda = \frac{1}{2}$

$\vec{r} = \frac{1}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{\hat{j}}{2} - \sqrt{3}\hat{k}\right) \Rightarrow \frac{1}{4}\left(\sqrt{3}\hat{i} + \hat{j} - 2\sqrt{3}\hat{k}\right)$ then $x = 4$

Rotation

30. I_{CM} is the moment of inertia of a circular disc about an axis (CM) passing through its center and perpendicular to the plane of disc. I_{AB} is it's moment of inertia about an axis AB perpendicular to plane and parallel to axis CM at a distance $\frac{2}{3}R$ from center. Where R is the radius of the disc. The ratio of I_{AB} and I_{CM} is x : 9. The value of x is _____.

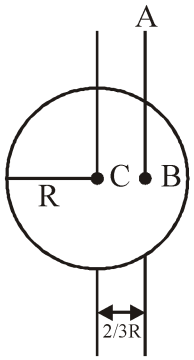
एक वृत्ताकार डिस्क(तश्तरी) का एक अक्ष (cm) के परितः जड़त्वघूर्ण I_{CM} है, यह अक्ष डिस्क के केन्द्र से गुजरता है, एवं डिस्क के तल के लम्बवत् है। I_{AB} एक अक्ष AB के परितः इस डिस्क का जड़त्वाघूर्ण है, यह अक्ष AB, डिस्क के तल के लम्बवत् है, अक्ष CM के समानान्तर है एवं केन्द्र से $\frac{2}{3}R$ की दूरी पर है, जहाँ R डिस्क की त्रिज्या है। I_{AB} एवं I_{CM} का अनुपात x : 9 है। x क मान _____ है



Question ID : 3666941195

Ans. Official Answer NTA (17)

Sol. ICM of Disc = $\frac{1}{2}mR^2$



For I_{AB} using parallel axis therom

$$I_{AB} = I_{CM} + m\left(\frac{2R}{3}\right)^2 = \frac{17}{18}MR^2$$

$$\frac{I_{AB}}{I_{CM}} = \frac{17MR^2}{18 \times \frac{MR^2}{2}} = \frac{17}{9}$$

then x =17