

JEE Main June 2022
Question Paper With Text Solution
24 June | Shift-1

PHYSICS



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

Elasticity

1. The bulk modulus of a liquid is $3 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$. The pressure required to reduce the volume of liquid by 2% is :

किसी द्रव का आयतन गुणांक $3 \times 10^{10} \text{Nm}^{-2}$ है। द्रव के आयतन को 2% कम (संपीडित) करने के लिए आवश्यक दाब का मान होगा :

- (1) $3 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ (2) $9 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ (3) $6 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$ (4) $12 \times 10^8 \text{Nm}^{-2}$

Question ID: 101601

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $P = -13 \frac{\Delta V}{V}$

$$P = -(3 \times 10^{10}) (-.02)$$

$$P = 6 \times 10^8$$

Magnetic Field & Force

2. Given below are two statements: One is labelled as Assertion (A) and the other is labelled as Reason (R).

Assertion(A): In an uniform magnetic field, speed and energy remains the same for a moving charged particle.

Reason (R): Moving charged particle experiences magnetic force perpendicular to its direction of motion.

- (1) Both (A) and (R) are true and (R) is the correct explanation of (A).
(2) Both (A) and (R) are true but (R) is NOT the correct explanation of (A).
(3) (A) is true but (R) is false.
(4) (A) is false but (R) is true.

नीचे दो कथन दिए गए हैं: इनमें से पहले को अभिकथन (A) द्वारा निरूपित किया गया है एवं दूसरे को कारण (R) द्वारा निरूपित किया गया है।

अभिकथन(A): किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेशित कण की चाल एवं ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है।

कारण (R): गमिमान आवेशित कण, अपनी गति की लम्बवत् दिशा में चुम्बकीय बल का अनुभव करता है।

- (1) (A) एवं (R) दोनों सत्य हैं, एवं (R), (A) की सही व्याख्या है।
(2) (A) एवं (R) दोनों सत्य हैं, किन्तु (R), (A) की सही व्याख्या नहीं है।
(3) (A) सत्य है, किन्तु (R) असत्य है।
(4) (A) असत्य है, किन्तु (R) सत्य है।



Question ID:101602

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. Magnetic force = $q(\vec{v} \times \vec{B})$

This force is always perpendicular to velocity of particle, hence it cannot change magnitude of velocity. Therefore, we can say that speed & kinetic energy remain constant.

Current Electricity

3. Two identical cells each of emf 1.5V are connected in parallel across a parallel combination of two resistors each of resistance 20Ω . A voltmeter connected in the circuit measures 1.2V. The internal resistance of each cell is :

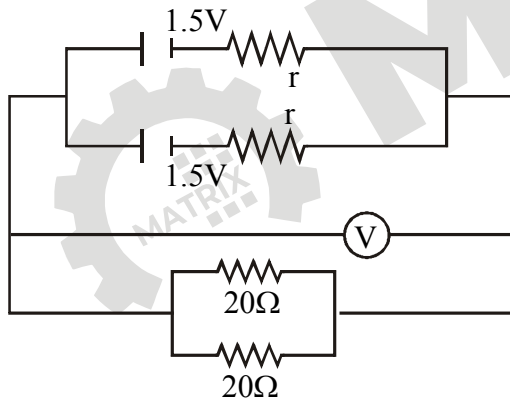
प्रत्येक 1.5V विद्युत वाहक बल वाले दो एकसमान सैल, पार्श्वक्रम में जुड़े हैं, जिन्हें पार्श्वक्रम में जुड़े दो 20Ω के एकसमान प्रतिरोधों के संयोजन के सिरो के साथ जोड़ा गया है। परिपथ में जुड़े विभवमापी का माप 1.2V है। प्रत्येक सैल के आन्तरिक प्रतिरोध का मान कितना है:

- (1) 2.5Ω (2) 4Ω (3) 5Ω (4) 10Ω

Question ID: 101603

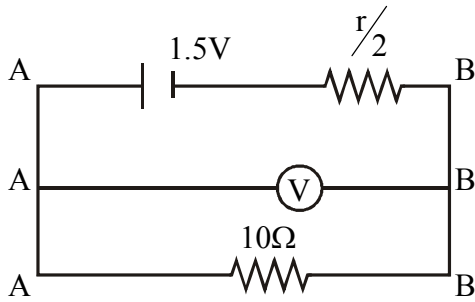
Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.



$$\epsilon_{eq} = \frac{\frac{1.5}{r} + \frac{1.5}{r}}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r}} = 1.5V$$

Equivalent circuit :



$$\text{Voltmeter reading} = V_{AB} = 1.2 = i \times 10$$

$$1.2 = \frac{1.5}{10 + \frac{r}{2}} \times 10$$

$$40 + 2r = 50$$

$$r = 5\Omega$$

Units & Dimensions

4. Identify the pair of physical quantities which have different dimensions:

- (1) Wave number and Rydberg's constant
- (2) Stress and Coefficient of elasticity
- (3) Coercivity and Magnetisation
- (4) Specific heat capacity and Latent heat

भौतिक राशियों का ऐसा युग्म ज्ञात कीजिए, जिनकी विमाएँ असमान हैं।

- (1) तरंग संख्या (वेव नम्बर—गमन सदिश का परिमाण) एवं रेडबर्ग स्थिरांक
- (2) प्रतिबल एवं प्रत्यास्थता गुणांक
- (3) निग्राहीता (कॉरसिविटी) एवं चुम्बकत्व
- (4) विशिष्ट ऊष्मा धारिता एवं गुप्त ऊष्मा

Question ID: 101604

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. (A) Wave number = $[R] = L^{-1}$

Rydberg's constant = $[R] = L^{-1}$

(B) Stress = $[\sigma] = ML^{-1} T^{-2}$

Coefficient of elasticity = $[Y] = ML^{-1} T^{-2}$

(C) Coercivity = $[H_c] = AL^{-1}$

Magnetisation = $[M] = AL^{-1}$

(D) Specific heat capacity = $[s] = L^2 T^{-2} K^{-1}$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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



$$\text{Latent heat} = [L] = L^2T^{-2}$$

Kinematics

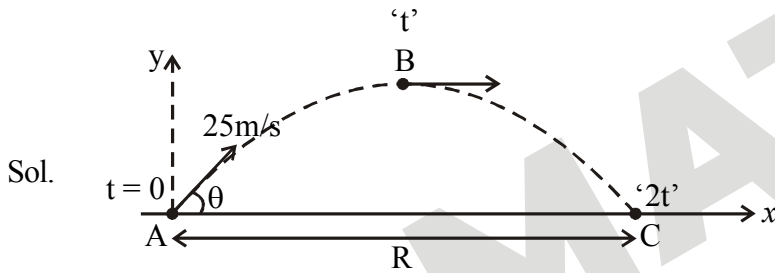
5. A projectile is projected with velocity of 25 m/s at an angle θ with the horizontal. After t seconds its inclination with horizontal becomes zero. If R represents horizontal range of the projectile, the value of θ will be: [use $g = 10 \text{ m/s}^2$]

क्षैतिज तल से θ कोण पर, 25 m/s के वेग से एक प्रक्षेप प्रक्षेपित किया जाता है। t समय पश्चात् इसका आनत कोण क्षैतिज तल से शून्य हो जाता है। यदि तय की गई क्षैतिज प्रक्षेप्य दूरी R है, तो θ का मान होगा: [माना $g = 10 \text{ m/s}^2$]

(1) $\frac{1}{2} \sin^{-1} \left(\frac{5t^2}{4R} \right)$ (2) $\frac{1}{2} \sin^{-1} \left(\frac{4R}{5t^2} \right)$ (3) $\tan^{-1} \left(\frac{4t^2}{5R} \right)$ (4) $\cot^{-1} \left(\frac{R}{20t^2} \right)$

Question ID:101605

Ans. Official Answer NTA (4)



A to B :

$$v_y = u_y + a_y t$$

$$0 = 25 \sin \theta - gt$$

$$\sin \theta = \frac{10t}{25} = \frac{2t}{5}$$

A to C :

$$R = 25 \cos \theta \times 2t$$

$$\cos \theta = \frac{R}{50t}$$

$$\frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{R}{50t} \times \frac{5}{2t}$$

$$\cot \theta = \frac{R}{20t^2}$$

$$\theta = \cot^{-1} \left(\frac{R}{20t^2} \right)$$

Friction

6. A block of mass 10kg starts sliding on a surface with an initial velocity of 9.8 ms^{-1} . The coefficient of friction between the surface and block is 0.5. The distance covered by the block before coming to rest is: [use $g =$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

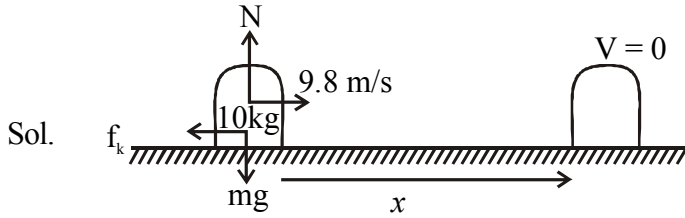
$9.8\text{ms}^{-2}]$

एक 10kg द्रव्यमान का गुटका किसी तल पर 9.8ms^{-1} के प्रारम्भिक वेग से फिसलना प्रारम्भ करता है। यदि तल एवं गुटके के बीच घर्षण गुणांक 0.5 है। तो रूकने से पहले गुटके द्वारा तय की गई दूरी होगी: [दिया है $g = 9.8\text{ms}^{-2}$]

- (1) 4.9 m (2) 9.8 m (3) 12.5 m (4) 19.6 m

Question ID:101606

Ans. Official Answer NTA (2)



$$N = mg = 10 \times g$$

$$\text{Kinetic friction} = f_k = \mu n = 0.5 \times 10g$$

$$f_k = ma$$

$$0.5 \times 10 \times g = 10 \times a$$

$$a = 0.5g$$

$$V^2 = u^2 + 2as$$

$$0 = (9.8)^2 - 2 \times (0.5g)x$$

$$x = \frac{(9.8)^2}{2 \times 0.5 \times 9.8} = 9.8\text{m}$$

Circular Motion

7. A boy ties a stone of mass 100g to the end of a 2m long string and whirls it around in a horizontal plane. The string can withstand the maximum tension of 80N . If the maximum speed with which the stone can revolve is

$\frac{K}{\pi}$ rev./min. The value of K is :

(Assume the string is massless and unstretchable)

एक लड़के ने एक 2 m लम्बी रस्सी के सिरे पर एक 100 gm द्रव्यमान का पत्थर बांधा हुआ है, एवं उसे वह एक क्षैतिज तल

में घुमाता है। रस्सी 80N की अधिकतम तन्यता झेल सकती है। यदि पत्थर $\frac{K}{\pi}$ rev./min की अधिकतम चाल तक घुमाया

जा सकता है, तो K का मान ज्ञात कीजिए।

(माना, रस्सी भारहीन एवं अप्रत्यास्थ है।)

- (1) 400 (2) 300 (3) 600 (4) 800

Question ID:101607

MATRIX JEE ACADEMY

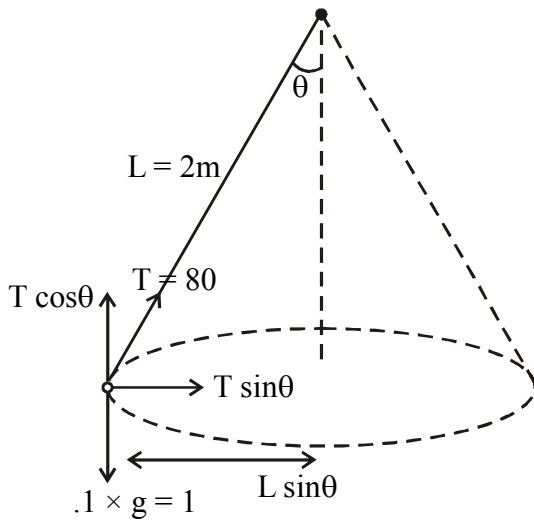
Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

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



Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.



$$T \sin \theta = m \omega^2 L \sin \theta$$

$$W_{\max} = \sqrt{\frac{T_{\max}}{mL}} = \sqrt{\frac{80}{.1 \times 2}} = 20 \text{ rad/s}$$

$$= \frac{20}{\frac{1}{60} \times 2\pi} \text{ rev/min}$$

$$= \frac{600}{\pi} \text{ rev./min} \Rightarrow K = 600$$

Electrostatics

8. A vertical electric field of magnitude $4.9 \times 10^5 \text{ N/C}$ just prevents a water droplet of mass 0.1 g from falling. The value of charge on the droplet will be:

(Given $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

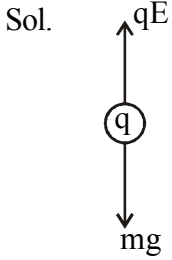
$4.9 \times 10^5 \text{ N/C}$ के परिमाण वाला ऊर्ध्वाधर वैद्युत क्षेत्र, 0.1 g द्रव्यमान की पानी की एक बूंद को गिरने से रोकने के लिए पर्याप्त है। बूंद के ऊपर उपस्थित आवेश का मान होगा :

(दिया है, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

- (1) $1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$ (2) $2.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ (3) $3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$ (4) $0.5 \times 10^{-9} \text{ C}$

Question ID:101608

Ans. Official Answer NTA (2)



$$qE = mg$$

$$q \times 4.9 \times 10^5 = (.1 \times 10^{-3}) \times 9.8$$

$$q = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$$

Work, Power & Energy

9. A particle experiences a variable force $\vec{F} = (4x\hat{i} + 3y^2\hat{j})$ in a horizontal x-y plane. Assume distance in meters and force is newton. If the particle moves from point (1, 2) to point (2, 3) in the x-y plane, then Kinetic Energy changes by :

एक द्वैतिज x-y तल में, कोई कण $\vec{F} = (4x\hat{i} + 3y^2\hat{j})$ मान का एक परिवर्तनशील बल अनुभव करता है। माना दूरी मीटर में एवं बल न्यूटन में लिए गए हैं। यदि कण बिन्दु (1, 2) से बिन्दु (2, 3) पर x-y तल में विस्थापित होता है, तो गतिज ऊर्जा में हुए परिवर्तन का मान होगा:

- (1) 50.0 J (2) 12.5 J (3) 25.0 J (4) 0 J

Question ID:101609

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $W = \Delta K$

$$\int_1^2 f_x dx + \int_2^3 f_y dy = \Delta k$$

$$\int_1^2 4x dx + \int_2^3 3y^2 dy = \Delta k$$

$$2(x^2)_1^2 + (y^3)_2^3 = \Delta k$$

$$(2 \times 3) + 19 = \Delta k$$

$$\Delta k = 25 \text{ J}$$

Gravitation

10. The approximate height from the surface of earth at which the weight of the body becomes 1/3 of its weight on the surface of earth is:

[Radius of earth $R = 6400 \text{ km}$ and $\sqrt{3} = 1.732$]



धरातल से वह ऊँचाई लगभग कितनी होगी, जहाँ पर इसका भार, धरातल पर इसके भार का एक तिहाई हो जाता है:

[पृथ्वी की त्रिज्या $R = 6400 \text{ km}$, $\sqrt{3} = 1.732$]

- (1) 3840 km (2) 4685 km (3) 2133 km (4) 4267 km

Question ID:101610

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Weight = mg

$$g' = \frac{g}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2}$$

$$\frac{g}{3} = \frac{g}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2}$$

$$1 + \frac{h}{R} = \sqrt{3}$$

$$\frac{h}{R} = 0.732$$

$$h = 0.732 \times 6400 \text{ km}$$

$$h = 4684.8 \text{ km} \approx 4685 \text{ km}$$

Alternating Current

11. A resistance of 40Ω is connected to a source of alternating current rated 220 V, 50 Hz. Find the time taken by the current to change from its maximum value to the rms value:

220 V एवं 50 Hz आवृत्ति के एक प्रत्यावर्ती धारा स्रोत से एक 40Ω का प्रतिरोध जोड़ा जाता है। धारा के अपने अधिकतम मान से इसके rms मान तक परिवर्तित होने में लगा समय ज्ञात कीजिए।

- (1) 2.5 ms (2) 1.25 ms (3) 2.5 s (4) 0.25 s

Question ID:101611

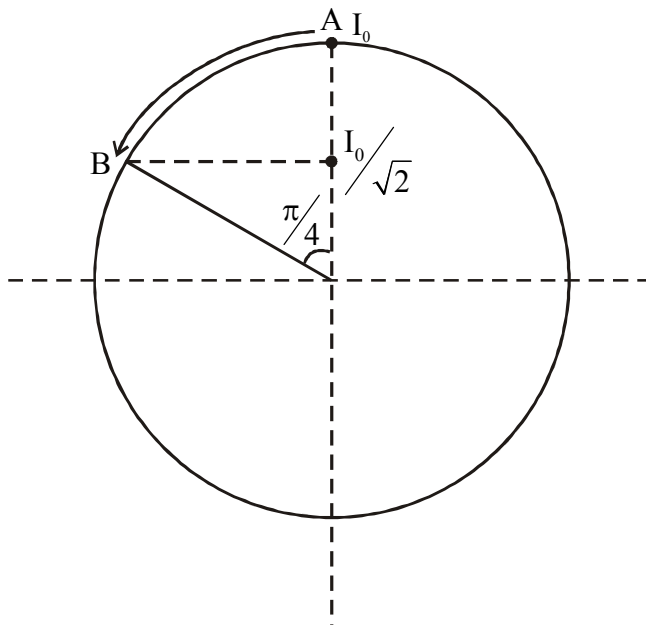
Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. If maximum current = I_0

$$\text{then, RMS value} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Equation : } I = I_0 \sin(\omega t + \theta)$$

Using phasor method similar to SHM :



$$\text{Time taken to go from A to B} = f = \frac{\pi}{4w} = \frac{\pi}{4 \times 2\pi g} = \frac{\pi}{4 \times 100\pi} = 2.5 \text{ms}$$

Waves on String

12. The equations of two waves are given by :

$$y_1 = 5 \sin 2\pi(x - vt) \text{ cm}$$

$$y_2 = 3 \sin 2\pi(x - vt + 1.5) \text{ cm}$$

These waves are simultaneously passing through a string. The amplitude of the resulting wave is:

दो तरंगों के समीकरण निम्नवत दिये गये हैं:

$$y_1 = 5 \sin 2\pi(x - vt) \text{ cm}$$

$$y_2 = 3 \sin 2\pi(x - vt + 1.5) \text{ cm}$$

ये दोनों तरंगों एक ही समय में साथ-साथ एक रस्सी में चल रही हैं। परिणामी तरंग के आयाम का मान होगा:

(1) 2 cm

(2) 4 cm

(3) 5.8 cm

(4) 8 cm

Question ID:101612

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $y_1 = 5 \sin(2\pi x - 2\pi vt) \text{ cm}$

$$y_2 = 3 \sin(2\pi x - 2\pi vt + 3\pi) \text{ cm}$$

$$\text{Amplitude of resulting wave} = A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\phi)}$$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

$$A = \sqrt{S^2 3^2 + 2 \times 5 \times 3 \cos(3\pi)}$$

$$A = 2$$

Electromagnetic Waves

13. A plane electromagnetic wave travels in a medium of relative permeability 1.61 and relative permittivity 6.44. If magnitude of magnetic intensity is $4.5 \times 10^{-2} \text{ Am}^{-1}$ at a point, what will be the approximate magnitude of electric field intensity at the point ?

(Given: Permeability of free space $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$, speed of light in vacuum $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)

एक समतल वैद्युत चुम्बकीय तरंग किसी माध्यम में चल रही है, इस माध्यम की आपेक्षिक चुम्बकशीलता 1.61 एवं आपेक्षिक विद्युतशीलता 6.44 है। यदि किसी बिन्दु पर, चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण $4.5 \times 10^{-2} \text{ Am}^{-1}$ है, तो उस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण लगभग क्या होगा?

(दिया गया है: मुक्त स्थान की पारगम्यता $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$, निर्वात में प्रकाश की गति $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)

- (1) 16.96 Vm^{-1} (2) $2.25 \times 10^{-2} \text{ Vm}^{-1}$ (3) 8.48 Vm^{-1} (4) $6.75 \times 10^6 \text{ Vm}^{-1}$

Question ID:101613

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $\frac{E}{B} = v$

$$\frac{E}{\mu_0 \mu_r H} = \frac{c}{\sqrt{\mu_r \epsilon_r}}$$

$$E = c \times \mu_0 H \times \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}$$

$$= 3 \times 10^8 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 4.5 \times 10^{-2} \times \sqrt{\frac{1.61}{6.44}}$$

$$5.4\pi \times \frac{1}{2} = 2.7 \times 3.14 = 8.478 \text{ V/m} \approx 8.48 \text{ V/m}$$

Atomic Structure

14. Choose the correct option from the following options given below:

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प चुनें।

- (1) In the ground state of Rutherford's model electrons are in stable equilibrium. While in Thomson's model electrons always experience a net-force

रदरफोर्ड मॉडल में, मूल अवस्था में, इलेक्ट्रॉन स्थिर साम्यावस्था में होता है। जबकि थॉमसन मॉडल में, इलेक्ट्रॉन सदैव एक परिणामी बल का अनुभव करता है।

MATRIX JEE ACADEMY

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

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



(2) An atom has a nearly continuous mass distribution in a Rutherford's model but has a highly non-uniform mass distribution in Thomson's model

रदरफोर्ड मॉडल में, किसी परमाणु में द्रव्यमान वितरण लगभग संतत होता है, जबकि थॉमसन मॉडल में द्रव्यमान वितरण बहुत ही ज्यादा अनियमित होता है।

(3) A classical atom based on Rutherford's model is doomed to collapse

रदरफोर्ड मॉडल के अनुसार, संस्थापित (क्लासिकल-शास्त्रीय) परमाणु अंततः समाप्त हो जाता है।

(4) The positively charged part of the atom possesses most of the mass in Rutherford's model but not in Thomson's model

रदरफोर्ड मॉडल में, परमाणु का धन आवेशित भाग ही मुख्यतः द्रव्यमान को निहित रखता है, जबकि थॉमसन मॉडल में ऐसा नहीं होता।

Question ID:101614

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. (A) Incorrect. In Rutherford model electrons experience a net force which provides centripetal acceleration to the electron.

(B) Incorrect. In Rutherford model mass is highly non-uniformly distributed & in Thomson model mass distribution is nearly uniform.

(C) Correct. In Rutherford model electron is accelerated, so it should emit electromagnetic radiation, thereby losing energy continuously and eventually collapsing into nucleus.

(D) Incorrect. In both models positively charged part possesses most of the mass.

Nuclear Physics

15. Nucleus A is having mass number 220 and its binding energy per nucleon is 5.6 MeV. It splits in two fragments 'B' and 'C' of mass numbers 105 and 115. The binding energy of nucleons in 'B' and 'C' is 6.4 MeV per nucleon. The energy Q released per fission will be:

नाभिक A जिसकी द्रव्यमान संख्या 220 एवं बंधन ऊर्जा प्रति न्यूक्लियॉन (नाभकीय कण) 5.6 MeV है, यह 105 एवं 115 द्रव्यमान संख्या वाले दो भागों 'B' एवं 'C' में टूटता है। 'B' एवं 'C' में नाभकीय कणों की बंधन ऊर्जा 6.4 MeV प्रति नाभकीय कण है। प्रति विखण्डन मुक्त हुई ऊर्जा Q का मान होगा:

- (1) 0.8 MeV (2) 275 MeV (3) 220 MeV (4) 176 MeV

Question ID:101615

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. $Q = BE_P - BE_R$

$$Q = (220 \times 6.4 - 220 \times 5.6) \text{ MeV}$$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

$$\theta = 220 \times 0.8 \text{ MeV}$$

$$\theta = 176 \text{ MeV}$$

Communication Systems

16. A baseband signal of 3.5 MHz frequency is modulated with a carrier signal of 3.5 GHz frequency using amplitude modulation method. What should be the minimum size of antenna required to transmit the modulated signal ?

आयाम मांडुलन प्रक्रिया का प्रयोग करके एक 3.5 MHz आवृत्ति के एक माडुलक सिग्नल को 3.5 GHz आवृत्ति के एक वाहक सिग्नल के साथ मांडुलित किया जाता है। माडुलित सिग्नल को प्रेषित (ट्रान्समिट) करने के लिए ऐंटीना का कितना न्यूनतम साइज (ऊँचाई) आवश्यक है ?

- (1) 42.8 m (2) 42.8 mm (3) 21.4 mm (4) 21.4 m

Question ID:101616

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. Wavelength of carrier signal = $\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3.5 \times 10^9} = \frac{3}{35} = 85.71 \text{ mm}$

$$\text{Minimum size of antenna} = \frac{\lambda}{4} = 21.4 \text{ mm}$$

KTG & Thermodynamics

17. A Carnot engine whose heat sinks at 27°C, has an efficiency of 25%. By how many degrees should the temperature of the source be changed to increase the efficiency by 100% of the original efficiency ?

एक कार्नोट इंजन की दक्षता 25% (प्रतिशत) है, जिसका ऊष्मा अभिगम (सिंक) 27°C तापमान पर कार्यरत है। वास्तविक दक्षता के 100% के बराबर, इंजन की दक्षता बढ़ाने के लिए स्रोत का तापमान कितने डिग्री बढ़ाना पड़ेगा?

- (1) Increases by 18° C (2) Increases by 200° C
(3) Increases by 120° C (4) Increases by 73° C

Question ID:101617

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. 25% efficiency $\Rightarrow \eta = \frac{1}{4}$

$$\eta = \frac{1}{4} = 1 - \frac{300}{T_H}$$

$$T_H = 400 \text{ K}$$

$$\text{Increasing the efficiency by 100%} \Rightarrow \text{double if } \eta = \frac{1}{2} = 1 - \frac{300}{T_H}$$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

$$T_H^1 = 600K$$

$$\Delta T_H = 200K \text{ or } 200^\circ C$$

Capacitance

18. A parallel plate capacitor is formed by two plates each of area $30\pi \text{ cm}^2$ separated by 1 mm. A material of dielectric strength $3.6 \times 10^7 \text{ Vm}^{-1}$ is filled between the plates. If the maximum charge that can be stored on the capacitor without causing any dielectric breakdown is $7 \times 10^{-6} \text{ C}$, the value of dielectric constant of the material is:

$$[\text{Use } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}]$$

एक समानान्तर पट्टिका संधारित्र दो पट्टियों से मिलाकर बनाया गया है, जिसमें प्रत्येक पट्टी का क्षेत्रफल $30\pi \text{ cm}^2$ है एवं उनके बीच की दूरी 1 mm है। पट्टियों के बीच में $3.6 \times 10^7 \text{ Vm}^{-1}$ की परावैद्युत क्षमता (स्ट्रैन्थ) वाला एक पदार्थ भरा जाता है। यदि परावैद्युत पदार्थ का भंजन हुए बिना, संधारित्र द्वारा $7 \times 10^{-6} \text{ C}$ का अधिकतम आवेश संरक्षित किया जा सकता है, तो पदार्थ के परावैद्युतांक का मान होगा:

$$[\text{माना: } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}]$$

- (1) 1.66 (2) 1.75 (3) 2.25 (4) 2.33

Question ID:101618

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. Dielectric strength = $E_{\text{max}} = \frac{E_{\text{max}}}{E_0 k}$

$$E_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}}}{AE_0 k}$$

$$3.6 \times 10^7 = \frac{7 \times 10^{-6}}{30\pi \times 10^{-4} \times k} \times 4\pi \times 9 \times 10^9$$

$$K = \frac{28 \times 9}{30 \times 3.6} = 2.33$$

Magnetic Field & Force

19. The magnetic field at the centre of a circular coil of radius r, due to current I flowing through it, is B. The magnetic field at a point along the axis at a distance r/2 from the centre is:

एक r त्रिज्या की वृत्ताकार कुंडली जिसमें I धारा प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान B है। कुण्डली के अक्ष के अनुदिश केन्द्र से r/2 की दूरी पर स्थित एक बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान होगा:

MATRIX JEE ACADEMY

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

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



(1) B/2

(2) 2B

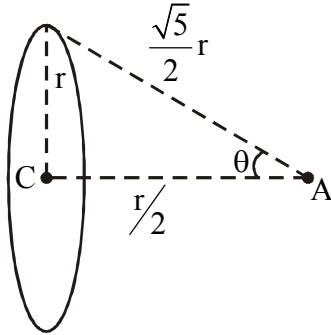
(3) $\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)^3 B$

(4) $\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^3 B$

Question ID:101619

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.



$$\sin\theta = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$B_{\text{centre}} = B = \frac{\mu_0 i}{2r}$$

$$B_{\text{at A}} = B_A = \frac{\mu_0 i}{2r} \sin^3 \theta = B \times \left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)^3$$

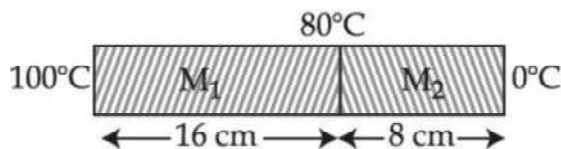
Heat Transfer

20. Two metallic blocks M_1 and M_2 of same area of cross-section are connected to each other (as shown in figure). If the thermal conductivity of M_2 is K then the thermal conductivity of M_1 will be:

[Assume steady state heat conduction]

समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले दो धात्विक गुटके M_1 एवं M_2 , एक-दूसरे से चित्रानुसार जुड़े हैं। यदि M_2 की ऊष्मा चालकता K है, तो M_1 की ऊष्मा चालकता होगी:

[माना के: स्थिर अवस्था ऊष्मा चालन]



(1) 10 K

(2) 8 K

(3) 12.5 K

(4) 2 K

Question ID:101620



Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. At the junction : Rate of heat inflow = Rate of heat outflow

$$\frac{(100 - 80)k_1 A}{16\text{cm}} = \frac{(80 - 0)K_2 A}{8\text{cm}}$$

$$K_1 = 8K_2 = 8K$$

KTG & Thermodynamics

21. 0.056 kg of Nitrogen is enclosed in a vessel at a temperature of 127° C. The amount of heat required to double the speed of its molecules is _____ k cal.

(Take $R = 2 \text{ cal mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

127° C तापमान पर, 0.056 kg नाइट्रोजन गैस एक बर्तन में रखी है। इसके अणुओं की चाल को दोगुना करने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा _____ k cal. होगी।

(यदि $R = 2 \text{ cal mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

Question ID:101621

Ans. Official Answer NTA (12)

Sol. $T_i = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$

speed $\propto \sqrt{T}$

To double the speed, temperature should be 4 times $T = 1600\text{K}$

For iso choric process, $\theta = nC_v \Delta T$

$$= \frac{f}{2} nR \Delta T = \frac{5}{2} \times \left(\frac{56}{28}\right) \times 2 \times (1600 - 400)$$

$$= 12000 \text{ cal} = 12 \text{ kcal}$$

Geometrical Optics

22. Two identical thin biconvex lenses of focal length 15 cm and refractive index 1.5 are in contact with each other. The space between the lenses is filled with a liquid of refractive index 1.25. The focal length of the combination is _____ cm.

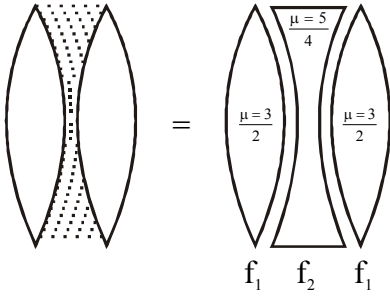
दो एकसमान पतले द्वि-उत्तल लेंस एक-दूसरे के सम्पर्क में रखे हैं, जिनका अपवर्तनांक 1.5 एवं फोकस दूरी 15 cm है। दोनों लेंसों के बीच का स्थान एक द्रव से भर दिया जाता है, जिसका अपवर्तनांक 1.25 है। संयोजन की फोकस दूरी _____ cm होगी।

Question ID:101622

Ans. Official Answer NTA (10)



Sol.



$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{15} = \left(\frac{3}{2} - 1\right) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) \Rightarrow R = 15\text{cm}$$

$$\frac{1}{f_2} = \left(\frac{5}{4} - 1\right) \left(\frac{-1}{R} - \frac{1}{R}\right) = \left(\frac{1}{4}\right) \left(\frac{-2}{15}\right) \Rightarrow f_2 = -30\text{cm}$$

$$\frac{1}{f_{\text{eq}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{15} - \frac{1}{30} + \frac{1}{15} = \frac{3}{30}$$

$$f_{\text{eq}} = 10\text{cm}$$

Semiconductors

23. A transistor is used in common-emitter mode in an amplifier circuit. When a signal of 10 mV is added to the base-emitter voltage, the base current changes by 10 μA and the collector current changes by 1.5 mA. The load resistance is 5 k Ω . The voltage gain of the transistor will be _____.

एक प्रवर्धक परिपथ में, किसी ट्रान्जिस्टर, को उभयनिष्ठ उत्सर्जक अभिविन्यास में प्रयुक्त किया जाता है। जब आधार उत्सर्जक वोल्टेज (विभव) में एक 10 mV का सिग्नल लगाया जाता है, तो आधार धारा में 10 μA का परिवर्तन एवं संग्राहक धारा में 1.5 mA का परिवर्तन आता है। यदि निर्गत (लोड) प्रतिरोध 5 k Ω है, तो ट्रान्जिस्टर की वोल्टेज लब्धि (वोल्टेज गेन) होगी _____।

Question ID:101623

Ans. Official Answer NTA (750)

$$\text{Sol. Current gain} = \beta_{\text{ac}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-6}} = 150$$

$$\begin{aligned} \text{Input voltage} &= V_i = r \Delta I_B \\ 10 \times 10^{-3} &= r \times 10 \times 10^{-6} \\ r &= 1000\Omega \end{aligned}$$

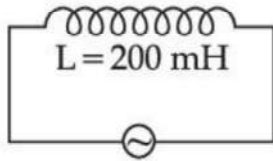
$$\text{Voltage gain} = A_v = \beta_{\text{ac}} \frac{R_L}{r} = \frac{150 \times 5000}{1000} = 750$$

Alternating Current

24. As shown in the figure an inductor of inductance 200 mH is connected to an AC source of emf 220 V and

frequency 50 Hz. The instantaneous voltage of the source is 0 V when the peak value of current is $\frac{\sqrt{a}}{\pi}$ A. The value of a is _____.

जैसा कि निचे दिये गये चित्र में दिखाया गया है। एक 220 V विद्युत वाहक बल (emf) एवं 50 Hz की आवृत्ति वाले प्रत्यावर्ती धारा (AC) स्रोत से एक प्रेरक जोड़ा जाता है। जब धारा का शिखर मान $\frac{\sqrt{a}}{\pi}$ A होता है, तो स्रोत का तात्क्षणिक विभव 0 V है। जहाँ a का मान होगा _____।



Question ID:101624

Ans. Official Answer NTA (242)

Sol. If source voltage is $V = C_0 \sin(\omega t)$

$$\text{then, current is } I = \frac{U_0}{X_L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} \text{When } V = 0 \quad \Rightarrow I &= \frac{V_0}{X_L} = \frac{220\sqrt{2}}{100\pi \times 200 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{\sqrt{242}}{\pi} \text{ A} \end{aligned}$$

Wave Optics

25. Sodium light of wavelengths 650 nm and 655 nm is used to study diffraction at a single slit of aperture 0.5 mm. The distance between the slit and the screen is 2.0 m. The separation between the positions of the first maxima of diffraction pattern obtained in the two cases is _____ $\times 10^{-5}$ m.

650 nm एवं 655 nm तरंगदैर्घ्यों वाली सोडियम लाइट की किरणों, 0.5 mm द्वारक वाली एक झिरी के प्रयोग में विवर्तन के अध्ययन के लिए प्रयुक्त की जाती हैं। झिरी एवं पर्दे (स्क्रीन) के बीच की दूरी 2.0 m है। दोनों प्रयोगों में प्राप्त विवर्तन पैटर्न (प्रारूपों) में, प्रथम उच्चिष्ठों के स्थानों की बीच की दूरी _____ $\times 10^{-5}$ m होगी।

Question ID:101625

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. For first maximum :

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{D} = \frac{3\lambda}{2d}$$

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

$$y = \frac{3\lambda D}{2d}$$

$$y_1 - y_2 = \frac{3D(\lambda_1 - \lambda_2)}{2d} = \frac{3 \times 2(5 \times 10^{-9})}{2 \times 0.5 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Dual Nature of Radiation & Matter

26. When light of frequency twice the threshold frequency is incident on the metal plate, the maximum velocity of emitted electron is v_1 . When the frequency of incident radiation is increased to five times the threshold value, the maximum velocity of emitted electron becomes v_2 . If $v_2 = xv_1$, the value of x will be _____.

एक प्रकाश जिसकी आवृत्ति, देहलीज आवृत्ति से दोगुनी है, यह एक धात्विक पट्टी (प्लेट) पर गिरता है, जिसके उत्सर्जित हुए इलेक्ट्रॉनों का अधिकतम वेग v_1 है। जब आपतित विकिरण की आवृत्ति बढ़कर, देहलीज मान से पाँच गुना हो जाती है, तो उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों का अधिकतम वेग v_2 हो जाता है। यदि $v_2 = xv_1$, तो x का मान होगा _____।

Question ID:101626

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $h\nu_{th} = \phi$

$$h\nu - \phi = \frac{1}{2}mv_{max}^2$$

$$(i) 2h\nu_{th} - h\nu_{th} = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$h\nu_{th} = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$(ii) 5h\nu_{th} - h\nu_{th} = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$4h\nu_{th} = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$x = 2$$

Kinematics

27. From the top of a tower, a ball is thrown vertically upward which reaches the ground in 6 s. A second ball thrown vertically downward from the same position with the same speed reaches the ground in 1.5 s. A third ball released, from the rest from the same location, will reach the ground in _____ s.

एक इमारत के शिखर से, एक बॉल (गेंद) ऊर्ध्वाधर ऊपर की तरफ फेंकी जाती है, जो धरातल पर 6 s के समय में पहुँचती है।

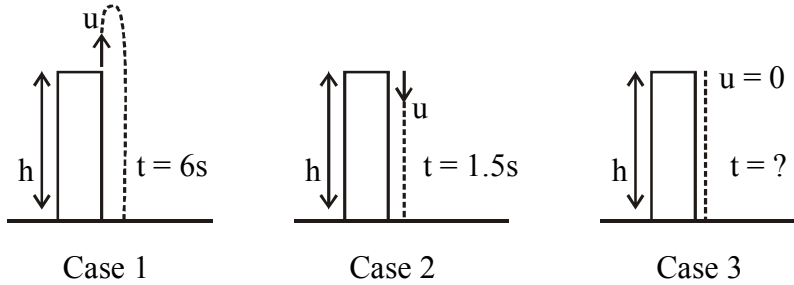


कोई दूसरी गेंद, समान स्थान से ऊर्ध्वाधर नीचे की तरफ समान चाल से फेंकी जाती है जो धरातल पर 1.5 s के समय में पहुँचती है। एक तीसरी गेंद समान स्थान से स्थिर अवस्था से छोड़ी जाती है, वह धरातल पर _____s समय में पहुँचेगी।

Question ID:101627

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.



Assuming upward direction positive.

$$\text{Case 1 : } -h = 4 \times 6 - \frac{1}{2} \times g \times 6^2 \quad \dots(1)$$

$$\text{Case 2 : } -h = -4 \times 1.5 - \frac{1}{2} \times g \times (1.5)^2 \quad \dots(2)$$

$$\text{Case 3 : } -h = \frac{1}{2} g \times t^2 \quad \dots(3)$$

$$\text{From (1) : } 4 \times 6 = \frac{1}{2} \times g \times 6^2 - h \quad \dots(4)$$

$$\text{From (2) : } -4 \times 1.5 = \frac{1}{2} \times g \times 6(1.5)^2 - h \quad \dots(5)$$

$$(4) \div (5) \Rightarrow -4 = \frac{18g - h}{1.125g - h}$$

$$\begin{aligned} -4.5g + 4h &= 18g - h \\ h &= 4.5g \end{aligned}$$

$$\text{Putting in (3) } \Rightarrow -4.5g = -\frac{1}{2}gt^2$$

$$t = 3$$

COM, Momentum & Collision

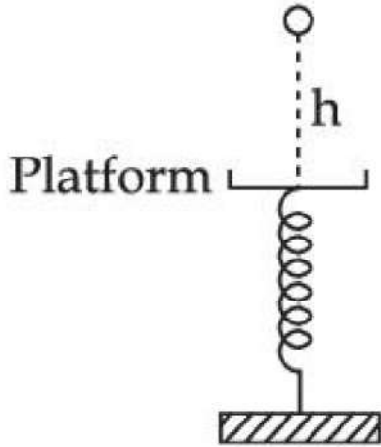
28. A ball of mass 100 g is dropped from a height $h = 10\text{ cm}$ on a platform fixed at the top of a vertical spring (as shown in figure). The ball stays on the platform and the platform is depressed by a distance $h/2$. The spring constant is _____ Nm^{-1} .

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



एक ऊर्ध्वाधर स्प्रिंग के ऊपर लगे प्लेटफार्म (तख्ते) पर, $h = 10 \text{ cm}$ की ऊँचाई से, एक 100 g द्रव्यमान की गेंद को छोड़ा जाता है (चित्र में दर्शाये अनुसार)। गेंद प्लेटफार्म पर रूकती है एवं प्लेटफार्म नीचे की तरफ $h/2$ दूरी से विस्थापित हो जाता है (दब जाता है)। स्प्रिंग गुणांक का मान _____ Nm^{-1} होगा।

(माना $g = 10 \text{ ms}^{-2}$)



Question ID:101628

Ans. Official Answer NTA (120)

Sol. Since mass of platform is not given, we will assume it to be mass less.

At equilibrium, $kx = mg$

$$k \times \frac{h}{2} = .1 \times 10$$

$$k \times 5 \times 10^{-2} = 1$$

$$k = 20 \text{ n/m}$$

Current Electricity

29. In a potentiometer arrangement, a cell gives a balancing point at 75 cm length of wire. This cell is now replaced by another cell of unknown emf. If the ratio of the emf's of two cells respectively is $3 : 2$, the difference in the balancing length of the potentiometer wire in above two cases will be _____ cm .

एक विभवमापी के परिपथ में, एक विद्युतवाहक बल (emf) वाले सैल का सन्तुलन बिन्दु, तार की 75 cm की लम्बाई पर मिलता है। अब यह सैल किसी अन्य अज्ञात emf वाले सैल से बदल दिया जाता है। यदि दोनों क्रमशः सैलों के विद्युत वाहक बलों का अनुपात $3 : 2$ है, तो उपरोक्त दोनों प्रयोगों में; विभवमापी के तार की सन्तुलन दूरियों का अन्तर _____ cm होगा।

Question ID:101629

Ans. Official Answer NTA (25)

MATRIX JEE ACADEMY

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

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

Sol. $E_1 = \phi \times 75$ where $\phi = \text{potential gradient}$

$$E_2 = \phi \times L$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{75}{L}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{75}{L} \Rightarrow L = 50\text{cm}$$

Difference in length = 25cm

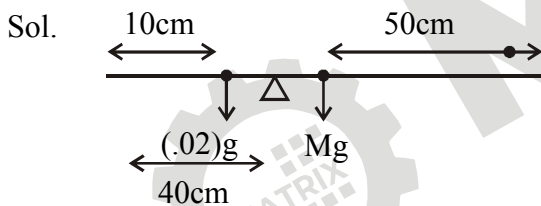
Rotation

30. A metre scale is balanced on a knife edge at its centre. When two coins, each of mass 10 g are put one on the top of the other at the 10.0 cm mark the scale is found to be balanced at 40.0 cm mark. The mass of the metre scale is found to be $x \times 10^{-2}$ kg. The value of x is _____.

किसी चाकू की धार पर, एक मीटर पैमाने को उसके केन्द्र बिन्दु पर सन्तुलित किया गया है। जब, प्रत्येक 10 g द्रव्यमान के दो सिक्के एक-दूसरे के ऊपर 10.0 cm के निशान पर रखे जाते हैं, तो पैमाने को 40.0 cm के चिन्ह पर रखकर सन्तुलित करना पड़ता है। मीटर पैमाने का द्रव्यमान $x \times 10^{-2}$ kg पाया गया है। x का मान होगा _____।

Question ID:101630

Ans. Official Answer NTA (6)



$M = \text{mass of metre scale}$

Balancing torque about knife edge : $(.02) \times g \times 30 = Mg \times 10$

$$M = .06 = 6 \times 10^{-2} \text{ kg}$$