

FINAL JEE-MAIN EXAMINATION - JANUARY, 2020

Held On Thursday, 9 January 2020

TIME : 2 : 30 PM to 5 : 30 PM

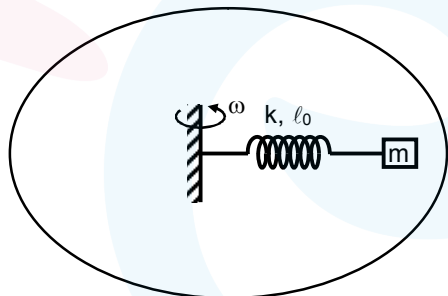
1. A mass m attached to spring of natural length ℓ_0 and spring constant k . One end of string is attached to centre of disc in horizontal plane which is being rotated by constant angular speed ω . Find extension per unit length in spring (given $k \gg m\omega^2$) :

एक द्रव्यमान m , ℓ_0 लम्बाई व स्प्रिंग नियतांक k की स्प्रिंग से जुड़ा है। स्प्रिंग का एक सिरा क्षैतिज तल में रखी चकती के केन्द्र से जुड़ा है तथा चकती नियत कोणीय वेग ω से घूम रही है। स्प्रिंग की इकाई लम्बाई में प्रसार ज्ञात कीजिए—
(दिया है $k \gg m\omega^2$)

- (1) $\frac{m\omega^2}{k}$ (2) $\frac{\sqrt{2} m\omega^2}{3 k}$ (3) $\frac{m\omega^2}{2k}$ (4) $\frac{3m\omega^2}{k}$

Ans. (1)

Sol.



$$m\omega^2(\ell_0 + x) = kx$$

$$\left(\frac{\ell_0}{x} + 1\right) = \frac{k}{m\omega^2}$$

$$x = \frac{\ell_0 m\omega^2}{k - m\omega^2}$$

$$k \gg m\omega^2$$

$$\text{So, } \frac{x}{\ell_0} \text{ is equal to } \frac{m\omega^2}{k}.$$

$$\text{अतः } \frac{x}{\ell_0}, \frac{m\omega^2}{k} \text{ के बराबर है}$$

2. A loop of radius R and mass m is placed in a uniform magnetic field B with its plane perpendicular to the field. Current I is flowing in it. Now loop is slightly rotated about its diameter and released. Find time period of oscillation.

R त्रिज्या तथा m द्रव्यमान का लूप नियत चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत् रखा है। इसमें धारा I बह रही है। अब लूप को उसके व्यास के अनुदिश अल्प कोण से घुमाते हैं तो छोड़ने के पश्चात् आवर्तकाल ज्ञात करो—

(1) $2\sqrt{\frac{\pi m}{IB}}$ (2) $\sqrt{\frac{2\pi m}{IB}}$ (3) $2\sqrt{\frac{m}{\pi IB}}$ (4) $\sqrt{\frac{m}{\pi IB}}$

Ans. (2)

Sol. $\tau = MB \sin\theta = I\alpha$

$$\pi R^2 I B \theta = \frac{mR^2}{2} \alpha$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\pi IB}{m}} = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \sqrt{\frac{2\pi m}{IB}}$$

3. A string of mass per unit length $\mu = 6 \times 10^{-3}$ kg/m is fixed at both ends under the tension 540 N. If the string is in resonance with consecutive frequencies 420 Hz and 490 Hz. Then find the length of the string?

एक रस्सी जिसका रेखीय द्रव्यमान घनत्व $\mu = 6 \times 10^{-3}$ kg/m है, तथा तनाव 540 N है, दोनो सिरो पर बंधी हुई है। यदि रस्सी की दो क्रमागत आवृत्तियाँ 420 Hz तथा 490 Hz के साथ अनुनाद में है तो रस्सी की लम्बाई ज्ञात करो—

(1) 2.1 m (2) 1.1 m (3) 4.8 m (4) 4.2 m

Ans. (1)

Sol. Fundamental frequency मूल आवृत्ति = $490 - 420 = 70$ Hz

$$70 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\Rightarrow 70 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{540}{6 \times 10^{-3}}}$$

$$\Rightarrow l = \frac{1}{2 \times 70} \sqrt{90 \times 10^3} = \frac{300}{140}$$

$$\Rightarrow l \approx 2.14 \text{ m}$$

4. Ratio of energy density of two steel rods is 1 : 4 when same mass is suspended from the rods. If length of both rods is same then ratio of diameter of rods will be.

दो स्टील की छड़ों में ऊर्जा घनत्व का अनुपात 1 : 4 है, जब इनसे समान द्रव्यमान लटकाया जाता है। यदि इनकी लम्बाइयाँ समान है तो इनके व्यासों का अनुपात ज्ञात करो—

(1) $\sqrt{2} : 1$ (2) $1 : \sqrt{2}$ (3) 1 : 2 (4) 2 : 1

Ans. (1)

Sol. $\frac{du}{dv} = \frac{1}{2} \text{ stress(प्रतिबल)} \times \frac{\text{stress}}{y}$

$$= \frac{1}{2} \frac{F^2}{A^2 y}$$

$$\frac{du}{dv} \propto \frac{1}{d^4}$$

$$\frac{\left(\frac{du}{dv}\right)_1}{\left(\frac{du}{dv}\right)_2} = \frac{d_2^4}{d_1^4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = (4)^{1/4}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \sqrt{2} : 1$$

5. A particle is projected from the ground with speed u at angle 60° from horizontal. It collides with a second particle of same mass moving with horizontal speed u in same direction at highest point of its trajectory. If collision is perfectly inelastic then find horizontal distance travelled by them after collision when they reached at ground

एक कण को धरातल से u चाल से 60° के कोण पर प्रक्षेपित किया जाता है। यह अपने उच्चतम बिन्दु पर क्षैतिज दिशा में u चाल से समान दिशा में गतिशील समान द्रव्यमान के कण से पूर्णतः अप्रत्यास्थ टक्कर करता है, तो इनके द्वारा टक्कर के पश्चात् धरातल तक पहुँचने में चली गयी क्षैतिज दूरी ज्ञात करो—

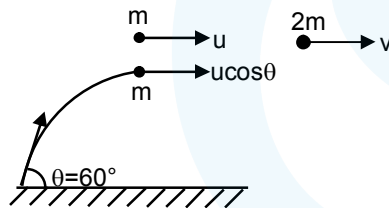
(1) $\frac{3\sqrt{6}u^2}{8g}$

(2) $\frac{3\sqrt{3}u^2}{8g}$

(3) $\frac{u^2}{8g}$

(4) $\frac{\sqrt{3}u^2}{g}$

Ans. (2)



Sol.

$$p_i = p_f$$

$$mu + mucos\theta = 2mv$$

$$\Rightarrow v = \frac{u(1 + \cos 60^\circ)}{2} = \frac{3}{4}u$$

so horizontal range after collision टक्कर के पश्चात् क्षैतिज परास = vt

$$\begin{aligned} &= v \sqrt{\frac{2H_{\max}}{g}} \\ &= \frac{3}{4}u \sqrt{\frac{2u^2 \sin^2(60^\circ)}{2g}} \\ &= \frac{3}{4}u^2 \frac{\sqrt{3}}{g} = \frac{3\sqrt{3}u^2}{8g} \end{aligned}$$



6. H-like atom with ionization energy of $9R$. Find the wavelength of light emitted (in nm) when electron jumps from second excited state to ground state. (R is Rydberg constant)
 एक हाइड्रोजन जैसे परमाणु की आयनन ऊर्जा $9R$ है, तो उत्सर्जित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य (nm में) ज्ञात करो जब इलेक्ट्रॉन द्वितीय उत्तेजित अवस्था से मूल अवस्था में कूदता है। (R रिडबर्ग नियतांक है)
- (1) 11.39 (2) 12.86 (3) 8.02 (4) 2.19

Ans. (1)

Sol.
$$\frac{hc}{\lambda} = (13.6\text{eV})Z^2 \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$$

$n_1 = 1$
 $n_2 = 3$

$$\frac{hc}{\lambda} = (13.6\text{eV})(3^2) \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = (13.6\text{eV})(9) \left(\frac{8}{9} \right)$$

wavelength तरंगदैर्घ्य = $\frac{1240}{8 \times 13.6}$ nm

$\lambda = 11.39\text{nm}$

7. Two planets of masses M and $\frac{M}{2}$ have radii R and $\frac{R}{2}$ respectively. If ratio of escape velocities from their surfaces $\frac{v_1}{v_2}$ is $\frac{n}{4}$, then find n :

दो ग्रह जिनके द्रव्यमान M तथा $\frac{M}{2}$ तथा त्रिज्यायें क्रमशः R व $\frac{R}{2}$ है। यदि इनके लिये सतह से पलायन वेगो का अनुपात

$\frac{v_1}{v_2}$ का मान $\frac{n}{4}$ है तो n ज्ञात करे -

- (1) 3 (2) 1 (3) 2 (4) 4

Ans. (4)

Sol.
$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{2GM}{R}}}{\sqrt{\frac{2GM/2}{R/2}}} = 1 = \frac{n}{4}$$

$\Rightarrow n = 4$

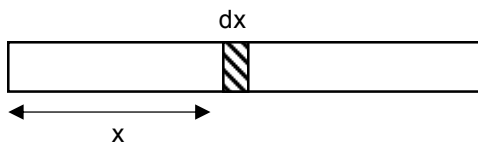
8. Find centre of mass of given rod of linear mass density $\lambda = \left(a + b \left(\frac{x}{\ell} \right)^2 \right)$, x is distance from one of its end. Length of the rod is ℓ .

रेखीय द्रव्यमान घनत्व $\lambda = \left(a + b \left(\frac{x}{\ell} \right)^2 \right)$, जहां x एक सिरे से दूरी है, वाली छड़ का द्रव्यमान केन्द्र ज्ञात करो। ℓ छड़ की लम्बाई है।

- (1) $\frac{3\ell}{4} \left(\frac{3a+b}{2a+b} \right)$ (2) $\frac{3\ell}{4} \left(\frac{2a+b}{3a+b} \right)$ (3) $\frac{\ell}{4} \left(\frac{2a+b}{3a+b} \right)$ (4) $\ell \left(\frac{2a+b}{3a+b} \right)$

Ans. (2)

Sol.



$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int_0^l x \cdot dM$$

$$dM = \lambda \cdot dx = \left(a + b \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right) \cdot dx$$

$$x_{cm} = \frac{\int x dM}{\int dM} = \frac{\int x \lambda dx}{\int \lambda dx} = \frac{\int_0^l x \left(a + \frac{bx^2}{l^2} \right) dx}{\int_0^l \left(a + \frac{bx^2}{l^2} \right) dx}$$

$$= \frac{a \left(\frac{x^2}{2} \right)_0^l + \frac{b}{l^2} \left(\frac{x^4}{4} \right)_0^l}{a(x)_0^l + \frac{b}{l^2} \left(\frac{x^3}{3} \right)_0^l}$$

$$= \frac{a \frac{l^2}{2} + b \frac{l^2}{4}}{al + \frac{bl}{3}} = \frac{(2a+b) \frac{l}{4}}{(3a+b) \frac{l}{4}} \times 3$$

$$= \frac{3l}{4} \left(\frac{2a+b}{3a+b} \right)$$

9. If a point source is placed at a depth h in a liquid of refractive index $\frac{4}{3}$. Find percentage of energy of light that escapes from liquid. (assuming 100% transmission of emerging light)

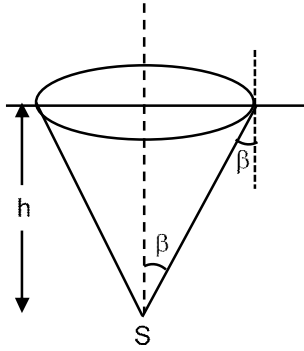
किसी द्रव में h गहराई पर एक बिन्दु स्रोत रखा है तथा द्रव का अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$ हैं, तो द्रव से निकलने वाली ऊर्जा का

प्रतिशत मान ज्ञात करो (बाहर निकलने वाले प्रकाश का प्रसिगमन 100% है)–

- (1) 15% (2) 17% (3) 21 % (4) 34%

Ans. (2)

Sol.



$$\sin\beta = \frac{3}{4}, \cos\beta = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

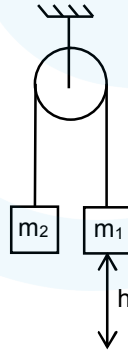
Solid angle दोस कोण $d\Omega = 2\pi R^2 (1 - \cos\beta)$

$$\text{Percentage of light प्रकाश का प्रतिशत} = \frac{2\pi R^2(1 - \cos\beta)}{4\pi R^2} \times 100$$

$$= \frac{1 - \cos\beta}{2} \times 100 = \left(\frac{4 - \sqrt{7}}{8} \right) \times 100 \approx 17\%$$

10. System is released from rest. Moment of inertia of pulley 'I'. Find angular speed of pulley when m_1 block falls by 'h'. (Given $m_1 > m_2$ and assume no slipping between string and pulley).

'I' जड़त्व आघूर्ण वाली धिरनी का कोणीय वेग ज्ञात करो, जब एक ब्लॉक 'h' दूरी से नीचे चला जाता है। ($m_1 > m_2$) तथा धिरनी व रस्सी के मध्य कोई फिसलन नहीं है।



$$(1) \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$$

$$(2) \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2(m_2 + m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$$

$$(3) \frac{1}{R} \sqrt{\frac{(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$$

$$(4) \frac{1}{R} \sqrt{\frac{(m_2 + m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$$

Ans. (1)



Sol. $k_i + U_i = k_1 + k_2$

$$0 + 0 = \frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 - m_2gh + m_1gh$$

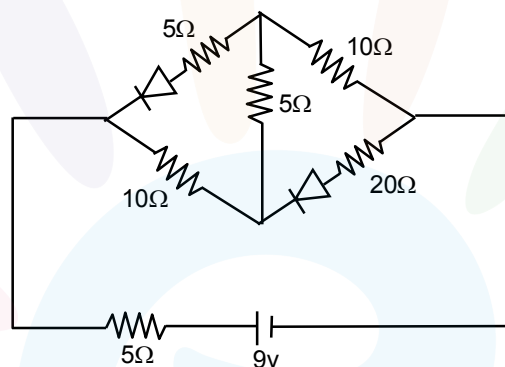
$$(m_2 - m_1)gh = \frac{1}{2}m_2(\omega R)^2 + \frac{1}{2}m_1(\omega R)^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$\sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{\left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}\right)R^2}} = \omega$$

$$\frac{1}{R} \sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{\left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}\right)}}$$

11. Find the current supplied by the battery?

परिपथ में बहने वाली धारा ज्ञात करो?



(1) 0.1 A

(2) 0.3 A

(3) 0.4 A

(4) 0.5 A

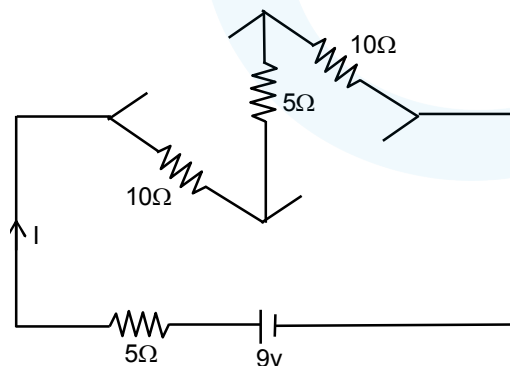
Ans.

(2)

Sol.

Both diodes are in reverse biased

दोनों डायोड पश्च बायस स्थिति में है।

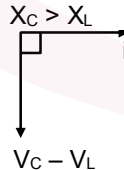
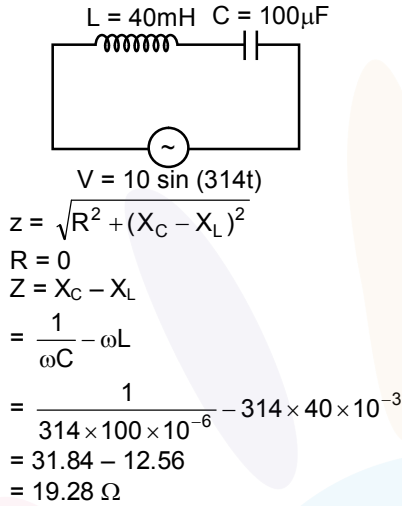


$$I = \frac{9}{30} = \frac{3}{10} A = 0.3A$$



12. An AC source is connected to the LC series circuit with $V = 10 \sin(314t)$. Find the current in the circuit as function of time ? ($L = 40 \text{ mH}$, $C = 100 \mu\text{F}$)
 एक AC स्रोत LC श्रेणीक्रम में जुड़ा है, जिसका विभव $V = 10 \sin(314t)$ है। समय के पदों में परिपथ में प्रवाहित धारा ज्ञात करो ? ($L = 40 \text{ mH}$, $C = 100 \mu\text{F}$)
 (1) $10 \sin(314t)$ (2) $5.2 \sin(314t)$ (3) $0.52 \sin(314t)$ (4) $0.52 \cos(314t)$

Ans. (4)
Sol.



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$R = 0$$

$$Z = X_C - X_L$$

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

$$= \frac{1}{314 \times 100 \times 10^{-6}} - 314 \times 40 \times 10^{-3}$$

$$= 31.84 - 12.56$$

$$= 19.28 \Omega$$

$$X_C > X_L$$

$$i = \frac{V_0}{Z} \sin\left(314t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\therefore i = \frac{V_0}{Z} \cos(314t) \Rightarrow i = \frac{10}{19.28} \cos(314t) \Rightarrow i = 0.52 \cos(314t)$$

13. There is a long solenoid of radius 'R' having 'n' turns per unit length with current i flowing in it. A particle having charge 'q' and mass 'm' is projected with speed 'v' in the perpendicular direction of axis from a Point on its axis Find maximum value of 'v' so that it will not collide with the solenoid.
 एक लम्बी परिनालिका जिसकी त्रिज्या 'R' तथा इकाई लम्बाई में घेरो की संख्या 'n' है, में धारा i प्रवाहित हो रही है। 'q' आवेश व 'm' द्रव्यमान का एक कण 'v' चाल से अक्ष से अक्ष के लम्बवत् प्रक्षेपित किया जाता है। 'v' का अधिकतम मान ज्ञात करो ताकि यह परिनालिका से नहीं टकराये -
 (1) $\frac{Rq\mu_0 in}{2m}$ (2) $\frac{2Rq\mu_0 in}{m}$ (3) $\frac{Rq\mu_0 in}{3m}$ (4) $\frac{Rq\mu_0 in}{4m}$

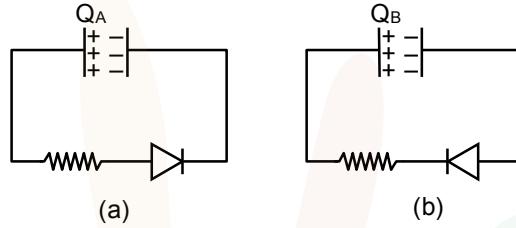
Ans. (1)

Sol. $R_{\max} = \frac{R}{2} = \frac{mv_{\max}}{q\mu_0 in}$
 $V_{\max} = \frac{Rq\mu_0 in}{2m}$



14. A Capacitor C and resister R are connected to a battery of 5V in series. Now battery is disconnected and a diode is connected as shown in figure (a) and (b) respectively. Then charge on the capacitor after time RC in (a) and (b) respectively is Q_A and Q_B . Their value are

एक संधारित्र C तथा प्रतिरोध R, 5V की बेटरी के साथ श्रेणी क्रम जुड़ा है। अब बेटरी को हटा दिया जाता है तथा एक डायोड क्रमशः चित्र (a) तथा (b) के अनुसार जोड़ा जाता है। यदि समय RC के पश्चात् संधारित्र पर आवेश (a) तथा (b) में क्रमशः Q_A तथा Q_B है तो इनके मान ज्ञात करो-



- (1) $5CV, 5CV$ (2) $\frac{5CV}{e}, \frac{5CV}{e}$ (3) $\frac{5CV}{e}, 5CV$ (4) $5CV, \frac{5CV}{e}$

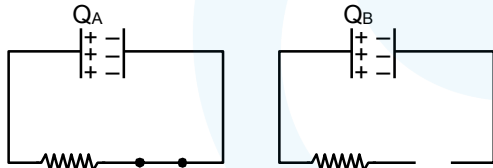
Ans. (3)

Sol. Maximum charge on capacitor संधारित्र पर अधिकतम आवेश = $5CV$

(a) is forward biased and (b) is reverse biased
for case (a)

(a) अग्रबायस है तथा (b) पश्चबायस है।

(a) के लिये



so $q = q_{\max} [e^{-t/RC}]$
 $= 5 CV$
 $Q_A = 5CVe^{-1}$

$Q_B = 5CV$

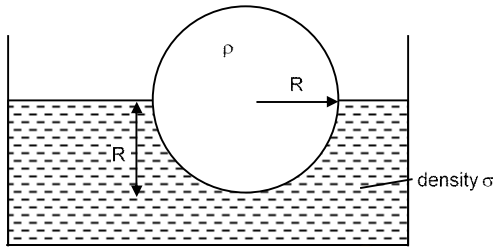
15. A sphere of density ρ is half submerged in a liquid of density σ and surface tension T. The sphere remains in equilibrium. Find radius of the sphere (assume the force due to surface tension acts tangentially to surface of sphere)

ρ घनत्व का एक गोला, σ घनत्व व पृष्ठतनाव T वाले द्रव में आधा डूबा हुआ है। यदि गोला साम्यवस्था में रहता है तो इसकी त्रिज्या ज्ञात कीजिये- (पृष्ठ तनाव द्वारा गोले पर बल स्पर्श रेखीये है)

- (1) $\sqrt{\frac{T}{(\rho - \sigma)g}}$ (2) $\sqrt{\frac{T}{(\rho - 2\sigma)g}}$ (3) $\sqrt{\frac{2T}{(2\rho - 3\sigma)g}}$ (4) $\sqrt{\frac{3T}{(2\rho - \sigma)g}}$

Ans. (4)

Sol.



$$\rho Vg = \sigma \left(\frac{V}{2} \right) g + T(2\pi R)$$

$$\Rightarrow \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g = \sigma \cdot \frac{2}{3} \pi R^3 g + 2\pi RT$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} R^2 g (2\rho - \sigma) = 2T$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{3T}{(2\rho - \sigma)g}}$$

16. An EM wave is travelling in $\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$ direction. Axis of polarization of EM wave is found to be \hat{k} . Then equation of magnetic field will be

एक विद्युतचुम्बकीय तरंग $\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$ सदिश की दिशा में गतिशील है। विद्युतचुम्बकीय तरंग के ध्रुवण का अक्ष \hat{k} के अनुदिश है तो चुम्बकीय क्षेत्र की समीकरण होगी

- (1) $\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}} \cos \left[\omega t + k \left(\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}} \right) \right]$ (2) $\frac{\hat{i} - \hat{j}}{\sqrt{2}} \cos \left[\omega t - k \left(\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}} \right) \right]$
 (3) $\frac{\hat{i} - \hat{j}}{\sqrt{2}} \cos \left[\omega t + k \left(\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}} \right) \right]$ (4) $\hat{k} \cos \left[\omega t - k \left(\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}} \right) \right]$

Ans. (2)

Sol. EM wave is in direction $\frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$ दिशा में गतिशील है $\rightarrow \frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$ के अनुदिश है

Electric field is in direction \hat{k} दिशा में $\rightarrow \hat{k}$ के अनुदिश है।

$\vec{E} \times \vec{B} \rightarrow$ direction of propagation of EM wave विद्युतचुम्बकीय तरंग की गति की दिशा

17. Different value of a, b and c are given and their sum is d. Arrange the value of d in increasing order a, b तथा c के विभिन्न मान दिये गये हैं तथा इनका योग d है, तो d के मान को बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिये—

	a	b	c
1	220.1	20.4567	40.118
2	218.2	22.3625	40.372
3	221.2	20.2435	39.432
4	221.4	18.3625	40.281

- (1) $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$ (2) $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$ (3) $d_4 < d_1 < d_2 = d_3$ (4) $d_4 < d_3 < d_2 < d_1$

Ans. (3)



Sol.

	a	b	c	a+b+c = d	Round off
1	220.1	20.4567	40.118	$d_1 = 280.6747$	280.7
2	218.2	22.3625	40.372	$d_2 = 280.9345$	280.9
3	221.2	20.2435	39.432	$d_3 = 280.8755$	280.9
4	221.4	18.3625	40.281	$d_4 = 280.0435$	280.0

18. Two gases Ar (40) and Xe (131) at same temperature have same number density. Their diameters are 0.07 nm and 0.10 nm respectively. Find the ratio of their mean free time
समान तापमान पर दो गैसें Ar (40) तथा Xe (131) का संख्या घनत्व समान है। इनके व्यास क्रमशः 0.07 nm तथा 0.10 nm है, तो इनके माध्य मुक्त काल का अनुपात ज्ञात करो—

(1) 1.03 (2) 2.04 (3) 3.04 (4) 2.40

Ans. (2)

Sol. Mean free time = $\frac{1}{\sqrt{2}n\pi d^2 v_{rms}}$

$$\frac{t_{Ar}}{t_{Xe}} = \frac{d_{Xe}^2}{d_{Ar}^2}$$

$$= \left(\frac{0.1}{0.07}\right)^2$$

$$= \left(\frac{10}{7}\right)^2 = 2.04$$

19. A particle starts moving from origin with velocity $\vec{u} = 3\hat{i}$ from origin and acceleration $\vec{a} = 6\hat{i} + 4\hat{j}$. Find x-coordinate at the instant when y-coordinate of the particle is 32 m.

एक कण मूलबिन्दु से वेग $\vec{u} = 3\hat{i}$ तथा त्वरण $\vec{a} = 6\hat{i} + 4\hat{j}$ से चलना प्रारम्भ करता है। उस क्षण पर x-निर्देशांक ज्ञात करो जब कण का y-निर्देशांक 32 m है—

(1) 48 (2) 60 (3) 12 (4) 24

Ans. (2)

Sol. $S_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

$$32 = 0 + \frac{1}{2} \times 4t^2 \Rightarrow t = 4 \text{ sec}$$

$$S_x = u_x t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$= 3 \times 4 + \frac{1}{2} \times 6 \times 16$$

$$= 60 \text{ m.}$$

20. An electron ($-|e|, m$) is released in Electric field E from rest. Rate of change of de-Broglie wavelength with time will be.

एक इलेक्ट्रॉन ($-|e|, m$) विद्युत क्षेत्र E में स्थिर अवस्था से छोड़ा जाता है, तो डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य के समय के साथ परिवर्तन की दर होगी—

(1) $-\frac{h}{2|e|}$ (2) $-\frac{h}{2|e|t}$ (3) $-\frac{h}{|e|Et^2}$ (4) $-\frac{2ht^2}{|e|E}$

Ans. (3)

Sol. $\lambda_D = \frac{h}{mv}$
 $\therefore v = at$
 $v = \frac{eE}{m}t \quad (a = \frac{eE}{m})$
 $\lambda_D = \frac{h}{m\left(\frac{eE}{m}\right)t}$
 $\lambda_D = \frac{h}{eEt}$
 $\frac{d\lambda_d}{dt} = -\frac{h}{|e|Et^2}$

This section contains **5 Numerical value type questions.**

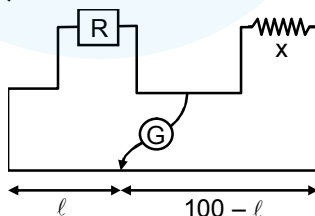
इस खण्ड में **5 संख्यात्मक प्रकार के प्रश्न** हैं।

- 21.** In YDSE pattern with light of wavelength $\lambda_1 = 500\text{nm}$, 15 fringes are obtained on a certain segment of screen. If number of fringes for light of wavelength λ_2 on same segment of screen is 10, then the value of λ_2 (in nm) is—
 YDSE प्रारूप में $\lambda_1 = 600\text{nm}$ तरंगदैर्घ्य द्वारा परदे के एक भाग में 15 फ्रिन्जें प्राप्त होती है तो उस तरंगदैर्घ्य λ_2 का मान (nm में) ज्ञात कीजिए, जिसके लिये परदे के समान भाग पर 10 फ्रिन्जें प्राप्त हो—

Ans. 750 nm

Sol. $15 \times 500 \times \frac{D}{d} = 10 \times \lambda_2 \times \frac{D}{d}$
 $\lambda_2 = 15 \times 50 \text{ nm}$
 $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$

- 22.** If in a meter bridge experiment, the balancing length ℓ was 25 cm for the situation shown in the figure. If the length and diameter of the of wire of resistance R is made half, then find the new balancing length in centimetre is
 दर्शाये गये मीटर सेतु प्रयोग में सन्तुलन लम्बाई ℓ का मान 25 cm है, यदि प्रतिरोध R की लम्बाई तथा व्यास को आधा कर दिया जाये तो नयी सन्तुलन लम्बाई सेमी में ज्ञात करो—



Ans. 40.00

Sol. $\frac{X}{R} = \frac{75}{25} = 3$

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{4\rho \ell}{\pi d^2}$$

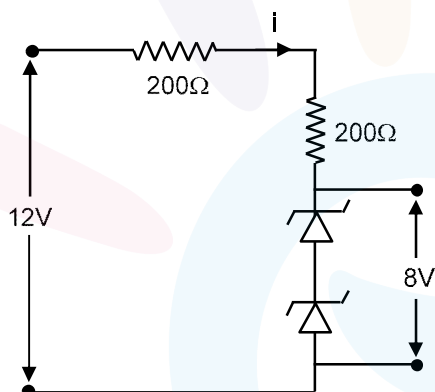
$$R' = \frac{4\rho \left(\frac{\ell}{2}\right)}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 2R$$

then $\frac{X}{R'} = \left(\frac{100 - \ell}{\ell}\right)$

$$\frac{100 - \ell}{\ell} = \frac{X}{2R} = \frac{3}{2}$$

$$\ell = 40.00 \text{ cm}$$

23. Find the power loss in each diode (in mW), if potential drop across the zener diode is 8V.
 यदि प्रत्येक जिनर डायोड का विभव 4V है तो प्रत्येक डायोड में शक्ति हानि (mW में) ज्ञात करो-



Ans. 40

Sol. $i = \frac{(12 - 8)}{(200 + 200)} \text{ A} = \frac{4}{400} = 10^{-2} \text{ A}$

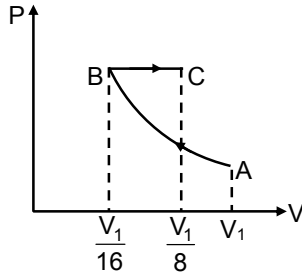
Power loss in each diode प्रत्येक डायोड में शक्ति हानि = $(4)(10^{-2}) \text{ W} = 40 \text{ mW}$

24. An ideal gas at initial temperature 300 K is compressed adiabatically ($\gamma = 1.4$) to $\left(\frac{1}{16}\right)^{\text{th}}$ of its initial volume. The gas is then expanded isobarically to double its volume. Then final temperature of gas round to nearest integer is:

एक आदर्श गैस ($\gamma = 1.4$) जिसका प्रारम्भिक तापमान 300 K है को इसके प्रारम्भिक आयतन के $\left(\frac{1}{16}\right)^{\text{th}}$ तक संपीडित किया जाता है। इसके पश्चात् समदाबीय प्रक्रम द्वारा आयतन को दुगुना किया जाता है, तो गैस का अन्तिम तापमान निकटतम पूर्णांक में है -

Ans. 1819 K

Sol.



$PV^\gamma = \text{constant}$ नियत

$TV^{\gamma-1} = \text{constant}$ नियत

$$300 (V_1)^{1.4-1} = T_B \left(\frac{V_1}{16}\right)^{2/5}$$

$$T_B = 300 \times 2^{8/5}$$

Now for BC process

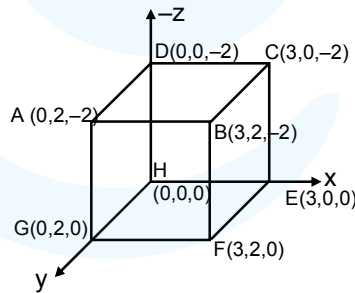
BC प्रक्रम के लिये

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$$

$$T_C = \frac{V_C T_B}{V_B} = 2 \times 300 \times 2^{8/5}$$

$$T_C = 1819 \text{ K}$$

25. If electric field in the space is given by $\vec{E} = 4x\hat{i} - (y^2 + 1)\hat{j}$, and electric flux through ABCD is ϕ_1 and electric flux through BCEF is ϕ_2 , then find $(\phi_1 - \phi_2)$
 यदि किसी स्थान पर विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = 4x\hat{i} - (y^2 + 1)\hat{j}$ से दिया जाता है तथा ABCD से फ्लक्स ϕ_1 तथा BCEF से ϕ_2 हो तो $(\phi_1 - \phi_2)$ ज्ञात करें -



Ans. -48

Sol. Flux via ABCD से फ्लक्स

$$\phi_1 = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = 0$$

Flux via BCEF से फ्लक्स

$$\phi_2 = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\phi_2 = \vec{E} \cdot \vec{A} = (4x\hat{i} - (y^2 + 1)\hat{j}) \cdot 4\hat{i} = 16x, x = 3$$

$$\phi_2 = 48 \frac{\text{N-m}^2}{\text{C}}; \quad \phi_1 - \phi_2 = -48 \frac{\text{N-m}^2}{\text{C}}$$