

DPP No. : B1 (JEE-Advanced)

Total Marks : 46	Max. Time : 41 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.2	(3 marks 2 min.) [06, 04]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.3 to Q.5	(4 marks 2 min.) [12, 06]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.6 to Q.10	(4 marks 5 min.) [20, 25]
Match the Following (no negative marking) Q.11	(8 marks, 6 min.) [08, 06]

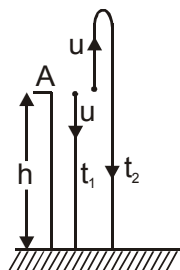
ANSWER KEY OF DPP NO. : B1

1. (C)	2. (C)	3. (B) (D)	4. (A) (C)	5. (A)(B) (C)	6. $v = 7$
7. $n = 2$	8. (i) $u_y = 5 \text{ m/s}$	9. (ii) $u_x = 4 \text{ m/s}$	10. On the object itself	11. (A) s, (B) p, (C) s, (D) q	12. $t = (\log_e 2) \text{ sec}$

1. A body is projected vertically downwards from A, the top of the tower reaches the ground in t_1 seconds. If it is projected upwards with same speed it reaches the ground in t_2 seconds. At what time it will reach the ground if it is dropped from A.
- एक वस्तु को किसी मीनार के उच्चतम बिन्दु A से उर्ध्वाधर नीचे की ओर फेंका जाता है तो यह धरातल पर t_1 समय में पहुँचता है। यदि इसे समान चाल से ऊपर फेंका जाता है तो यह t_2 समय में धरातल तक पहुँचता है। यदि इसे A से छोड़ा जाये तो यह कितने समय में धरातल तक पहुँचेगा ?

- (A) $\sqrt{t_1^3/t_2}$ (B) $\sqrt{t_2^3/t_1}$ (C*) $\sqrt{t_1 t_2}$ (D) $t_1 t_2$

Sol.



For downward motion, नीचे की ओर गति के लिये

$$h = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 \quad \dots\dots\dots(i)$$

For upward motion, ऊपर की ओर गति के लिए

$$h = -ut_2 + \frac{1}{2}gt_2^2 \quad \dots\dots\dots(ii)$$

From (1) & (2) से

$$ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 = -ut_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\Rightarrow u(t_1 + t_2) = \frac{1}{2}g(t_2^2 - t_1^2)$$

$$\therefore h = \frac{g}{2}(t_1 - t_2)t_1 + \frac{g}{2}gt_1^2 = \frac{gt_1 t_2}{2}$$

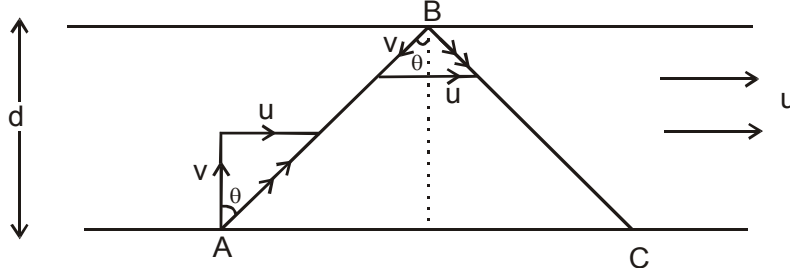
$$\therefore \text{Required time वांछित समय } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{t_1 t_2}.$$

2. A swimmer crosses a river with minimum possible time 10 second. And when he reaches the other end starts swimming in the direction towards the point from where he started swimming. Keeping the direction fixed the swimmer crosses the river in 15 sec. The ratio of speed of swimmer with respect to water and the speed of river flow is (Assume constant speed of river & swimmer) -

एक तैराक नदी को न्यूनतम संभव समय 10 सेकण्ड में पार करता है। जब वह दूसरे किनारे पर पहुंचता है तो वह उसी दिशा जहाँ से उसने तैरना शुरू किया, की तरफ तैरना शुरू करता है। दिशा को नियत रखते हुए तैराक अब नदी को 15 सेकण्ड में पार करता है तो पानी के सापेक्ष तैराक की चाल व नदी की चाल का अनुपात क्या होगा (माना तैराक व नदी की चाल नियत है।)

- (A) $\frac{3}{2}$ (B) $\frac{9}{4}$ (C*) $\frac{2}{\sqrt{5}}$ (D) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

Sol.



V = velocity of man w.r.t. river नदी के सापेक्ष आदमी का वेग

u = velocity of river नदी का वेग

$$t_{A \rightarrow B} = \frac{d}{v} \Rightarrow 10 = \frac{d}{v} \Rightarrow d = 10V \quad (1)$$

$$t_{B \rightarrow C} = \frac{d}{v \cos \theta} \Rightarrow 15 = \frac{d}{v \cos \theta} \Rightarrow d = 15v \cos \theta \quad (2)$$

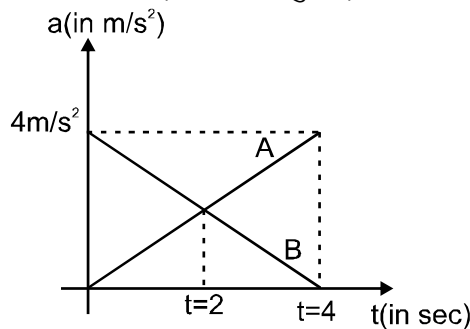
$$(1) \& (2) \Rightarrow \cos \theta = 2/3 \Rightarrow \sec \theta = 3/2$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{u}{v} \quad \therefore \sqrt{\sec^2 \theta - 1} = \frac{u}{v}$$

$$\Rightarrow \frac{u}{v} = \sqrt{9/4 - 1} = \frac{\sqrt{5}}{2} \Rightarrow \frac{v}{u} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

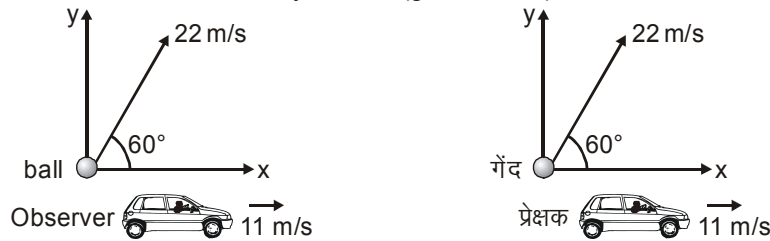
3. Acceleration (along x-axis) v/s time graph of two particles A and B starting from rest is shown in figure. Then:

विरामावस्था से प्रारम्भ हुए दो कण A व B का त्वरण (x-अक्ष के अनुदिश) व समय में आरेख चित्रानुसार है। तब :



- (A) at $t = 2$ sec. relative velocity of particle A with respect to particle B is zero
 (B*) at $t = 4$ sec relative velocity of particle A with respect to particle B is zero
 (C) from $t = 0$ to $t = 4$ sec. particle A has accelerated motion where as particle B has retarded motion
 (D*) from $t = 0$ to $t = 4$ sec. both particles have accelerated motion
 (A) $t = 2$ सैकण्ड पर कण A का कण B के सापेक्ष वेग शून्य है।
 (B*) $t = 4$ सैकण्ड पर कण A का कण B के सापेक्ष वेग शून्य है।
 (C) $t = 0$ से $t = 4$ सैकण्ड तक कण A त्वरित गति करता है, जबकि कण B मन्दित गति करता है।
 (D*) $t = 0$ से $t = 4$ सैकण्ड तक दोनों कण त्वरित गति करते हैं।

4. A football is kicked with a speed of 22 m/s at an angle of 60° to the positive x direction taken along horizontal. At that instant, an observer moves past the football in a car that moves with a constant speed of 11 m/s in the positive x direction. Take +ve y direction vertically upwards. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
 एक फुटबाल को 22 m/s की चाल से धनात्मक x दिशा (क्षैतिज दिशा) से 60° के कोण पर किक (kick) किया जाता है उस क्षण, एक कार में एक प्रेक्षक फुटबाल के पास से होकर गुजरता है। कार की नियत चाल 11 m/s धनात्मक x दिशा में है। उर्ध्वाधर ऊपर की दिशा को धनात्मक +y दिशा लें ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



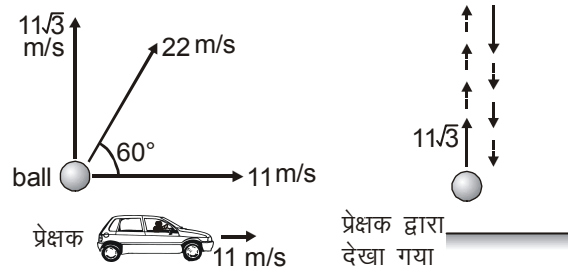
- (A*) The initial velocity of the ball relative to the observer in the car is $11\sqrt{3}$ m/s in the +y direction
 (B) The initial velocity of the ball relative to the observer in the car is 17 m/s at 60° to the +x direction.
 (C*) According to the observer in the car, the ball will follow a path that is straight up and down in the y direction.
 (D) According to the observer in the car, the ball will follow a straight line that is angled (less than 90°) with respect to the observer.
 (A*) फुटबाल का प्रेक्षक (कार में) के सापेक्ष प्रारम्भिक वेग $11\sqrt{3}$ m/s धनात्मक +y दिशा में है।
 (B) फुटबाल का प्रेक्षक (कार में) के सापेक्ष प्रारम्भिक वेग 17 m/s है तथा यह धनात्मक +x दिशा से 60° का कोण बनाता है।
 (C*) कार में प्रेक्षक के अनुसार फुटबाल का पथ सीधा ऊपर व सीधा नीचे y दिशा में होगा।
 (D) कार में प्रेक्षक के अनुसार, गेंद एक सीधी रेखा में पथ का अनुसरण करेगी तथा यह सीधी रेखा (90° से कम) का कोण प्रेक्षक के सापेक्ष बनाती है।

Sol. w.r.t. to observer (V_x) football/obs. = $11 - 11 = 0$

So Motion of the ball as seen from observer will be purely vertical with initial velocity $11\sqrt{3}$ upwards.

प्रेक्षक के सापेक्ष गेंद के वेग का x घटक (V_x) = $11 - 11 = 0$

अतः प्रेक्षक द्वारा गेंद की देखी गयी गति शुद्ध रूप से ऊर्ध्वाधर होगी जिसका प्रारम्भिक वेग $11\sqrt{3}$ ऊपर की तरफ होगा।



5. Point A (0, 1) and B (12, 5) are object-image pair (one of the point acts as object and the other point as image) x-axis is the principal axis of the mirror. Then this object image pair is:

- (A*) due to a convex mirror of focal length 2.5 cm
 (B*) due to a concave mirror having its pole at (2, 0)
 (C*) real virtual pair
 (D) data is insufficient for (A) and (B)

बिन्दु A (0, 1) और B (12, 5) बिम्ब प्रतिबिम्ब युग्म है (एक बिन्दु, वस्तु जैसा तथा दूसरा बिन्दु, प्रतिबिम्ब जैसा कार्य करता है) x-अक्ष दर्पण का मुख्य अक्ष है तो यह वस्तु - प्रतिबिम्ब युग्म होगा -

- (A*) 2.5 cm फोकस दूरी के उत्तल दर्पण के कारण
 (B*) अवतल दर्पण के द्वारा, जिसका ध्रुव (2, 0) पर है
 (C*) वास्तविक आभासी युग्म
 (D) (A) और (B) के लिए आकड़े अपर्याप्त है।

6. A particle has initial velocity $\vec{u} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$. It moves with a constant acceleration $\vec{a} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$. Find the speed of particle after a displacement $\vec{s} = 6\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$. All parameters in S.I. units.
- एक कण का प्रारम्भिक वेग $\vec{u} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ है। यह नियत त्वरण $\vec{a} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$ से गतिमान है। विस्थापन $\vec{s} = 6\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ के पश्चात् कण की चाल ज्ञात कीजिये। सभी मान S.I. इकाई में हैं।

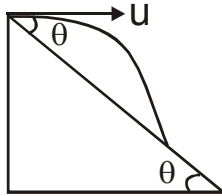
Ans. $v^2 = u^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{s} = (4 + 9 + 16) + 2(6 + 6 - 2) = 29 + 20 = 49$
 $v = 7$

7. A particle is projected horizontally with a speed u from the top of a plane inclined at an angle θ with the horizontal. The particle will strike the plane at a distance $\frac{nu^2}{g} \tan \theta \sec \theta$ from the point of projection. Find the value of n .

θ नत कोण वाले नत तल के शीर्ष से एक कण को क्षैतिज दिशा में u चाल से फेंका जाता है। कण प्रक्षेपण बिन्दु से $\frac{nu^2}{g} \tan \theta \sec \theta$ दूरी पर तल से टकराता है। n का मान ज्ञात करो।

Ans. $n = 2$

Sol.



Time of flight उड़डयन काल, $T = \frac{2u \sin \theta}{g \cos \theta}$

$= \frac{2u}{g} \tan \theta$

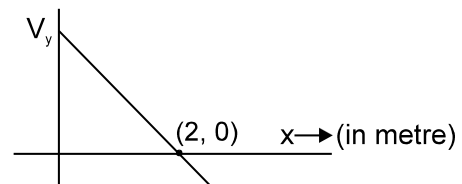
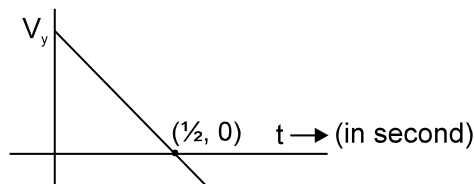
$\therefore$ Range परास $= u \cos \theta T + \frac{1}{2} g \sin \theta T^2$

$= \frac{2u^2}{g} \sin \theta + \frac{g \sin \theta}{2} \cdot \frac{4u^2}{g^2} \tan^2 \theta$

$= \frac{2u^2}{g} \sin \theta [1 + \tan^2 \theta] = \frac{2u^2}{g} \tan \theta \sec \theta.$

Hence अतः $n = 2$.

8. Two graphs of the same projectile motion (in the xy plane) projected from origin are shown. X axis is along horizontal direction & Y axis is vertically upwards. Take $g = 10 \text{ m/s}^2$. एक प्रक्षेपण गति (xy समतल में) चित्रानुसार दो ग्राफ में मूल बिन्दु से दिखाई गई है। X अक्ष क्षैतिज दिशा में है और Y अक्ष ऊर्ध्व ऊपर की ओर है। (Take $g = 10 \text{ m/s}^2$.)



- Find (i) Y component of initial velocity and
 प्रारम्भिक वेग का Y घटक और
 (ii) X component of initial velocity
 प्रारम्भिक वेग का X घटक

Sol. From graph वक्र (1) से : $v_y = 0$ at $t = \frac{1}{2}$ sec.

i.e., time taken to reach maximum height H is
अर्थात् अधिकतम ऊँचाई में पहुँचने के लिए लिया गया समय

$$t = \frac{u_y}{g} = \frac{1}{2} \Rightarrow u_y = 5 \text{ m/s} \quad \dots \text{Ans. (i)}$$

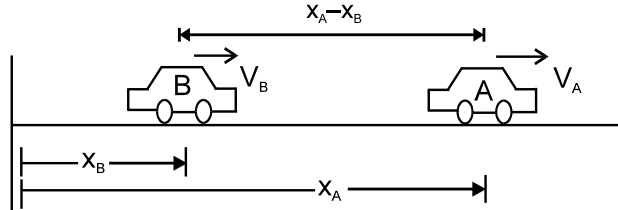
from graph वक्र (2) से : $v_y = 0$ at $x = 2 \text{ m}$

i.e., when the particle is at maximum height, its displacement along horizontal $x = 2 \text{ m}$
अर्थात् जब कण उच्चतम ऊँचाई पर है, इसका क्षैतिज के अनुदिश विस्थापन $x = 2 \text{ m}$

$$x = u_x \times t \Rightarrow 2 = u_x \times \frac{1}{2} \Rightarrow u_x = 4 \text{ m/s} \quad \dots \text{Ans (ii)}$$

9. ✎ Two cars A and B are racing along straight line. Car A is leading, such that their relative velocity is directly proportional to the distance between the two cars. When the lead of car A is $\ell_1 = 10 \text{ m}$, its running 10 m/s faster than car B. Determine the time car A will take to increase its lead to $\ell_2 = 20 \text{ m}$ from car B.

दो कारें इस तरह गति कर रही हैं कि A, B से आगे हैं तथा दोनों के बीच का सापेक्ष वेग दोनों के बीच की दूरी के समानुपाती है। जब कार A $\ell_1 = 10 \text{ m}$ आगे हैं तो यह B से 10 m/s ज्यादा तेज चल रही है तो कार A द्वारा लिया गया समय क्या होगा जब यह B से $\ell_2 = 20 \text{ m}$ आगे हो



Sol. As given जैसा दिया गया है

$$(V_A - V_B) \propto x_A - x_B$$

$$(V_A - V_B) = K(x_A - x_B)$$

when जब $x_A - x_B = 10$ We have हमारे पास है $V_A - V_B = 10$

We get हम प्राप्त करते हैं

$$10 = K \cdot 10 \Rightarrow K = 1$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = (x_A - x_B) \dots (1)$$

Now Let अब माना

$$x_A - x_B = y \dots (2)$$

On differentiating with respect to 't' on both side.

दोनों ओर 't' के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\Rightarrow \frac{dx_A}{dt} - \frac{dx_B}{dt} = \frac{dy}{dt} \Rightarrow V_A - V_B = \frac{dy}{dt} \dots (3)$$

Using (1), (2), (3) प्रयोग करने पर

We get हम प्राप्त करते हैं

$$\frac{dy}{dt} = y$$

Here y represents separation between two cars

यहाँ y दो कारों के मध्य दूरी प्रदर्शित करती है

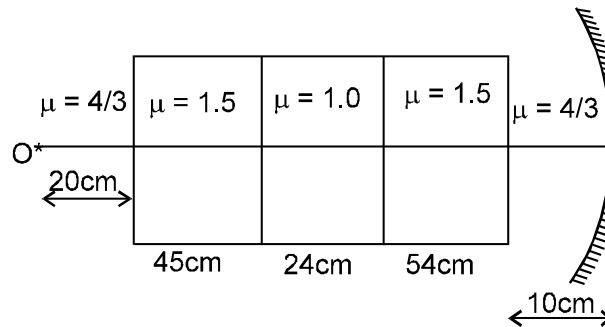
$$\int_{10}^{20} \frac{dy}{y} = \int_0^t dt \Rightarrow [\log_e y]_{10}^{20} = t$$

$$t = (\log_e 2) \text{ sec}$$

Required Answer.

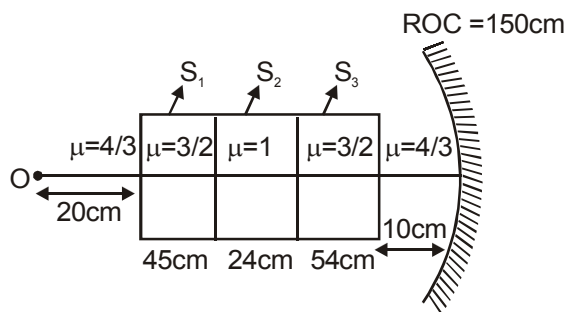
10. A composite slab consisting of different media is placed in front of a concave mirror of radius of curvature 150 cm. The whole arrangement is placed in water. An object O is placed at a distance 20 cm from the slab. The R.I. of different media are given in the diagram. Find the position of the final image formed by the system.

भिन्न-भिन्न माध्यमों से बनी एक पट्टी, 150 cm वक्रता त्रिज्या के अवतल दर्पण के सामने रखी है। सम्पूर्ण निकाय जल में रखा जाता है। एक बिम्ब O पट्टिका से 20 cm दूरी पर रखा गया है। चित्र में विभिन्न माध्यमों के अपवर्तनांक दर्शाये गये हैं। निकाय द्वारा निर्मित अन्तिम प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात करो।



[Ans. On the object itself]

Sol.



Apparent shift in the object O due to three slabs S_1, S_2 and S_3 with respect to the medium of $\mu = \frac{4}{3}$ is given by :

$$\text{Shift} = 45 \left(1 - \frac{1}{\frac{3/2}{4/3}} \right) + 24 \left(1 - \frac{1}{\frac{1}{4/3}} \right) + 54 \left(1 - \frac{1}{\frac{3/2}{4/3}} \right)$$

$$\text{Shift} = 45 \left(1 - \frac{8}{9} \right) + 24 \left(1 - \frac{4}{3} \right) + 54 \left(1 - \frac{8}{9} \right)$$

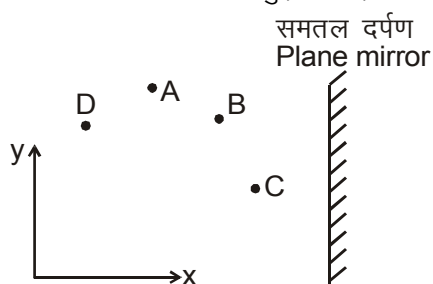
$$\text{Shift} = 5 + (-8) + 6 = 3 \text{ cm}$$

$$\therefore U_{\text{net}} = 150 \text{ cm and ROC} = 150 \text{ cm.}$$

Hence image will be formed on the object itself.

11. Four particles are moving with different velocities in front of stationary plane mirror (lying in y-z plane). At $t = 0$, velocity of A is $\vec{v}_A = \hat{i}$, velocity of B is $\vec{v}_B = -\hat{i} + 3\hat{j}$, velocity of C is $\vec{v}_C = 5\hat{i} + 6\hat{j}$, velocity of D is $\vec{v}_D = 3\hat{i} - \hat{j}$. Acceleration of particle A is $\vec{a}_A = 2\hat{i} + \hat{j}$ and acceleration of particle C is $\vec{a}_C = 2\hat{j}$. The particle B and D move with uniform velocity (Assume no collision to take place till $t = 2$ seconds). All quantities are in S.I. Units. Relative velocity of image of object A with respect to object A is denoted by $\vec{V}_{A', A}$. Velocity of images relative to corresponding objects are given in column I and their values are given in column II at $t = 2$ second. Match column I with corresponding values in column II and indicate your answer by darkening appropriate bubbles in the 4×4 matrix given in OMR.

स्थिर समतल दर्पण के सामने चार कण विभिन्न वेग से गति कर रहे हैं (दर्पण yz तल में है)। $t = 0$ समय पर A का वेग $\vec{v}_A = \hat{i}$, B का वेग $\vec{v}_B = -\hat{i} + 3\hat{j}$, C का वेग $\vec{v}_C = 5\hat{i} + 6\hat{j}$, D का वेग $\vec{v}_D = 3\hat{i} - \hat{j}$ है। कण A का त्वरण $\vec{a}_A = 2\hat{i} + \hat{j}$ और कण C का त्वरण $\vec{a}_C = 2t\hat{j}$ है। कण B व D के वेग नियत हैं (यह मानिये कि $t = 2$ से० तक दर्पण से कोई टक्कर नहीं होती है)। बिम्ब (वस्तु) A के सापेक्ष, A के प्रतिबिम्ब का सापेक्ष वेग $\vec{V}_{A', A}$ द्वारा दर्शाया जाता है। सभी राशियाँ S.I. मात्रक में हैं। वस्तुओं के संगत प्रतिबिम्बों के सापेक्षिक वेग स्तम्भ-I में दिए गए हैं तथा उनके मान स्तम्भ-II में $t = 2$ से० पर दिए गए हैं तो स्तम्भ-I के संगत स्तम्भ-II को सुमेलित कीजिए तथा उनके उत्तर 4×4 मैट्रिक्स में OMR में उपयुक्त गोलों को गहरा करते हुए दीजिए।



Column I
स्तम्भ I

- (A) $\vec{V}_{A', A}$
(B) $\vec{V}_{B', B}$
(C) $\vec{V}_{C', C}$
(D) $\vec{V}_{D', D}$

Column II
स्तम्भ II

- (p) $2\hat{i}$
(q) $-6\hat{i}$
(r) $-12\hat{i} + 4\hat{j}$
(s) $-10\hat{i}$

Ans. (A) s, (B) p, (C) s, (D) q

Sol. $\vec{v}_A = \hat{i} + \vec{a} \quad t = \hat{i} + (2\hat{i} + \hat{j})(2) = 5\hat{i} + 2\hat{j}$

$$\vec{v}_{A'} = -5\hat{i} + 2\hat{j}$$

$$\vec{v}_{A', A} = \vec{v}_{A'} - \vec{v}_A = -10\hat{i}$$

$$\vec{v}_B = (-\hat{i} + 3\hat{j}), \quad \vec{v}_{B'} = \hat{i} + 3\hat{j} \quad \text{so } \vec{v}_{B', B} = 2\hat{i}$$

For particle C (कण C के लिए)

$$\frac{dv_y}{dt} = 2t \quad \Rightarrow v_y - 6 = t^2 \quad \Rightarrow v_y = 6 + 4 = 10$$

$$\vec{v}_C = 5\hat{i} + 10\hat{j}, \quad \vec{v}_{C'} = -5\hat{i} + 10\hat{j} \quad \text{so } \vec{v}_{C', C} = -10\hat{i}$$

$$\vec{v}_D = 3\hat{i} - \hat{j}, \quad \vec{v}_{D'} = -3\hat{i} - \hat{j}, \quad \vec{v}_{D', D} = -6\hat{i}$$



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) - 324005
Website: www.resonance.ac.in | **E-mail :** contact@resonance.ac.in
Toll Free : 1800 258 5555 | **CIN:** U80302RJ2007PLC024029

PAGE NO.-7

DPP No. : B2 (JEE–Main)
Total Marks : 64
Max. Time : 40 min.
Single choice Objective ('–1' negative marking) Q.1 to Q.16
(3 marks 2 min.) [48, 32]
One or more than one options correct type ('–1' negative marking) Q.17 to Q.20
(4 marks 2 min.) [16, 08]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B2

1. (B)	2. (A)	3. (B)	4. (A)	5. (A)	6. (B)	7. (B)
8. (A)	9. (C)	10. (C)	11. (B)	12. (A)	13. (A)	14. (D)
15. (B)	16. (A)	17. (B) (D)	18. (C)	19. (B) (C)	20. (A) (B)	

1. A particle is projected up the inclined such that its component of velocity along the incline is 10 m/s. Time of flight is 2 sec and maximum height above the incline is 5 m. Then velocity of projection will be:
 एक कण नत तल पर ऊपर की ओर इस प्रकार प्रक्षेपित किया जाता है कि वेग का नत तल की ओर घटक 10 m/s है। उड़डयनकाल 2 sec तथा नत तल पर अधिकतम ऊँचाई 5 m है तब प्रक्षेपण वेग होगा :

(A) 10 m/s

 (B*) $10\sqrt{2}$ m/s

 (C) $5\sqrt{5}$ m/s

(D) none of the above उपरोक्त में से कोई नहीं

Hint.
(B)

Use the given data in the formulae for projection up the inclined plane.

नत तल पर उपर की ओर प्रक्षेपण के लिए सूत्र में दिए गये आंकड़ों का उपयोग करें

2. A body travels 200 cm in the first two seconds and 220 cm in the next four seconds. What will be the velocity at the end of 7 second from start?

एक वस्तु पहले दो सैकण्ड में 200 cm तथा अगले चार सैकण्ड में 220 cm चलती है। गति प्रारम्भ होने के 7 सेकण्ड पश्चात् कण का वेग क्या होगा ?

[Ans. 10 cm s⁻¹]

(A*) 10

(B) 20

(C) 30

(D) none उपरोक्त में से कोई नहीं

Sol. According to question, प्रश्नानुसार

Displacement in 2 s = 200 cm

Displacement in 6 s = 200 + 220 = 420 cm

$$\therefore 2u + \frac{1}{2} \times a \times 2^2 = 200$$

$$\Rightarrow 2u + 2a = 200 \quad \Rightarrow \quad u + a = 100 \quad \dots\dots\dots(i)$$

$$6u + \frac{1}{2} \times a \times 6^2 = 420$$

$$\Rightarrow 6u + 18a = 420$$

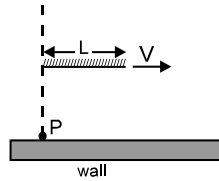
$$\Rightarrow u + 3a = 70 \quad \dots\dots\dots(ii)$$

Solving equation, (i) & (ii)

$$u = 115 \text{ cm/s}, a = -15 \text{ cm/s}^2$$

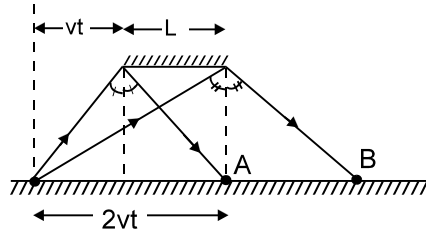
$$\therefore v = u + at = 115 - 15 \times 7 = 115 - 105 = 10 \text{ cm/s.}$$

3. The mirror of length L moves horizontally as shown in the figure with a velocity v . The mirror is illuminated by a point source of light 'P' placed on the ground. The rate at which the length of the light spot on the ground increases is :
 चित्रानुसार L लम्बाई का एक दर्पण वेग v से क्षैतिज दिशा में गतिमान है। दर्पण को जमीन पर रखे बिन्दुवत् स्त्रोत 'P' से प्रकाशित किया जाता है। जमीन पर प्रकाशित भाग की लम्बाई में वृद्धि की दर है



- (A) v (B*) zero शून्य (C) $2v$ (D) $3v$

Sol.

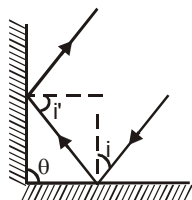


$$v_A = \frac{d}{dt} (2vt) = 2v ; \quad v_B = \frac{d}{dt} (2vt + 2L) = 2v$$

$$\Rightarrow v_A = v_B$$

$\therefore$ length of AB will remain same.
 AB की लम्बाई समान रहेगी।

4. Two plane mirrors are inclined to each other at 90° . A ray of light is incident on one mirror and the reflected light goes to the other mirror. The ray will undergo a total deviation of :
 दो समतल दर्पण एक दूसरे से 90° के कोण पर रखे हैं। एक प्रकाश किरण एक दर्पण पर आपतित होती है तथा परावर्तित किरण दूसरे दर्पण पर जाती है। किरण का कुल विचलन होगा :
 (A*) 180° (B) 90° (C) 45°
 (D) cannot be found because angle of incidence is not given.
 ज्ञात नहीं कर सकते क्योंकि आपतन कोण नहीं दिया गया है।



Sol.

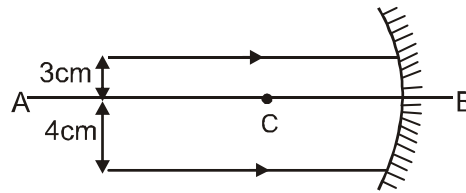
$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = (180 - 2i) + (180 - 2i') = 360 - 2(i + i')$$

$$\delta = 360^\circ - 2\theta$$

$$\delta = 360^\circ - 2(90^\circ) = 180^\circ$$

5. Two rays are incident on a spherical concave mirror of radius $R = 5$ cm and rays are parallel to a line AB which passes through the centre C. The rays are at perpendicular distances 3 cm and 4 cm from AB respectively as shown. Find the distance between the points at which these rays intersect the line AB after reflection -

केन्द्र C से गुजरने वाली रेखा AB के समान्तर $R = 5$ cm त्रिज्या के गोलीय अवतल दर्पण पर दो किरणें आपतित हैं। AB रेखा केन्द्र C से गुजरती है। ये चित्रानुसार AB से क्रमशः लम्बवत् दूरी 3 cm तथा 4 cm पर हैं। उन बिन्दुओं के मध्य दूरी ज्ञात करो जिन पर ये किरणें परावर्तन के पश्चात् रेखा AB पर मिलती हैं।



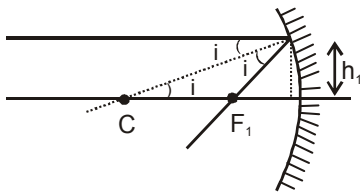
(A*) $\frac{25}{24}$ cm

(B) $\frac{24}{25}$ cm

(C) zero

शून्य

(D) $\frac{1}{3}$ cm



Sol.

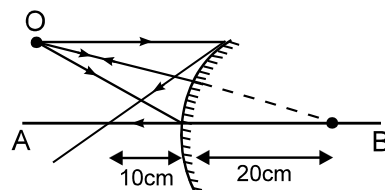
$$CF_1 = \frac{R}{2\cos i} = \frac{R^2}{2\sqrt{R^2 - h_1^2}} \quad (h_1 = 3 \text{ cm})$$

$$CF_2 = \frac{R^2}{2\sqrt{R^2 - h_2^2}} \quad (h_2 = 4 \text{ cm})$$

$$CF_2 - CF_1 = \frac{25}{24} \text{ cm}$$

6. In the figure shown a convex mirror of radius of curvature 20 cm is shown. An object O is placed in front of this mirror. Its ray diagram is shown. How many mistakes are there in the ray diagram (AB is its principal axis):

चित्र में 20 cm वक्रता त्रिज्या वाला उत्तल दर्पण दर्शाया गया है। एक वस्तु O दर्पण के सामने रखी जाती है। इसका किरण चित्र दर्शाया गया है। इसके किरण चित्र में कितनी गलतियाँ (AB इसकी मुख्य अक्ष है) हैं ?



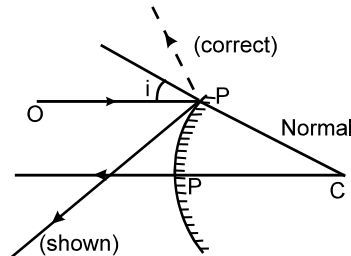
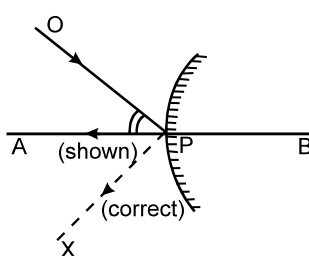
(A) 3
Error – I

(B*) 2

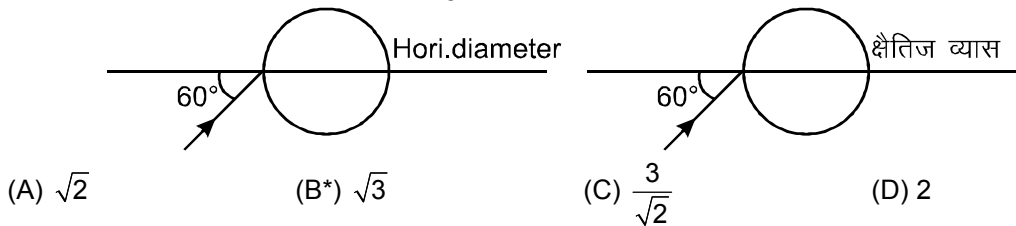
(C) 1
Error – II

(D) 0

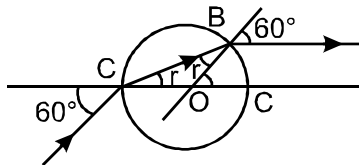
Sol.



7. ✎ A ray of light falls on a transparent sphere as shown in figure. If the final ray emerges from the sphere parallel to the horizontal diameter, then the refractive index of the sphere is (consider that sphere is kept in air) :
 चित्रानुसार एक प्रकाश किरण पारदर्शी गोले पर आपतित है। यदि गोले से निर्गत अंतिम किरण क्षैतिज व्यास के समान्तर है, तो गोले का अपवर्तनांक है (गोले को वायु में स्थित मानिए) :



Sol.

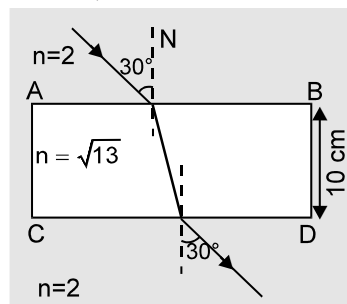


In diagram angle of emergence = 60°

चित्र में निर्गत कोण = 60°

$$\begin{aligned} \therefore \angle BOC &= 60^\circ \\ \therefore r + r &= 60^\circ \Rightarrow r = 30^\circ \\ \therefore \mu &= \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} \Rightarrow \mu = \sqrt{3} \end{aligned}$$

8. Find the displacement of the ray after it emerges from CD
 किरण का CD से निकलने के पश्चात् विस्थापन है -



- (A*) 2.5 cm (B) 5 cm (C) 1 cm (D) $\frac{\sqrt{13}}{3}$ cm

Sol. by shell's law स्नेल के नियम द्वारा $2\sin 30^\circ = \sqrt{13} \sin r$

$$1 = \sqrt{13} \sin r$$

$$\sin r = \frac{1}{\sqrt{13}}, \tan r = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

So, lateral displacement पार्श्विक विस्थापन = $\frac{t \sin(i-r)}{\cos r}$

$$= \frac{t[\sin(i)\cos r - \cos(i)\sin r]}{\cos r}$$

$$= t[\sin i - \cos i \tan r]$$

$$= 10[\sin 30 - \cos 30 \times \frac{1}{\sqrt{12}}]$$

$$= 10\left[\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2\sqrt{3}}\right] = 2.5 \text{ cm}$$

9. A mango tree is at the bank of a river and one of the branch of tree extends over the river. A tortoise lives in river. A mango falls just above the tortoise. The acceleration of the mango falling from tree appearing to the tortoise is (Refractive index of water is $4/3$ and the tortoise is stationary)
 एक आम का पेड़ नदी किनारे स्थित है तथा इसकी एक शाखा नदी के ऊपर बढ़ी हुई है। एक कछुआ नदी में रहता है। एक आम कछुएँ के ठीक ऊपर गिरता है। पेड़ से गिरते हुए आम का त्वरण कछुए को प्रतीत होगा— (पानी का अपवर्तनांक $4/3$ है तथा कछुआ स्थिर है)

(A) g

(B) $\frac{3g}{4}$

(C*) $\frac{4g}{3}$

(D) None of these (उपरोक्त में से कोई नहीं)

Sol.

$$\frac{x}{1} = \frac{x_{rel}}{\mu}$$

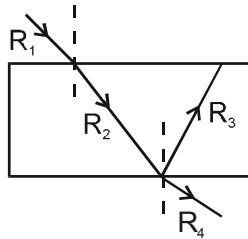
$$x_{rel} = \mu x$$

$$\frac{d^2 x_{rel}}{dt^2} = \mu \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$a_{rel} = \mu g$$

10. A ray R_1 is incident on the plane surface of the glass slab (kept in air) of refractive index $\sqrt{2}$ at angle of incident equal to the critical angle for this air glass system. The refracted ray R_2 undergoes partial reflection & refraction at the other surface. The angle between the reflected ray R_3 and the refracted ray R_4 at that surface is:

एक किरण R_1 , $\sqrt{2}$ अपवर्तनांक वाली ग्लास पट्टिका की समतल सतह पर हवा ग्लास निकाय के क्रान्तिक कोण के बराबर कोण पर आपतित होती है। अपवर्तित किरण R_2 दूसरी सतह से कुछ परावर्तित व कुछ पारगमित होती है। परावर्तित किरण R_3 तथा पारगमित किरण R_4 के मध्य इस सतह पर कोण है :



(A) 45°

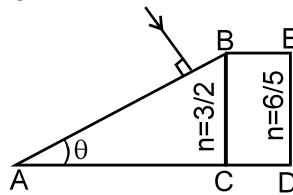
(B) 135°

(C*) 105°

(D) 75°

11. In the figure ABC is the cross section of a right angled prism and BCDE is the cross section of a glass slab. The value of θ so that light incident normally on the face AB does not cross the face BC is (given $\sin^{-1}(3/5) = 37^\circ$)

चित्र में ABC समकोण प्रिज्म का क्षेत्रफल तथा BCDE ग्लास पट्टिका का क्षेत्रफल है। θ का मान जिसके लिए किरण सतह AB पर लम्बवत् आपतित हो परन्तु सतह BC से पार न कर सके। (दिया है $\sin^{-1}(3/5) = 37^\circ$)



(A) $\theta \leq 37^\circ$

(B*) $\theta < 37^\circ$

(C) $\theta \leq 53^\circ$

(D) $\theta < 53^\circ$

Sol.

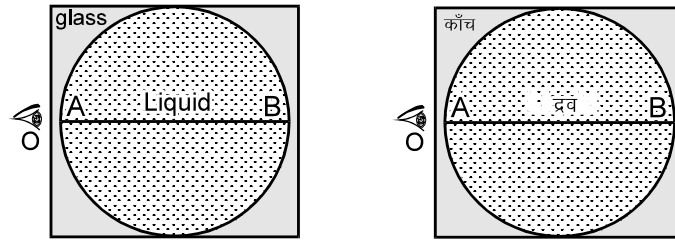
$$A = 90 - \theta$$

$$r_2 = A = 90 - \theta > \theta_c$$

$$\cos \theta > \sin \theta_c = \frac{6/5}{3/2} = \frac{4}{5} \Rightarrow \theta < \cos^{-1} \frac{4}{5} = 37^\circ$$

12. The observer 'O' sees the distance AB as infinitely large. If refractive index of liquid is μ_1 and that of glass is μ_2 , then $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ is :

प्रेक्षक 'O', दूरी AB को अनन्त लम्बा देखता है। यदि द्रव का अपवर्तनांक μ_1 तथा कांच का अपवर्तनांक μ_2 , हो तब $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ है:



- (A*) 2
नहीं
(B) 1/2
(C) 4
(D) None of these इनमे से कोई

Sol. Using formula of spherical surface taking 'B' as object
गोलीय सतह का सूत्र उपयोग में लाने पर जबकि B को एक बिम्ब की भांति लिया गया है।

$$\frac{\mu_2}{\infty} - \frac{\mu_1}{(-2R)} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{-R} \quad (R \text{ being the radius of the curved surface})$$

$$\frac{\mu_2}{\infty} - \frac{\mu_1}{(-2R)} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{-R} \quad (R \text{ वक्रिय सतह की त्रिज्या है})$$

$$\Rightarrow \frac{\mu_1}{\mu_2} = 2$$

13. A diverging lens of focal length -10 cm is moving towards right with a velocity 5 m/s. An object, placed on Principal axis is moving towards left with a velocity 3 m/s. The velocity of image at the instant when the lateral magnification produced is $1/2$ is : (All velocities are with respect to ground)
(A*) 3 m/s towards right (B) 3 m/s towards left (C) 7 m/s towards right (D) 7 m/s towards left
 -10 cm फोकस दूरी का एक अपसारी लैन्स 5 m/s के वेग से दांयी ओर गति कर रहा है। मुख्य अक्ष पर रखी एक वस्तु 3 m/s के वेग से बांयी ओर गति कर रही है उस क्षण प्रतिबिम्ब का वेग जब उत्पन्न पार्श्व आवर्धन $1/2$ है, होगा (सभी वेग धरातल के सापेक्ष है)
(A*) 3 m/s दांयी ओर (B) 3 m/s बांयी ओर (C) 7 m/s दांयी ओर (D) 7 m/s बांयी ओर

Ans. $\frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{u^2} \cdot \frac{du}{dt}$ (where $\frac{dv}{dt}$ denotes image speed w.r.t. lens and $\frac{du}{dt}$ denotes object speed w.r.t. lens)
 $= m^2 \cdot \frac{du}{dt} = \frac{1}{4} \cdot 8 = 2$

Therefore image speed w.r.t. lens is 2 m/s towards left.

Therefore image speed w.r.t. ground is 3 m/s towards right.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{u^2} \cdot \frac{du}{dt} \quad (\text{जहाँ } \frac{dv}{dt} \text{ लेंस के सापेक्ष प्रतिबिम्ब की चाल बताती है और } \frac{du}{dt} \text{ लेंस के सापेक्ष वस्तु की चाल बताती है।})$$

$$m^2 \cdot \frac{du}{dt} = \frac{1}{4} \cdot 8 = 2$$

इसलिए लेंस के सापेक्ष प्रतिबिम्ब का वेग 2 m/s बांयी तरफ है।

इसलिये धरातल के सापेक्ष प्रतिबिम्ब का वेग 3 m/s दांयी तरफ है।

14. A thin prism of glass is placed in air and water respectively. If $n_g = \frac{3}{2}$ and $n_w = \frac{4}{3}$, then the deviation produced by the prism for a small angle of incidence when placed in air and water separately is :

एक काँच का पतला प्रिज्म क्रमशः वायु व जल में रखा गया है। यदि $n_g = \frac{3}{2}$ तथा $n_w = \frac{4}{3}$, है, तो क्रमशः वायु तथा जल में रखने पर प्रिज्म द्वारा अल्प आपतन कोणों के लिए उत्पन्न विचलन का मान होगा –

(A) 9 : 8 (B) 4 : 3 (C) 3 : 4 (D*) 4 : 1

Sol. $\delta_a = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \times A = \frac{A}{2}$
 $\delta_w = \left(\frac{3/2}{4/3} - 1 \right) A = \frac{A}{8}$
 $\frac{\delta_{air}}{\delta_{water}} = \frac{4}{1}$

15. The focal length of the objective and eyepiece of a microscope are 2 cm and 5 cm respectively. Object is placed at 3 cm from objective then find the magnification and length of the tube for normal adjustment. एक सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक लैन्स तथा अभिनेत्र लैन्स की फोकस दूरी क्रमशः 2 cm तथा 5 cm है। वस्तु को अभिदृश्यक से 3 cm पर रखा जाता है। तब सामान्य संयोजन के लिए आवर्धन एवं नली की लम्बाई ज्ञात कीजिए।

(A) 10, 7 cm (B*) 10, 11 cm (C) 10, 7 cm (D) 12, 55/6 cm

Sol. Given दिया हुआ है $f_o = 2$ cm, $f_e = 5$ cm
 $u_o = -3$, $v_o = 6$ cm $m_o = -2$
 for normal adjustment सामान्य संयोजन के लिए
 $u_e = -5$ cm, $v_e = \text{infinity}$ अनन्त $m_e = 5$

16. The xz plane separates two media A and B with refractive indices μ_1 & μ_2 respectively. A ray of light travels from A to B. Its directions in the two media are given by the unit vectors, $\vec{r}_A = a\hat{i} + b\hat{j}$ & $\vec{r}_B = \alpha\hat{i} + \beta\hat{j}$ respectively where $\hat{i}$ & $\hat{j}$ are unit vectors in the x & y directions. Then:

माध्यमों A व B जिनके अपवर्तनांक क्रमशः μ_1 व μ_2 है, को xz तल अलग करता है, एक किरण A से B में जाती है। इनकी दिशाओं को दोनो माध्यमों में क्रमशः निम्न इकाई सदिशों द्वारा व्यक्त किया जाता है। $\vec{r}_A = a\hat{i} + b\hat{j}$ और $\vec{r}_B = \alpha\hat{i} + \beta\hat{j}$ जहाँ $\hat{i}$ और $\hat{j}$, x और y दिशाओं में इकाई सदिश है तो

(A*) $\mu_1 a = \mu_2 \alpha$ (B) $\mu_1 \alpha = \mu_2 a$ (C) $\mu_1 b = \mu_2 \beta$ (D) $\mu_1 \beta = \mu_2 b$

17. A particle is projected vertically upwards in vacuum with a speed u .
 (A) When it rises to half its maximum height, its speed becomes $u/2$.
 (B*) When it rises to half its maximum height, its speed becomes $u/\sqrt{2}$.
 (C) The time taken to rise to half its maximum height is half the time taken to reach its maximum height.
 (D*) The time taken to rise to three-fourth of its maximum height is half the time taken to reach its maximum height.
 एक कण को u चाल से निर्वात में ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर प्रक्षेपित किया जाता है।
 (A) जब यह अधिकतम ऊँचाई के आधे पर पहुँचता है, तो इसकी चाल $u/2$ होती है।
 (B*) जब यह अधिकतम ऊँचाई के आधे पर पहुँचता है, तो इसकी चाल $u/\sqrt{2}$ होती है।
 (C) अधिकतम ऊँचाई के आधे तक पहुँचने में लिया गया समय, अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में लिये गये समय का आधा होता है।
 (D*) अधिकतम ऊँचाई के तीन-चौथाई तक पहुँचने में लिया गया समय अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में लिये गये समय का आधा होता है।

Sol. At maximum height, velocity = 0 (अधिकतम ऊँचाई पर, वेग = 0)

$$H = \frac{u^2}{2g} \text{ \& }$$

At height (ऊँचाई) $h = H/2$

$$V^2 = u^2 - 2gh$$

$$V^2 = u^2 - 2g \cdot \frac{u^2}{4g}$$

$$V^2 = \frac{u^2}{2} \Rightarrow V = \frac{u}{\sqrt{2}}$$

Time taken to rise to maximum height

अधिकतम ऊँचाई तक उठने में लिया गया समय

$$T = \frac{u}{g}$$

$$\text{for height } h = \frac{H}{2} \text{ (ऊँचाई } h = \frac{H}{2} \text{ के लिए), } t = \frac{(u - u/\sqrt{2})}{g} = \frac{(\sqrt{2} - 1) u}{\sqrt{2}g}$$

$$\text{Time taken to rise to } \frac{3}{4}H = T - \text{time taken to fall down by } \frac{H}{4}$$

$$\frac{3}{4}H \text{ ऊँचाई तक उठने में लिया गया समय} = T - \frac{H}{4} \text{ दूरी गिरने में लिया गया समय}$$

$$= T - \frac{T}{2} = \frac{T}{2}$$

- 18.** A projectile is thrown with a velocity of 20 m/s at an angle of 60° with the horizontal. After how much time the velocity vector will make an angle of 45° with the horizontal (take $g = 10 \text{ m/s}^2$) :

एक कण क्षैतिज से 60° के कोण पर 20 m/s के वेग से फेंका जाता है। कितने समय बाद वेग सदिश क्षैतिज के साथ 45° का कोण बनायेगा। ($g = 10 \text{ m/s}^2$) :

- (A) $\sqrt{3}$ sec (B) $1/\sqrt{3}$ sec (C*) $(\sqrt{3} + 1)$ sec (D*) $(\sqrt{3} - 1)$ sec

Sol. For $\theta = 45^\circ$

$$V_x = V_y$$

$$V_x = 20 \cos 60^\circ = 10 \text{ m/s}$$

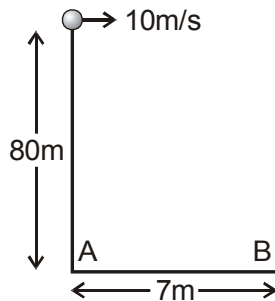
For V_y

$$10 = 20 \sin 60^\circ - 10 \cdot t$$

$$t = (\sqrt{3} - 1) \text{ sec.}$$

- 19.** A ball is projected horizontally from top of a 80 m deep well with velocity 10 m/s. Then particle will fall on the bottom at a distance of (all the collisions with the wall are elastic) :

एक गेंद 80 m गहरे कुएँ में ऊपर से 10 m/s के वेग से क्षैतिज दिशा में प्रक्षेपित की जाती है। गेंद कुएँ के तल में कितनी दूरी पर गिरेगी (कुएँ की दीवारों से गेंद की सभी टक्करें प्रत्याथ है) :



- (A) 5 m from A (B*) 5 m from B (C*) 2 m from A (D) 2 m from B
(A) A से 5 m (B*) B से 5 m (C*) A से 2 m (D) B से 2 m

Sol. Total time taken by the ball to reach at bottom
तल पर पहुँचने के लिए गेंद द्वारा लिया गया कुल समय

$$= \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 80}{10}} = 4 \text{ sec.}$$

Let time taken in one collision is t
माना एक टक्कर में t समय लिया जाता है।

Then तब $t \times 10 = 7$

$t = .7 \text{ sec.}$

No. of collisions $= \frac{4}{.7} = 5\frac{5}{7}$ (5th collisions from wall B)

Horizontal distance travelled in between 2 successive collisions $= 7 \text{ m}$

$\therefore$ Horizontal distance travelled in $5/7$ part of collisions $= \frac{5}{7} \times 7 = 5 \text{ m}$

Distance from A is 2 m. **Ans.**

टक्करों की संख्या $= \frac{4}{.7} = 5\frac{5}{7}$ (5वीं टक्कर B दीवार द्वारा)

दो क्रमागत टक्करों के बीच में तय की गई क्षैतिज दूरी $= 7 \text{ m}$

$\therefore$ टक्कर के $5/7$ भाग में तय की गई क्षैतिज दूरी $= \frac{5}{7} \times 7 = 5 \text{ m}$

A से दूरी 2 m. है। **Ans.**

20. A particle moves with an initial velocity v_0 and retardation βv , where v is its velocity at any time t (β is a positive constant).

एक कण प्रारम्भिक वेग v_0 तथा मंदन βv से गतिमान है। जहाँ v , t समय पर इसका वेग है (β एक धनात्मक नियतांक है)–

(A*) the particle will cover a total distance of v_0/β

कण द्वारा तय की कुल दूरी v_0/β

(B*) the particle will continue to move for a very long time

कण बहुत लम्बे समय तक गतिमान होगा।

(C) the particle will stop shortly

कण बहुत जल्दी रुक जायेगा।

(D) the velocity of particle will become $v_0/2$ after time $1/\beta$.

$1/\beta$ समय के बाद कण का वेग $v_0/2$ हो जायेगा।

Sol. (i) $V \frac{dv}{dx} = -\beta V$ (ii) $a = -\beta V$

$$dv = -\beta dx$$

$$\frac{dv}{dt} = -\beta V$$

$$\int_{v_0}^0 dv = -\beta \int_0^x dx$$

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{V} = -\beta \int_0^t dt$$

$$-v_0 = -\beta x$$

$$\ln \left(\frac{V}{V_0} \right) = -\beta t$$

$$x = \frac{v_0}{\beta}$$

$$V = V_0 e^{-\beta t}$$

$$V = \frac{V_0}{e^{\beta t}} \quad \text{at} \quad t \rightarrow \infty \quad V = 0.$$

$\therefore$ A & B are correct answer

DPP No. : B3 (JEE-Advanced)

Total Marks : 40	Max. Time : 33 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.4	(3 marks, 2 min.) [12, 08]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.5 to Q.6	(4 marks 2 min.) [08, 04]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.7 to Q.9	(4 marks 5 min.) [12, 15]
Match the Following (no negative marking) Q.10	(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B3

1. (D) 2. (B) 3. (B) 4. (A) 5. (A) (B) (C) 6. (A)(C)(D)
7. (a) 30 m (b) $-\frac{5}{2}$ m/s² 8. $-2\hat{i} - 4\hat{j}$ 9. 150 cm
10. (A) - q,r ; (B) - P ; (C) - q,s ; (D) - p,r

1. ✖ At $t = 0$, a particle at (1,0,0) moves towards point (4,4,12) with a constant velocity of magnitude of 65 m/s. The position of the particle is measured in metres and time in sec. Assuming constant velocity, the position of the particle at $t = 2$ sec is :

जब $t = 0$ है तब एक कण (1,0,0) से (4,4,12) की ओर 65m/s परिमाण के नियत वेग से गतिमान है। कण की स्थिति मीटर में व समय सैकण्ड में मापा जाता है। नियत वेग को लेते हुए, $t = 2$ सैकण्ड पर कण की स्थिति है—

- (A) $(13\hat{i} - 120\hat{j} + 40\hat{k})$ m (मीटर) (B) $(40\hat{i} + 31\hat{j} - 120\hat{k})$ m (मीटर)
- (C) $(13\hat{i} - 40\hat{j} + 12\hat{k})$ m (मीटर) (D*) $(31\hat{i} + 40\hat{j} + 120\hat{k})$ m (मीटर)

- Sol. Unit vector in direction of (1,0,0) to (4,4,12) is $\frac{(4-1)\hat{i} + (4-0)\hat{j} + (12-0)\hat{k}}{13}$

Hence position of particle at $t = 2$ sec is = $\vec{r}_f = \vec{r}_i + \vec{v} \times 2 = 31\hat{i} + 40\hat{j} + 120\hat{k}$

(1, 0, 0) से (4,4,12) की दिशा में एकांक सदिश $\frac{(4-1)\hat{i} + (4-0)\hat{j} + (12-0)\hat{k}}{13}$ है।

इसलिये $t = 2$ sec पर कण की स्थिति = $\vec{r}_f = \vec{r}_i + \vec{v} \times 2 = 31\hat{i} + 40\hat{j} + 120\hat{k}$

2. ✖ The displacement 'x' and time of travel 't' for a particle moving on a straight line are related as $t^2 = x^2 - 1$ Its acceleration at a time t is

सरल रेखा में गतिमान एक कण के विस्थापन x तथा यात्रा समय 't' में सम्बन्ध है $t^2 = x^2 - 1$ तो समय t पर त्वरण होगा—

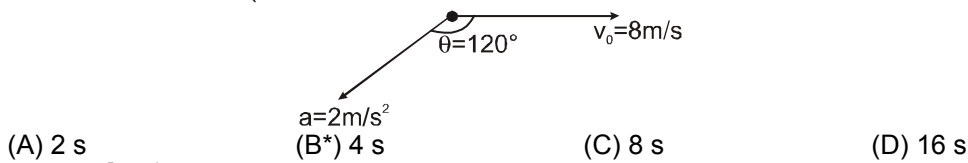
- (A) $\frac{1}{x} - \frac{1}{x^2}$ (B*) $\frac{1}{x^3}$ (C) $\frac{-t^2}{x^3}$ (D) $\frac{-t}{x^2}$

- Sol. $t^2 = x^2 - 1$
 $x^2 = 1 + t^2$

$$x \frac{dx}{dt} = t \Rightarrow \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + x \frac{d^2x}{dt^2} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{x}{dt^2} \frac{d^2x}{dt^2} = 1 - \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = 1 - \left(\frac{t}{x} \right)^2 = \frac{x^2 - t^2}{x^2} = \frac{1}{x^2} \Rightarrow a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{x^3}$$

3. The figure shows the velocity and acceleration of a point like body at the initial moment of its motion. The acceleration vector of the body remains constant. The time after which its speed is 8 m/s again.
 चित्र में किसी बिन्दुवत् वस्तु के प्रारम्भिक क्षण पर वेग व त्वरण सदिश दे रखे हैं। वस्तु का त्वरण सदिश नियत रहता है। वह समय जिसके पश्चात् इसकी चाल फिर से 8 m/s होगी –



Sol.

8 m/s
 30°
 $a = 2 \text{ m/sec}^2$
 $V_x = 8 \cos 30^\circ = \text{constant (नियत)}$
 At $t = 0$ $V_y = 8 \sin 30^\circ = 4 \text{ m/sec}$
 When V_y becomes -4 m/sec .
 speed of body is again 8 m/sec .
 जब V_y का मान -4 m/sec होगा तो
 वस्तु की चाल फिर से 8 m/sec होगा
 By $v = u + at$
 $-4 = 4 + at$
 $-4 = 4 + (-2)t$
 $t = 4 \text{ sec}$

4. A particle is projected from ground at some angle with horizontal. If P is the point at maximum height H. Then the height above the point p where the particle should be aimed to have range equal to maximum height is :
 एक कण को क्षैतिज से कुछ कोण बनाते हुए जमीन से प्रक्षेपित किया जाता है। यदि अधिकतम ऊँचाई H पर बिन्दु P हो तो बिन्दु P से वह ऊँचाई ज्ञात करो, जिसको लक्ष्य बनाते हुए कण को इस प्रकार फेंका जाता है कि इसकी परास अधिकतम ऊँचाई के बराबर हो।

(A*) H (B) 2H (C) H/2 (D) 3H

Ans.

(A)

$$H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

Sol.

$$\tan \theta = \frac{y}{R/2}$$

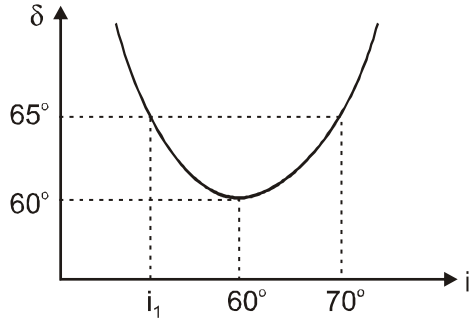
$$y = \frac{R}{2} \tan \theta$$

$$y = \frac{2u^2 \sin \theta \cos \theta}{2g} \times \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$y = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{g} = 2H$$

Height above from point p is 'H'.
 बिन्दु p से ऊँचाई 'H' है।

5. The angle of deviation (δ) vs angle of incidence (i) is plotted for a prism. Pick up the correct statements.
 एक प्रिज्म के लिए विचलन कोण " δ " तथा आपतन कोण " i " के बीच ग्राफ बनाया गया है। सही कथन चुनिये –



(A*) The angle of prism is 60°

प्रिज्म कोण 60° है।

(B*) The refractive index of the prism is $n = \sqrt{3}$

प्रिज्म का अपवर्तनांक $n = \sqrt{3}$ है।

(C*) For deviation to be 65° the angle of incidence $i_1 = 55^\circ$

65° विचलन के लिए आपतन कोण $i_1 = 55^\circ$ है।

(D) The curve of ' δ ' vs ' i ' is parabolic

' δ ' का ' i ' के साथ वक्र परवलय है।

Sol. $\delta = i + e - A$ (for minimum deviation $i = e$)

$\therefore$ minimum deviation $= 2i - A$

$\delta = i + e - A$ (न्यूनतम विचलन के लिए $i = e$)

$\therefore$ न्यूनतम विचलन $= 2i - A$

$60 = 2 \times 60 - A \Rightarrow \therefore A = 60^\circ$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + \delta_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{60 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} = \sqrt{3}$$

$\delta_1 = i_1 + e - A$

$65^\circ = i_1 + 70^\circ - 60^\circ$ or $i_1 = 55^\circ$

the δ versus i curve is not parabolic

वक्र परवलय नहीं है।

6. White light travelling in air is refracted by water
 वायु में जा रहा सफेद प्रकाश जल द्वारा अपवर्तित होता है –

(A*) It is possible that dispersion does not take place.

यह सम्भव है कि विक्षेपण न हो

(B) Dispersion necessarily takes place.

विक्षेपण अवश्य होगा

(C*) Red colour has highest speed in water

जल में लाल रंग की चाल सर्वाधिक है

(D*) If light is dispersed than violet colour undergoes maximum deviation.

यदि प्रकाश विक्षेपित होता है तो बैंगनी रंग का विचलन सर्वाधिक होता है।

Sol. (A) It is true when $i = 0$.

(C) By cauchy's formula $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$, medium has lowest ' n ' for red colour (out of all the colours in white

light)

$V = C/n$ $\therefore V$ is max. for red.

(D) $\delta = |i - r|$

$1 \times \sin i = n \sin r$

for violet, n is max $\therefore r$ is min. $\therefore \delta$ is max.

Sol. (A) यह $i = 0$ के लिए सत्य है।

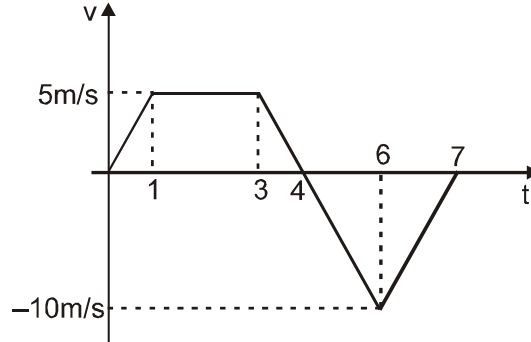
(C) कोच्चि के सूत्र $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$, से लाल रंग के लिए माध्यम का n न्यूनतम है। (श्वेत प्रकाश के सभी रंगों में से)

$V = C/n$ $\therefore$ लाल के लिए V अधिकतम है।

(D) $\delta = |i - r|$
 $1 \times \sin i = n \sin r$

बैंगनी के लिए n अधिकतम है $\therefore r$ न्यूनतम है $\therefore \delta$ अधिकतम है।

7. Velocity time graph of a particle which is moving rectilinearly is given below. Calculate सरल रेखा में गतिमान कण का वेग समय ग्राफ दर्शाया गया है। ज्ञात कीजिए।



(a) Distance travelled by particle in 7 sec.

कण द्वारा 7 sec. में तय दूरी

(b) Average acceleration of the particle in first 6 sec.

प्रथम 6 sec. में कण का औसत त्वरण।

Sol. (a) $s = \frac{1}{2} \times 5 (2 + 4) + \frac{1}{2} \times 3 \times 10$
 $s = 30 \text{ m}$

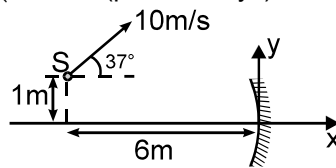
(b) Average acceleration in first 6 seconds is a

प्रथम 6 सैकण्ड में औसत त्वरण

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{-10 - 5}{6} = -\frac{5}{2} \text{ m/s}^2$$

8. A point source S is moving with a speed of 10 m/s in x-y plane as shown in the figure. The radius of curvature of the concave mirror is 4m. Determine the velocity vector of the image formed by paraxial rays.

चित्रानुसार एक बिन्दु स्रोत S, x-y तल में 10 m/s से गतिमान है, अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 4m है। आपतित प्रकाश किरणों को मुख्य अक्ष के समीप अर्थात् पराक्षिय (paraxial rays) मानते हुये प्रतिबिम्ब का वेग सदिश ज्ञात करें।



Sol. $u = -6\text{m}$, $f = -2\text{m}$ $\Rightarrow$ $v = -3\text{m}$

let the height of object be Y_o ,

then height of image is $Y_i = -\left(\frac{v}{u}\right) Y_o$.

$\therefore$ y-component of velocity of image $V_{iy} = \frac{dY_i}{dt}$

or $V_{iy} = \frac{V \cdot Y_o}{u^2} \left(\frac{du}{dt}\right) - \frac{Y_o}{u} \left(\frac{dv}{dt}\right) - \frac{v}{u} \left(\frac{dY_o}{dt}\right)$ (differentiating both sides)(A)

$\frac{du}{dt} = x$ - component of velocity of object = $10 \cos 37^\circ = 8 \text{ m/s}$

$$\frac{dv}{dt} = x - \text{component of velocity of image} = V_{ix} = - \left(\frac{v}{u} \right)^2 \frac{du}{dt} = -2 \text{ m/s}$$

$$\frac{dY_o}{dt} = Y - \text{component of velocity of object} = 10 \sin 37^\circ = 6 \text{ m/s}$$

$$(\text{from equation A}); V_{iy} = \frac{dY_i}{dt} = \frac{(-3)(1)}{(-6)^2} \cdot 8 - \frac{1}{(-6)} (-2) - \frac{(-3)}{(-6)} 6 = -4 \text{ m/s}$$

$$\therefore \vec{V}_i = V_{ix} \hat{i} + V_{iy} \hat{j} = -2 \hat{i} - 4 \hat{j}$$

$$u = -6 \text{ m}, f = -2 \text{ m} \Rightarrow v = -3 \text{ m}$$

माना वस्तु की ऊँचाई Y_o है।

$$\text{तब प्रतिबिम्ब की ऊँचाई } Y_i = - \left(\frac{v}{u} \right) Y_o \text{ है।}$$

$$\therefore \text{वस्तु के वेग का } y \text{ घटक } V_{iy} = \frac{dY_i}{dt}$$

$$\text{or } V_{iy} = \frac{V \cdot Y_o}{u^2} \left(\frac{du}{dt} \right) - \frac{Y_o}{u} \left(\frac{dv}{dt} \right) - \frac{v}{u} \left(\frac{dY_o}{dt} \right) \quad (\text{दोनों ओर अवकलन करने पर}) \quad \dots(A)$$

$$\frac{du}{dt} = \text{वस्तु के वेग का } x\text{-घटक} = 10 \cos 37^\circ = 8 \text{ m/s}$$

$$\frac{dv}{dt} = \text{प्रतिबिम्ब के वेग का } x\text{-घटक} = V_{ix} = - \left(\frac{v}{u} \right)^2 \frac{du}{dt} = -2 \text{ m/s}$$

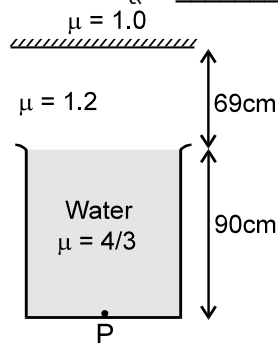
$$\frac{dY_o}{dt} = \text{वस्तु के वेग का } Y\text{-घटक} = 10 \sin 37^\circ = 6 \text{ m/s}$$

$$(\text{समीकरण A से}); V_{iy} = \frac{dY_i}{dt} = \frac{(-3)(1)}{(-6)^2} \cdot 8 - \frac{1}{(-6)} (-2) - \frac{(-3)}{(-6)} 6 = -4 \text{ m/s}$$

$$\therefore \vec{V}_i = V_{ix} \hat{i} + V_{iy} \hat{j} = -2 \hat{i} - 4 \hat{j}$$

9. A particle lies on the bottom of a tank T filled with water upto a height of 90 cm. The medium above the surface of water is of R.I. = 1.2 above which there is mirror M. Beyond the mirror M the region contains air ($\mu = 1$). The distance of the image formed by the mirror after reflection of the rays coming from P is _____ cm (w.r.t mirror).

90 cm ऊँचाई तक पानी से भरे टैंक में एक कण तली पर रखा है। पानी की सतह से ऊपर स्थित माध्यम का अपवर्तनांक 1.2 है। इसके ऊपर एक दर्पण M है, दर्पण के ऊपर स्थित माध्यम हवा ($\mu = 1$) है। P से आती हुई किरणों के परावर्तन के बाद दर्पण द्वारा निर्मित प्रतिबिम्ब की दूरी _____ है। (दर्पण के सापेक्ष)



[Ans. 150 cm]

Sol. For refraction at water surface, जल सतह पर अपवर्तन के लिये

$$u = -90 \text{ cm}$$

$$\mu_2 = 1.2$$

$$\mu_1 = 4/3$$

$$v = \frac{u \mu_2}{\mu_1} = -81 \text{ cm}$$

This image formed at $81 + 69 = 150$ cm below the mirror, after reflection from the mirror will form its new image 150 cm above it.

यह प्रतिबिम्ब दर्पण के $81 + 69 = 150$ cm पीछे बनता है अपवर्तन के बाद दर्पण से इसका नया प्रतिबिम्ब इससे 150 cm आगे बनेगा।

10. In column-I a point object 'O' an object and a mirror are shown in which one of them is moving with velocity v as shown in figure. Column-II gives the information about velocity of image at the given instant.

कॉलम-I में प्रदर्शित चित्र में एक बिन्दु वस्तु 'O' तथा एक दर्पण प्रदर्शित है जिनमें से कोई एक प्रदर्शित चित्र के अनुसार वेग ' v ' से गतिमान है। कॉलम-II में दिये गये क्षण के लिए प्रतिबिम्ब के वेग के लिए सुचना लिखी है।

Column-I	Column-II
(A)	(p) x-component of velocity of Image will be positive प्रतिबिम्ब के वेग का x-घटक धनात्मक होगा
(B)	(q) x-component of velocity of Image will be negative प्रतिबिम्ब के वेग का x-घटक ऋणात्मक होगा
(C)	(r) y-component of velocity of Image will be positive प्रतिबिम्ब के वेग का y-घटक धनात्मक होगा
(D)	(s) y-component of velocity of Image will be negative प्रतिबिम्ब के वेग का y-घटक ऋणात्मक होगा
	(t) Image will not move प्रतिबिम्ब गति नहीं करेगा

Ans. (A) – q,r ; (B) – P ; (C) – q,s ; (D)– p,r

Sol. In perpendicular direction of plane mirror velocity of image with respect to mirror is negative of velocity of object with respect to mirror.

In spherical mirror object and image travel in opposite direction parallel to the principal axis w.r.t. mirror. समतल दर्पण के समतल के अभिलम्ब की दिशा में दर्पण के सापेक्ष प्रतिबिम्ब का वेग, वस्तु के वेग का ऋणात्मक होता है। गोलीय दर्पण में, दर्पण के सापेक्ष वस्तु एवं प्रतिबिम्ब मुख्य अक्ष के समांतर एवं परस्पर विपरीत दिशा में चलते हैं।

DPP No. : B4 (JEE-Advanced)
Total Marks : 37
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.2 to Q.6
Comprehension ('-1' negative marking) Q.7 to Q.8
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.9 to Q.10
Max. Time : 26 min.
(3 marks, 2 min.) [03, 02]
(4 marks 2 min.) [20, 10]
(3 marks 2 min.) [06, 04]
(4 marks 5 min.) [08, 10]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B4

1. (D) 2. (A) (B)(C) 3. (A) (D) 4. (A)(B)(C) (D) 5. (A) (D)
6. (A) (B) (C) (D) 7. (A) (D) 8. (A) 9. $\frac{2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}}{\sqrt{29}}$ 10. 0.5 m

1. A particle is moving along a straight line. Its velocity varies as $v = 6 - 2t$ where v is in m/s and t in seconds. The difference between distance covered and magnitude of displacement in first 4 seconds is.
 एक कण सरल रेखा के अनुदिश गतिशील है। इसका वेग समय के साथ $v = 6 - 2t$ द्वारा दिया जाता है। यहाँ v , m/s में तथा t समय सेकण्ड में है। प्रथम 4 सेकण्ड में कण द्वारा तय दूरी तथा विस्थापन के परिमाण में अन्तर होगा।

- (A) 8 (B) 10 (C) 6 (D*) 2

Sol. Displacement विस्थापन $= \int_0^t v dt = \int_0^4 (6 - 2t) dt = 2m$

$$\text{Distance दूरी} = \int_0^4 |v| dt = \int_0^3 (6 - 2t) dt + \int_3^4 (2t - 6) dt = 10 m$$

$$\therefore \text{Distance - displacements दूरी-विस्थापन} = 10 - 8 = + 2$$

2. A particle moves along positive branch of the curve $y = \frac{x}{2}$, where $x = \frac{t^3}{3}$. {x is in meter t in sec}. Then:

(A*) The velocity of the particle at $t = 1$ sec. is $(\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j})$ m/s

(B*) The acceleration of the particle at $t = 1$ sec. is $(2\hat{i} + \hat{j})$ m/s²

(C*) The particle is speeding up at $t = 1$ sec.

(D) The particle is slowing down at $t = 1$ sec.

एक कण वक्र $y = \frac{x}{2}$, के धनात्मक भाग के अनुदिश गतिशील है। जहाँ $x = \frac{t^3}{3}$ है। {x मीटर में व t सेकण्ड में है} तब

(A*) $t = 1$ sec पर कण का वेग $(\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j})$ m/s है।

(B*) $t = 1$ sec पर कण का त्वरण $(2\hat{i} + \hat{j})$ m/s² है।

(C*) $t = 1$ sec पर कण की चाल बढ़ेगी

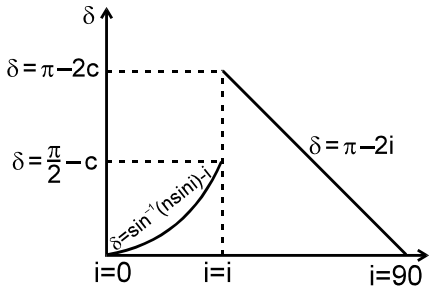
(D) $t = 1$ sec पर कण की चाल घटेगी

Sol. $v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{3t^2}{3} = t^2$
 $v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{t^2}{2}$
 at $t = 1$, पर $v_x = 1$,
 $v_y = \frac{1}{2}$, $\vec{v} = 1\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j}$
 $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 2t$
 $a_y = \frac{dv_y}{dt} = t$
 at $t = 1$ पर $\vec{a} = (2\hat{i} + \hat{j})$
 at $t = 1$ पर $\vec{a} \cdot \vec{v} = (2)(1) + \frac{1}{2}(1) = 2.5$
 > 0

Therefore, particle is speeding up. अतः कण की चाल बढ़ेगी

3. Which of the following is (are) correct.
 (A*) The image and object are never on opposite side of focus in a spherical mirror
 (B) A virtual image must be erect
 (C) An image formed in a plane mirror must have same speed as the object has
 (D*) Laws of reflection are same for all wave lengths.
 निम्न में से कौनसा/कौनसे कथन सत्य है।
 (A*) एक गोलीय दर्पण के लिए वस्तु एवं प्रतिबिम्ब फोकस के विपरीत ओर कभी नहीं होते हैं।
 (B) काल्पनिक प्रतिबिम्ब सीधा होना चाहिये
 (C) एक समतल दर्पण में बने प्रतिबिम्ब की चाल वस्तु की चाल के समान होनी चाहिए।
 (D*) परावर्तन के नियम सभी तरंगदैर्घ्य के लिए सत्य हैं।
4. Which of the following statements is/are correct about the refraction of light from a plane surface when light ray is incident in denser medium. [C is critical angle]
 जब किरण सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो प्रकाश किरण के समतल सतह से अपवर्तन के लिए कौनसे कथन सत्य हैं।
 [C क्रान्तिक कोण है]
 (A*) The maximum angle of deviation during refraction is $\frac{\pi}{2} - C$, it will be at angle of incidence is C.
 (B*) The maximum angle of deviation for all angle of incidences is $\pi - 2C$, when angle of incidence is slightly greater than C.
 (C*) If angle of incidence is less than C then deviation increases if angle of incidence is also increased.
 (D*) If angle of incidence is greater than C then angle of deviation decreases if angle of incidence is increased.
 (A*) अपवर्तन के दौरान अधिकतम विचलन कोण $\frac{\pi}{2} - C$ होगा, यह आपतन कोण C पर होगा।
 (B*) सभी आपतन कोणों के लिए अधिकतम विचलन कोण $\pi - 2C$ है, जब आपतन कोण C से थोड़ा सा ज्यादा है।
 (C*) यदि आपतन कोण C से कम हो तो आपतन कोण बढ़ाने पर विचलन कोण बढ़ेगा।
 (D*) यदि आपतन कोण C से ज्यादा हो तो आपतन कोण बढ़ाने पर विचलन कोण घटेगा।

Sol.



5. A point object is placed at 30 cm from a convex glass lens ($n = \frac{3}{2}$) of focal length 20 cm. The final image of object will be formed at infinity if :
- (A*) another concave lens of focal length 60 cm is placed in contact with the convex lens
- (B) another convex lens of focal length 60 cm is placed at 30 cm from the first lens
- (C) the convex lens is immersed in a liquid of refractive index $\frac{4}{3}$
- (D*) The convex lens is immersed in a liquid of refractive index $\frac{9}{8}$
- 20 cm फोकस दूरी व $n = \frac{3}{2}$ अपवर्तनांक के एक उत्तल लैन्स से 30 cm. दूरी पर एक बिन्दु बिम्ब रखा है। बिम्ब का अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनेगा यदि :
- (A*) 60 cm फोकस दूरी का एक अवतल लैन्स इस उत्तल लैन्स के सम्पर्क में रखा जाये ।
- (B) 60 cm फोकस दूरी का एक अन्य उत्तल लैन्स प्रथम लैन्स से 30 cm दूरी पर रखा जाये ।
- (C) उत्तल लैन्स को अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$ के द्रव में डुबोया जाये
- (D*) उत्तल लैन्स को अपवर्तनांक $\frac{9}{8}$ के द्रव में डुबोया जाये ।

Sol. Final image is formed at infinity if the combined focal length of the two lenses (in contact) becomes 30 cm or

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 60 \text{ cm}$$

i.e. when another concave lens of focal length 60 cm is kept in contact with the first lens

Similarly, let n be the refractive index of a liquid in which the focal length of the given lens becomes 30 cm. Then

$$\frac{1}{20} = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \dots\dots\dots(i)$$

$$= \frac{1}{30} = \left(\frac{3}{n} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \dots\dots\dots(ii)$$

From (i) & (ii)

$$n = \frac{9}{8}$$

Sol. अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है यदि सम्पर्क में रखे दो लैन्सों की संयुक्त फोकस दूरी 30 cm हो जाये या

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 60 \text{ cm}$$

अर्थात् जब 60 cm फोकस दूरी का एक अवतल लैन्स प्रथम लैन्स के सम्पर्क में रखा जाता है। इसी प्रकार n उस द्रव का अपवर्तनांक है जिसमें दिये गये लैन्सको रखने पर उसकी फोकस दूरी 30 cm. हो जाती है तो –

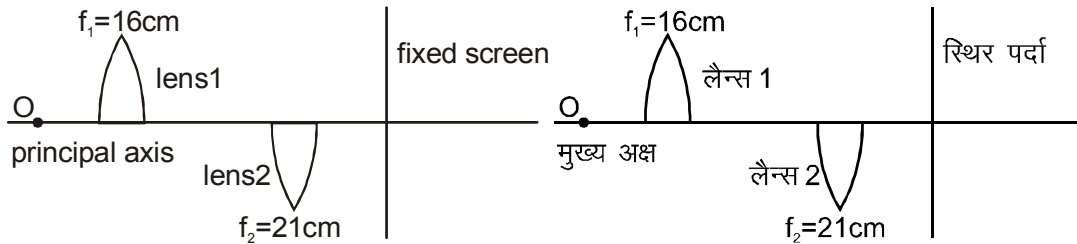
$$\frac{1}{20} = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \dots\dots\dots(i)$$

$$= \frac{1}{30} = \left(\frac{3}{n} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \dots\dots\dots(ii)$$

(i) व (ii) से

$$n = \frac{9}{8}$$

6. Two half convex lenses of focal lengths $f_1 = 16 \text{ cm}$ and $f_2 = 21 \text{ cm}$ respectively are placed such that their principal axes coincide. Both the lenses form image of a real point object O on a fixed screen as shown. The distance between object and screen is 100 cm. Then pick up the correct statement(s)
 $f_1 = 16 \text{ cm}$ तथा $f_2 = 21 \text{ cm}$ फोकस दूरी के दो अर्द्ध उत्तल लैन्सों को इस प्रकार रखा गया है कि उनकी मुख्य अक्ष संपाती है। दोनों लैन्स स्थिर पर्दे पर वास्तविक बिन्दु वस्तु O का प्रतिबिम्ब बनाते हैं। वस्तु तथा पर्दे के मध्य दूरी 100 सेमी. है तब सही कथन/कथनों का चयन कीजिये।



- (A*) The distance of lens1 from object O can be 20 cm
- (B*) The distance of lens 1 from object O can be 80 cm
- (C*) The distance of lens 2 from object O can be 30 cm
- (D*) The distance of lens 2 from object O can be 70 cm
- (A*) वस्तु O से लैन्स 1 की दूरी 20 cm हो सकती है।
- (B*) वस्तु O से लैन्स 1 की दूरी 80 cm हो सकती है।
- (C*) वस्तु O से लैन्स 2 की दूरी 30 cm हो सकती है।
- (D*) वस्तु O से लैन्स 2 की दूरी 70 cm हो सकती है।

Sol. From $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ से $\Rightarrow \frac{u-v}{uv} = \frac{1}{f}$

Let distance between object and image be $d = 100 \text{ cm}$.

माना वस्तु तथा बिम्ब के मध्य दूरी $d = 100 \text{ cm}$ है।

$$\therefore u - v = 100$$

$$\Rightarrow \frac{uv}{f} = 100 \text{ cm} \Rightarrow uv = 100 f$$

we can verify all relations are correct.

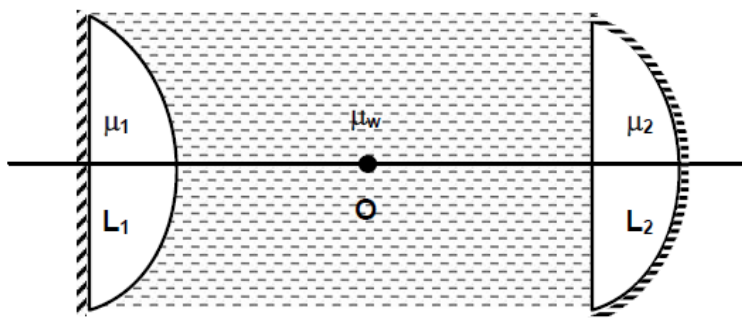
हम गणना कर सकते हैं कि सभी सम्बन्ध सत्य हैं।

Paragraph for Questions 7 and 8

प्रश्न 7 और 8 के लिए अनुच्छेद

A cylindrical tube filled with water ($\mu_w = 4/3$) is closed at its both ends by two thin silvered plano convex lenses as shown in the figure. Refractive index of lenses L_1 and L_2 are 2.0 and 1.5 while their radii of curvature are 5 cm and 9 cm respectively. A point object is placed some where at a point O on the axis of cylindrical tube. It is found that the object and image coincide each other.

एक बेलनाकार ट्यूब को पानी ($\mu_w = 4/3$) से भरकर दोनों सिरों पर दो पतले रजत लेपित समतल उत्तल लेन्सों के द्वारा चित्रानुसार बन्द करते हैं। L_1 तथा L_2 लेन्सों का अपवर्तनांक 2.0 तथा 1.5 है जबकि उनकी वक्रता त्रिज्याएँ क्रमशः 5 cm तथा 9 cm है। एक बिन्दु वस्तु बेलनाकार ट्यूब के अक्ष पर किसी एक बिन्दु O पर रखी गई है। यह पाया गया है कि वस्तु और प्रतिबिम्ब संपाती है।



7. The distance of object O from
 (A*) lens L_1 is 10 cm (B) lens L_2 is 10 cm (C) lens L_1 is 8 cm (D*) lens L_2 is 8 cm
 वस्तु O की दूरी
 (A*) लेंस L_1 से 10 cm है। (B) लेंस L_2 से 10 cm है। (C) लेंस L_1 से 8 cm है। (D*) लेंस L_2 से 8 cm है।

Sol. For Lens L_1 , ray must move parallel to the axis after refraction $\frac{\mu_1}{\infty} + \frac{\mu_w}{x} = \frac{\mu_1 - \mu_w}{R_1}$

लेन्स L_1 के लिए, किरण अपवर्तन के बाद अक्ष के समान्तर चलनी चाहिए। $\frac{\mu_1}{\infty} + \frac{\mu_w}{x} = \frac{\mu_1 - \mu_w}{R_1}$

For lens L_2 , image must form at centre of curvature of the curved surface after refraction through plane part.

$$\frac{\mu_2}{-R_2} + \frac{\mu_w}{x'} = 0$$

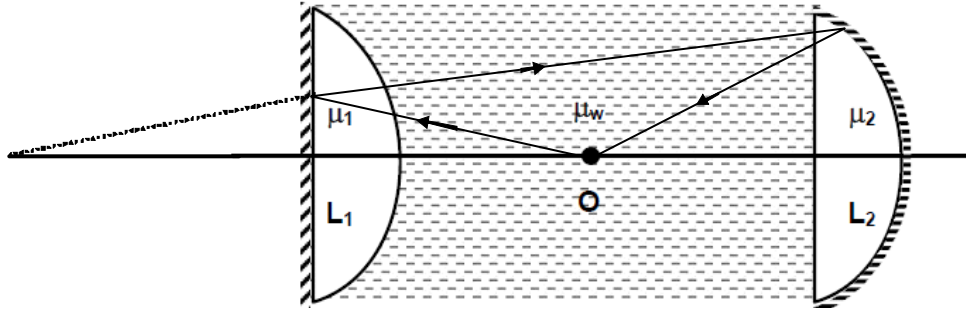
लेन्स L_2 के लिए, प्रतिबिम्ब अपवर्तन के बाद समतल भाग के द्वारा वक्र तल के वक्रता केन्द्र पर बनना चाहिए।

$$\frac{\mu_2}{-R_2} + \frac{\mu_w}{x'} = 0$$

$$\Rightarrow x' = 8 \text{ cm}$$

8. If $\mu_1 = \mu_2 = \mu_w$ then image after two reflection (once from each) will coincide with object if distance of O from (distance between two lenses remain same)
 (A*) L_1 is $9\sqrt{2}$ cm (B) L_2 is $9\sqrt{2}$ cm (C) L_1 is 9 cm (D) L_2 is 9 cm
 यदि $\mu_1 = \mu_2 = \mu_w$ है तब दो परावर्तन के बाद बना प्रतिबिम्ब (प्रत्येक से एक बार) वस्तु से संपाती होगा यदि O की दूरी (दोनों लेंसों के बीच की दूरी अपरिवर्तित रहती है)
 (A*) L_1 से $9\sqrt{2}$ cm है। (B) L_2 से $9\sqrt{2}$ cm है। (C) L_1 से 9 cm है। (D) L_2 से 9 cm है।

Sol. There will be no refraction at any surface
 वहाँ किसी सतह पर अपवर्तन नहीं होगा।



$$u = -(18 - x) \quad v = -(18 + x) \quad f = \frac{9}{2}$$

$$\text{From mirror formula (दर्पण सूत्र से)} = \frac{36}{324 - x^2} = \frac{2}{9} \Rightarrow x = 9\sqrt{2}$$

9. The vector along the incident ray on a mirror is $-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$. Considering the x-axis to be along the normal. Find the unit vector along the reflected ray.

एक दर्पण पर आपतित किरण के अनुदिश सदिश $-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ है। दर्पण का अभिलम्ब x- अक्ष के अनुदिश है। परावर्तित किरण के अनुदिश एकांक सदिश ज्ञात करो।

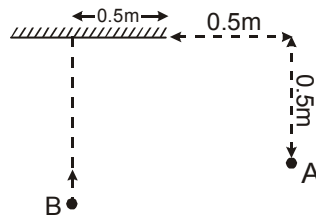
Ans. $\frac{2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}}{\sqrt{29}}$

Sol. Vector along the reflected ray परावर्तित किरण के अनुदिश सदिश $\Rightarrow 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$$\therefore \text{It's unit vector इसका इकाई सदिश} = \frac{2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}}{\sqrt{29}}$$

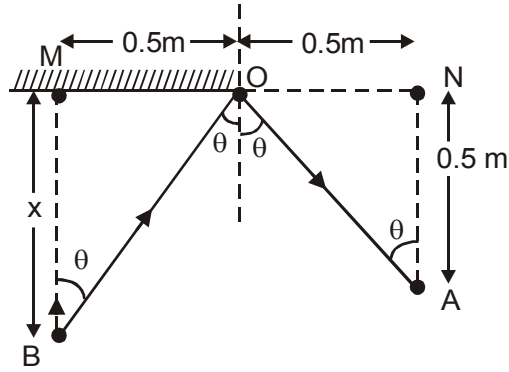
10. A man 'A' stands at the position shown in the figure and a second man 'B' approaches the mirror along the line perpendicular to it which passes through its centre. At what distance from the mirror will 'B' be at the moment when 'A' and 'B' first see each other in the mirror _____.

एक व्यक्ति 'A' चित्र में दर्शायी स्थिति पर खड़ा है। दूसरा व्यक्ति 'B' समतल दर्पण के केन्द्र से जाती लम्बवत् रेखा के अनुदिश दर्पण के निकट पहुँचता है। 'B' की दर्पण से वह दूरी क्या होगी जब 'A' व 'B' एक दूसरे को दर्पण में प्रथम बार देखेंगे _____



[Ans. 0.5 m]

Sol. When A and B first see each other ;
जब A तथा B पहले एक दूसरे को देखते हैं ;



As in Δ^s BMO and ANO
जैसा कि त्रिभुज BMO तथा ANO में

$$\tan \theta = \frac{0.5}{x} = 1$$

$$\therefore x = 0.5 \text{ m.}$$

DPP No. : B5 (JEE–Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.20

(3 marks 2 min.)

Max. Time : 40 min.

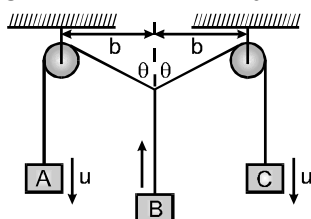
[60, 40]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B5

1. (B)	2. (B)	3. (A)	4. (C)	5. (C)	6. (C)	7. (C)
8. (A)	9. (A)	10. (D)	11. (D)	12. (D)	13. (B)	14. (B)
15. (A)	16. (A)	17. (A)	18. (D)	19. (D)	20. (C)	

1. In the figure shown the blocks A & C are pulled down with constant velocities u . Acceleration of block B is :

दिखाये गये चित्र में A तथा C ब्लॉकों को नियत वेग u से खींचा जाता है। ब्लॉक B का त्वरण होगा :



- (A) $\frac{u^2}{b} \tan^2 \theta \sec \theta$ (B*) $\frac{u^2}{b} \tan^3 \theta$ (C) $\frac{u^2}{b} \sec^2 \theta \tan \theta$ (D) zero शून्य

Sol. Let $v_B = v(\uparrow)$

$$u = v \cos \theta$$

$$\frac{du}{dt} = \frac{dv}{dt} \cos \theta - v \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{d}{dt} (b \cot \theta) = -v \therefore \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{b} \sin^2 \theta$$

Using (1)

$$0 = a_B \cos \theta - (v \sin \theta) \left(\frac{v \sin^2 \theta}{b} \right)$$

$$a_B = \frac{v^2 \sin^3 \theta}{b \cos \theta} = \left(\frac{u}{\cos \theta} \right)^2 \left(\frac{\sin^3 \theta}{b \cos \theta} \right)$$

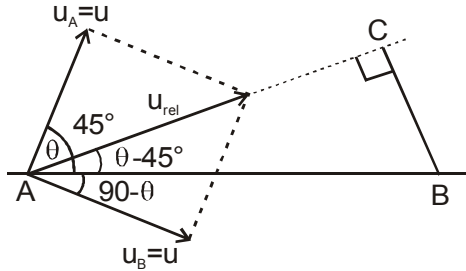
$$a_B = \frac{u^2 \tan^3 \theta}{b} \quad \text{Ans. (B)}$$

2. Two points, A and B, are located on the ground at a certain distance d apart. Two stones are launched simultaneously from points A and B with equal speeds but at different angles. Each stone lands at the launch point of the other. Knowing that one of the stone is launched at an angle $\theta > 45^\circ$ with the horizontal. Then the minimum distance between the stones during the flight will be:

दो बिन्दु A तथा B धरातल पर निश्चित दूरी d पर स्थित है। दो पत्थरों को A तथा B से समान चाल किन्तु भिन्न-भिन्न कोणों पर एक साथ प्रक्षेपित किया जाता है। प्रत्येक पत्थर दूसरे पत्थर के प्रक्षेपण बिन्दु पर गिरता है। यह ज्ञात है कि एक पत्थर क्षैतिज के साथ $\theta > 45^\circ$ कोण पर प्रक्षेपित किया गया तो दोनों पत्थरों के मध्य उड़ान के दौरान न्यूनतम दूरी होगी।

(A) $d \sin \theta$ (B*) $d \sin(\theta - 45^\circ)$ (C) $d \cos(\theta - 45^\circ)$ (D) $d \cos \theta$

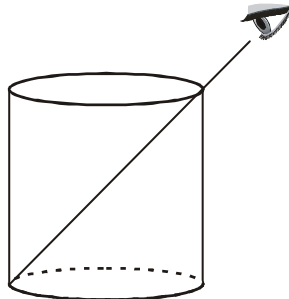
Sol. The velocity of stone projected from A relative to velocity of stone projected from B is as shown. A से प्रक्षेपित किये गये पत्थर का B से प्रक्षेपित पत्थर के सापेक्ष वेग चित्र में प्रदर्शित है।



$\therefore$ minimum distance (न्यूनतम दूरी) $BC = AB \sin(\theta - 45^\circ) = d \sin(\theta - 45^\circ)$

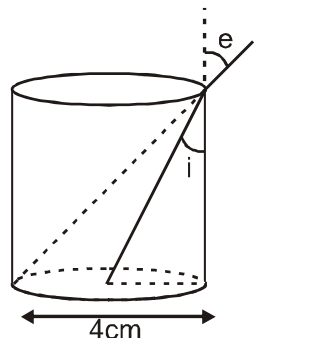
3. A glass beaker has diameter 4cm wide at the bottom. An observer observes the edge of bottom when beaker is empty as shown in figure. When the beaker is completely filled with liquid of refractive index $n = \sqrt{5/2}$, he can just see the centre of bottom, then the height of glass beaker is :

पेन्डे से 4cm चौड़ाई का काँच का एक बीकर चित्रानुसार एक प्रेक्षक प्रेक्षित करता है। इस स्थिति में बीकर खाली है। इस बीकर को $n = \sqrt{5/2}$ अपवर्तनांक के द्रव से पूरा भर देते हैं तो इसके केन्द्र को ठीक (just) देखा जा सकता है तो बीकर की ऊँचाई होगी।



(A*) 4 cm (B) $\sqrt{5/2}$ cm (C) 16 cm (D) None of these इनमें से कोई नहीं

Sol.

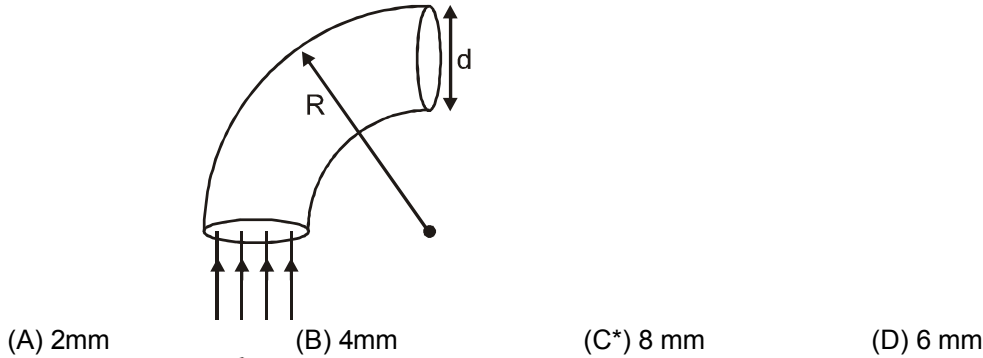


$$\frac{\sqrt{5}}{2} \sin i = 1 \sin e$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{5}}{2} \times \frac{2 \text{ cm}}{\sqrt{4 \text{ cm}^2 + h^2}} = 1 \times \frac{4 \text{ cm}}{\sqrt{16 \text{ cm}^2 + h^2}} \Rightarrow h = 4 \text{ cm}$$

4. A cylindrical optical fibre (quarter circular shape) of refractive index $n = 2$ and diameter $d = 4\text{mm}$ is surrounded by air. A light beam is sent into the fibre along its axis as shown in figure. Then the smallest outer radius R (as shown in figure) for which no light escapes during first refraction from curved surface of fibre is :

$n = 2$ अपवर्तनांक तथा $d = 4\text{mm}$ व्यास का एक बेलनाकार प्रकाशीक फाइबर (जिसका आकार चौथाई वृत्त है) हवा में रखा है। चित्रानुसार एक प्रकाशिक पुंज को फाइबर में अक्ष के अनुदिश भेजा जाता है तो बाहरी त्रिज्या R का न्यूनतम मान (चित्रानुसार) क्या होगा ताकि प्रकाश फाइबर की वक्रीय सतह से प्रथम अपवर्तन के दौरान बाहर नहीं निकले।



Sol.

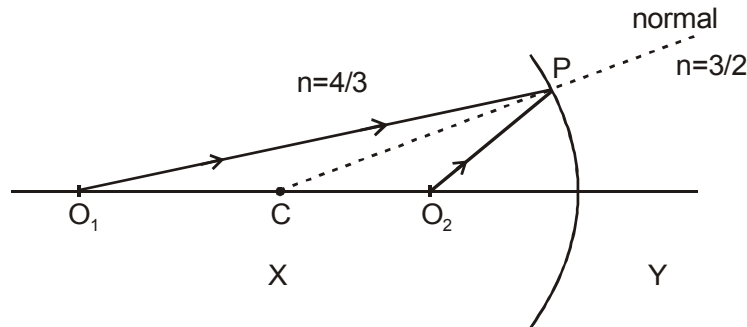
$$\begin{aligned} \theta_{\min} &> C \\ \sin \theta_{\min} &> \sin C \\ \frac{R-d}{R} &> \frac{1}{n} \\ \Rightarrow Rn - dn &> R \\ \Rightarrow R &> \frac{nd}{n-1} \\ R &> \frac{2.4\text{mm}}{2-1} \\ R &> 8\text{mm} \end{aligned}$$

5. A concave spherical surface of radius of curvature 10 cm separates two mediums X and Y of refractive indices $4/3$ and $3/2$ respectively. Centre of curvature of the surface lies in the medium X. An object is placed in medium X.

10 cm वक्रता त्रिज्या की एक गोलीय अवतल सतह, X तथा Y दो माध्यमों को विभाजित करती है जिनके अपवर्तनांक क्रमशः $4/3$ व $3/2$ हैं सतह का वक्रता केन्द्र माध्यम X में स्थित है। एक बिम्ब माध्यम X में रखा है।

- (A) Image is always real प्रतिबिम्ब हमेशा वास्तविक होगा।
 (B) Image is real if the object distance is greater than 90 cm. प्रतिबिम्ब वास्तविक होगा यदि बिम्ब की दूरी 90 cm से अधिक है।
 (C*) Image is always virtual प्रतिबिम्ब हमेशा आभासी होगा।
 (D) Image is virtual only if the object distance is less than 90 cm. प्रतिबिम्ब आभासी तभी होगा जबकि बिम्ब की दूरी 90 cm से कम हो।

- Sol.** Let there be two point objects O_1 and O_2 , Incident rays from O_1 and O_2 at point P shall both bend towards normal and hence the corresponding refracted rays shall intersect the principal axis in the left medium. Therefore image formed under given condition shall always be virtual.
माना कि O_1 तथा O_2 दो बिन्दु बिम्ब हैं। बिन्दु P पर O_1 तथा O_2 से आपतित किरणें, दोनों अभिलम्ब की ओर झुक जाती है इसलिये संगत अपवर्तित किरणें बांये माध्यम में मुख्य अक्ष पर प्रतिच्छेद करती है। इसलिये दी गई स्थिति में बना प्रतिबिम्ब हमेशा आभासी होगा।



6. Both ends of a solid cylindrical glass rod of diameter 10 cm are made hemispherical. When a luminous object is placed on axis of the rod at a distance 20 cm from one end its real image is obtained at a distance 40 cm from the other end. If refractive index of glass $\mu = 1.5$, then the length of the rod will be :
एक काँच ठोस बेलनाकार की छड़ जिसका व्यास 10 cm है, के दोनों सिरों को अर्द्धगोलीय आकार दिया गया है। जब एक सिरे से 20 cm दूरी पर एक प्रतिदिप्तीशील वस्तु छड़ की अक्ष पर रखी जाती है, जिसका वास्तविक प्रतिबिम्ब दूसरे सिरे से 40 cm की दूरी पर प्राप्त होता है। यदि काँच का अपवर्तनांक $\mu = 1.5$ है तो छड़ की लम्बाई होगी –
(A) 70 cm (B) 60 cm (C*) 50 cm (D) 40 cm

Sol.
$$\frac{1.5}{v_1} - \frac{1}{-20} = \frac{1.5 - 1}{+5}$$

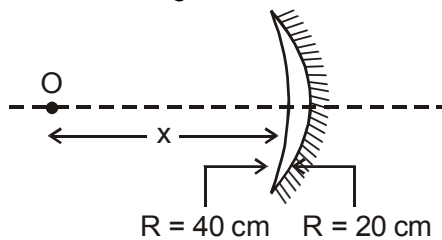
$$v_1 = +30$$

$$\frac{1}{40} - \frac{1.5}{u} = \frac{1 - 1.5}{-5}$$

$$u = -20 \text{ cm}$$

 So, $\ell = 50 \text{ cm}$.

7. Radii of curvature of a concavo-convex lens (refractive index = 1.5) are 40 cm (concave side) and 20 cm (convex side) as shown. The convex side is silvered. The distance x on the principal axis where an object is placed so that its image is created on the object itself, is equal to :
अवतलों-उत्तल लैन्स (अपवर्तनांक = 1.5) की वक्रता त्रिज्यायें दर्शाये अनुसार क्रमशः 40 सेमी. (अवतल तरफ) तथा 20 सेमी. (उत्तल तरफ) हैं। उत्तल भाग को चाँदी से लेपित किया गया है। मुख्य-अक्ष पर वस्तु को x दूरी पर रखा गया है जिससे प्रतिबिम्ब, स्वयं वस्तु पर ही बनता है। x का मान है –



- (A) 12 cm (B) 15 cm (C*) 16 cm (D) 24 cm

Sol.
$$\frac{1}{F_{\text{lens}}} = (1.5 - 1) \left[\frac{1}{-40} - \frac{1}{-20} \right] = \frac{1}{80}$$

$$F_{\ell} = 80 \text{ cm}$$

$$F_m = -\frac{20}{2} = -10 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{F_{\text{eq}}} = \frac{1}{f_m} - \frac{2}{f_{\ell}} = \frac{1}{-10} - \frac{2}{80}$$

$$f_{\text{eq}} = -8 \text{ cm}$$

 Hence object should be placed at $x = 16 \text{ cm}$, i.e. at the centre of curvature.

Sol. $\frac{1}{F_{\text{lens}}} = (1.5 - 1) \left[\frac{1}{-40} - \frac{1}{-20} \right] = \frac{1}{80}$

$F_{\ell} = 80 \text{ cm}$

$F_m = -\frac{20}{2} = -10 \text{ cm}$

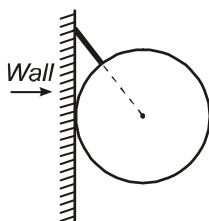
$\frac{1}{F_{\text{eq}}} = \frac{1}{f_m} - \frac{2}{f_{\ell}} = \frac{1}{-10} - \frac{2}{80}$

$f_{\text{eq}} = -8 \text{ cm}$

इसलिए प्रतिबिम्ब $x = 16$ सेमी. पर अर्थात् वक्रता केन्द्र पर रखा जाना चाहिये।

8. A uniform sphere of weight w and radius 3 m is being held by a string of length 2 m. attached to a frictionless wall as shown in the figure. The tension in the string will be:

चित्रानुसार w भार तथा 3 m त्रिज्या का समरूप गोला 2m लम्बी रस्सी के द्वारा घर्षणरहित दीवार के साथ लटका हुआ है। रस्सी में तनाव होगा।



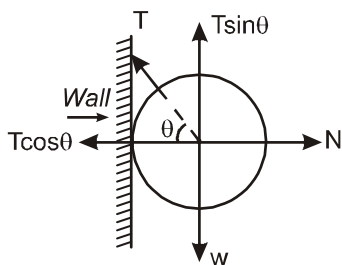
(A*) $5w/4$

(B) $15w/4$

(C) $15w/16$

(D) none of these इनमें से कोई नहीं

Sol.



From geometry :

$\cos\theta = \frac{3}{5}$

$\sin\theta = \frac{4}{5}$

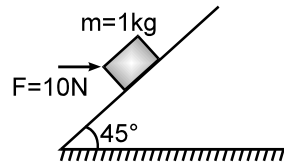
As sphere is at equilibrium,

$T \sin\theta = w$

$T \left(\frac{4}{5} \right) = w$

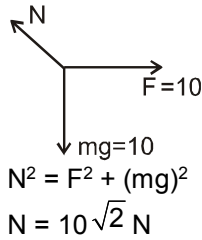
$T = \frac{5w}{4}$

9. A body of mass 1 kg lies on smooth inclined plane. The block of mass m is given force $F = 10 \text{ N}$ horizontally as shown. The magnitude of net normal reaction on the block is: ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
 एक वस्तु जिसका द्रव्यमान 1 kg है, चिकने झुके हुए समतल पर रखी है तथा इस पर $F = 10 \text{ N}$ का क्षैतिज बल चित्रानुसार लगाया जाता है तो ब्लॉक पर लगे कुल अभिलम्ब बल का परिमाण होगा –



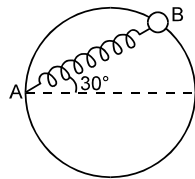
- (A*) $10\sqrt{2} \text{ N}$ (B) $\frac{10}{\sqrt{2}} \text{ N}$ (C) 10 N (D) none of these इनमें से कोई नहीं

Sol. F.B.D. of block (ब्लॉक का FBD)



10. A bead of mass m is attached to one end of a spring of natural length R and spring constant $k = \frac{(\sqrt{3} + 1) mg}{R}$. The other end of the spring is fixed at point A on a smooth vertical ring of radius R as shown in figure. The normal reaction at B just after it is released to move is

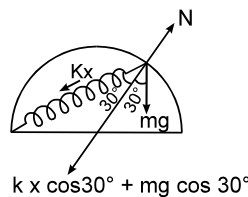
एक m द्रव्यमान का मनका R प्राकृतिक लम्बाई की स्प्रिंग के एक सिरे जिसका बल नियतांक $k = \frac{(\sqrt{3} + 1) mg}{R}$ से जोड़ा जाता है। स्प्रिंग का दूसरा सिरा चित्रानुसार चिकनी R त्रिज्या की ऊर्ध्वाधर वलय के बिन्दु A पर स्थिर (fixed) है। इसको (मनका) गति के लिए छोड़ने के तुरन्त बाद B पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल क्या होगा।



- (A) $\frac{mg}{2}$ (B) $\sqrt{3} mg$ (C) $3\sqrt{3} mg$ (D*) $\frac{3\sqrt{3} mg}{2}$

Sol.(D) The extension in spring is $x = 2R \cos 30^\circ - R = (\sqrt{3} - 1) R$

स्प्रिंग में प्रसार है $x = 2R \cos 30^\circ - R = (\sqrt{3} - 1) R$



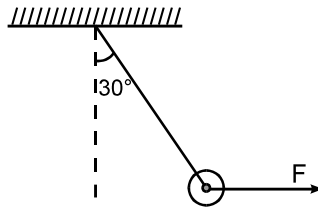
Applying Newton's second law to the bead normal to circular ring at point B
 मनका पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर जो बिन्दु B पर वृत्तीय वलय के अभिलम्ब है।

$$N = k(\sqrt{3} - 1) R \cos 30^\circ + mg \cos 30^\circ$$

$$= \frac{(\sqrt{3} + 1)}{R} mg (\sqrt{3} - 1) R \cos 30^\circ + mg \cos 30^\circ$$

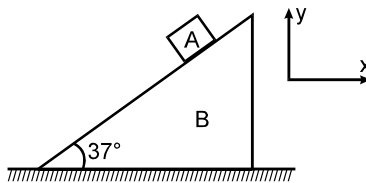
$$N = \frac{3\sqrt{3} mg}{2}$$

11. A heavy particle of mass 1kg is suspended from a massless string attached to a roof. A horizontal force F is applied to the particle such that in the equilibrium position the string makes an angle 30° with the vertical. The magnitude of the force F equals
- 1kg द्रव्यमान का एक भारी कण छत से जुड़ी द्रव्यमानहीन डोरी से लटका हुआ है। एक क्षैतिज बल F कण पर इस प्रकार लगाया जाता है कि साम्यावस्था में डोरी उर्ध्वाधर के साथ 30° का कोण बनाती है। बल F का परिमाण किसके बराबर है



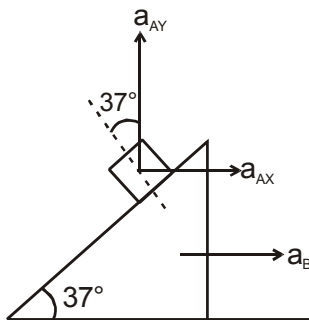
- (A) 10 N (B) $10\sqrt{3}$ N (C) 5 N (D*) $\frac{10}{\sqrt{3}}$ N

12. In the figure shown the acceleration of A is, $\vec{a}_A = 15\hat{i} + 15\hat{j}$ then the acceleration of B is: (A remains in contact with B)
- दर्शाये गए चित्र में A का त्वरण है, $\vec{a}_A = 15\hat{i} + 15\hat{j}$ तो B का त्वरण होगा : (A, B सम्पर्क में रहता है।)



- (A) $6\hat{i}$ (B) $-15\hat{i}$ (C) $-10\hat{i}$ (D*) $-5\hat{i}$

Sol.



From wedge constraint

वेज बंधन से

$$(a_A)_\perp = (a_B)_\perp$$

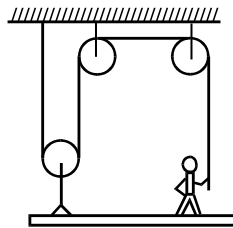
$$a_{AX} \cos 53^\circ - a_{AY} \cos 37^\circ$$

$$= a_B \cos 53^\circ$$

$$a_B = -5 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_B = -5\hat{i}$$

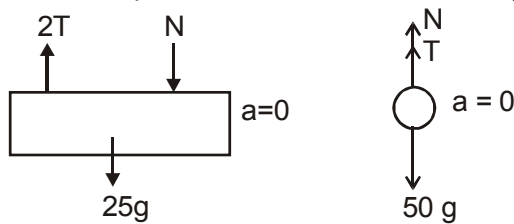
13. A 50kg person stands on a 25 kg platform. He pulls on the rope which is attached to the platform via the frictionless pulleys as shown in the fig. The platform moves upward at a steady rate if the force with which the person pulls the rope is :
 एक 50 kg का आदमी 25 kg के प्लेटफॉर्म पर खड़ा है। प्लेटफॉर्म तथा घर्षण रहित धिरनी से चित्रानुसार जुड़ी हुई रस्सी को वह खींचता है। प्लेटफॉर्म ऊपर की ओर नियत चाल से गति करता हो तो आदमी के द्वारा रस्सी को खींचने में लगाया गया बल होगा –



- (A) 500 N (B*) 250 N (C) 25 N (D) 50 N

Sol.

F.B.D. of man and platform व्यक्ति व प्लेटफॉर्म का मुक्त वस्तु रेखाचित्र



$$2T + N = 25g$$

$$N + T = 50g$$

$$3T = 750$$

$$T = 250 \text{ N}$$

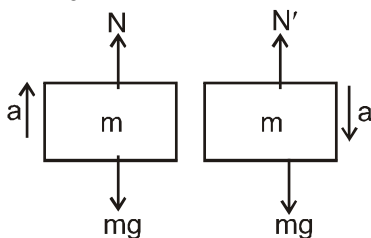
14. A man stands on a weighing machine kept inside a lift. Initially the lift is ascending with the acceleration 'a' due to which the reading is W. Now the lift descends with the same acceleration and reading is 10 % of initial. Find the acceleration of lift ?
 एक व्यक्ति एक लिफ्ट में रखी भार मशीन पर खड़ा है। प्रारम्भ में लिफ्ट ऊपर की ओर 'a' त्वरण से त्वरित है जिसके कारण पाठ्यांक W. है। अब लिफ्ट समान त्वरण से नीचे जाती है तो पाठ्यांक प्रारम्भ का 10 % है। लिफ्ट का त्वरण ज्ञात करो ?

(A) $\frac{9}{19} \text{ m/sec}^2$

(B*) $\frac{9g}{11} \text{ m/sec}^2$

(C) 0 m/sec^2

(D) $g \text{ m/sec}^2$



Sol.

$$N = m(g + a)$$

$$N' = m(g - a)$$

$$N' = \frac{10}{100} \times N$$

$$m(g - a) = \frac{m(g + a)}{10}$$

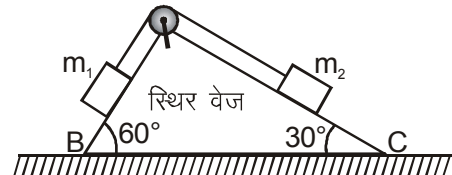
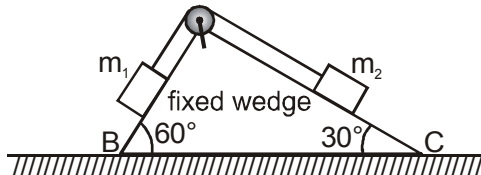
$$10g - 10a = g + a$$

$$9g = 11a \Rightarrow$$

$$a = \frac{9g}{11}$$

15. Two small masses m_1 and m_2 are at rest on a frictionless, fixed triangular wedge whose angles are 30° and 60° as shown. They are connected by a light inextensible string. The side BC of wedge is horizontal and both the masses are 1 metre vertically above the horizontal side BC of wedge. There is no friction between the wedge and both the masses. If the string is cut, which mass reaches the bottom of the wedge first? (Take $g = 10\text{m/s}^2$)

दो छोटे द्रव्यमान m_1 तथा m_2 चित्रानुसार घर्षणरहित स्थिर त्रिभुजाकार वेज जिसके कोण क्रमशः 30° व 60° हैं, पर विरामावस्था में रखे हुए हैं तथा हल्की अविस्तार्य डोरी द्वारा संयोजित हैं। वेज की भुजा BC क्षैतिज तथा दोनों द्रव्यमान क्षैतिज भुजा BC से 1 मीटर ऊर्ध्वाधर दूरी पर हैं। वेज तथा दोनों द्रव्यमानों के मध्य घर्षण अनुपस्थित है। यदि डोरी को काट दिया जाये तो कौनसा द्रव्यमान वेज के निचले सिरे पर पहले पहुँचेगा। ($g = 10\text{m/s}^2$)



- (A*) Mass m_1 reaches the bottom of the wedge first.
 (B) Mass m_2 reaches the bottom of the wedge first.
 (C) Both reach the bottom of the wedge at the same time.
 (D) It's impossible to determine from the given information.
 (A*) m_1 द्रव्यमान वेज के निचले सिरे पर पहले पहुँचेगा।
 (B) m_2 द्रव्यमान वेज के निचले सिरे पर पहले पहुँचेगा।
 (C) दोनों द्रव्यमान समान समय पर वेज के निचले सिरे पर पहुँचेंगे।
 (D) दी गई सूचना से यह निर्णय लेना असंभव है।

Sol. The vertical component of acceleration of mass 1 and mass 2 are

$$a_1 = g \sin^2 60^\circ, \quad a_2 = g \sin^2 30^\circ$$

since vertical displacement for both masses is 1m, the block with larger acceleration will reach the base of wedge first. Hence block of mass m_1 shall reach base of wedge first.

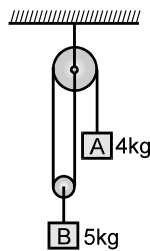
द्रव्यमान 1 तथा द्रव्यमान 2 के त्वरण का ऊर्ध्वाधर घटक

$$a_1 = g \sin^2 60^\circ, \quad a_2 = g \sin^2 30^\circ$$

चूँकि दोनों द्रव्यमानों का ऊर्ध्वाधर विस्थापन 1m है, अधिक त्वरण वाला द्रव्यमान पहले पहुँचेगा। अतः m_1 द्रव्यमान वेज के निचले सिरे पर पहले पहुँचेगा।

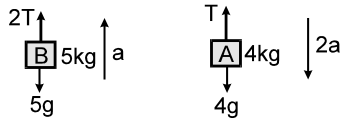
16. The acceleration of the blocks (A) and (B) respectively in situation shown in the figure is: (pulleys & strings are massless)

चित्र में दर्शायी गई स्थिति में गुटकों (A) व (B) के त्वरण हैं क्रमशः (घिरनियों व डोरियाँ द्रव्यमानहीन हैं)



- (A*) $\frac{2g}{7}$ downward, $\frac{g}{7}$ upward
 (B) $\frac{2g}{3}$ downward, $\frac{g}{3}$ upward
 (C) $\frac{10}{13}g$ downward, $\frac{5g}{13}$ upward
 (D) none of these
 (A*) $\frac{2g}{7}$ नीचे की ओर, $\frac{g}{7}$ ऊपर की ओर
 (B) $\frac{2g}{3}$ नीचे की ओर, $\frac{g}{3}$ ऊपर की ओर
 (C) $\frac{10}{13}g$ नीचे की ओर, $\frac{5g}{13}$ ऊपर की ओर
 (D) इनमें से कोई नहीं

Sol. The F.B.D. of block A and B are



from constraint, the acceleration of A & B are '2a' and 'a' respectively. Applying Newton's second law to blocks A and B, we get

$$4g - T = 4(2a) \quad \dots\dots(i)$$

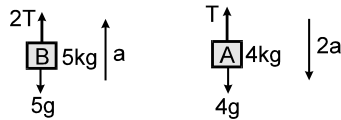
$$2T - 5g = 5(a) \quad \dots\dots(ii)$$

solving we get acceleration of A and B as $\frac{2g}{7}$ downward, $\frac{g}{7}$ upward respectively.

हल

(A)

गुटके A व B के मुक्त वस्तु रेखाचित्र हैं -



बाधित गति के कारण, A व B के त्वरण क्रमशः '2a' व 'a' हैं। गुटके A व B पर न्यूटन का द्वितीय नियम आरोपित करने पर हम पाते हैं,

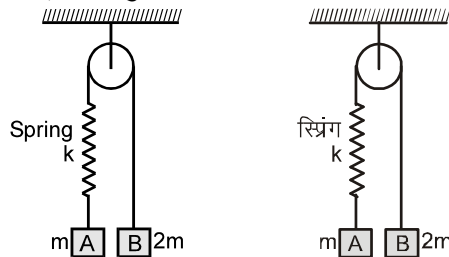
$$4g - T = 4(2a) \quad \dots\dots(i)$$

$$2T - 5g = 5(a) \quad \dots\dots(ii)$$

इनको हल करने पर हम पाते हैं A व B के त्वरण क्रमशः $\frac{2g}{7}$ नीचे की ओर व $\frac{g}{7}$, ऊपर की ओर है।

17. Two blocks A and B of masses m & 2m respectively are held at rest such that the spring is in natural length. Find out the accelerations of blocks A and B respectively just after release (pulley, string and spring are massless).

द्रव्यमान m व 2m के दो गुटके क्रमशः A व B विराम पर इस प्रकार रखे जाते हैं कि स्प्रिंग इसकी प्राकृतिक लम्बाई पर है। छोड़ने के तुरन्त पश्चात् दोनों गुटकों A व B के त्वरण क्रमशः होंगे (पूली, रस्सी, स्प्रिंग आदर्श है।)



(A*) $g \downarrow, g \downarrow$

(B) $\frac{g}{3} \downarrow, \frac{g}{3} \uparrow$

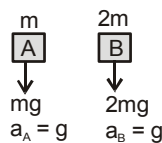
(C) 0, 0

(D) $g \downarrow, 0$

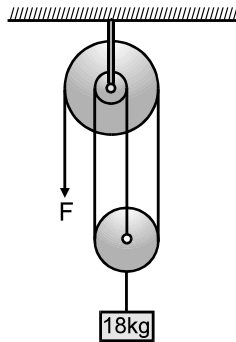
Sol.

In this case spring force is zero initially इस स्थिति में, प्रारम्भ में स्प्रिंग का बल शून्य है।

F.B.D. of A and B A व B के मुक्त वस्तु रेखाचित्र

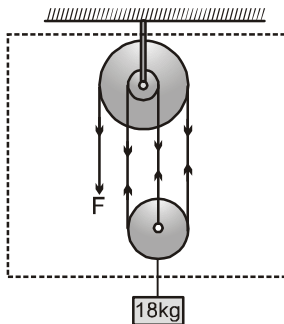


18. In the figure, at the free end of the light string, a force F is applied to keep the suspended mass of 18 kg at rest. Then the force exerted by the ceiling on the system (assume that the string segments are vertical and the pulleys are light and smooth) is: ($g = 10\text{ m/s}^2$)
 चित्र में लटके हुए 18 kg द्रव्यमान को स्थिर रखने के लिए लिये हल्की डोरी के मुक्त सिरे पर एक बल F लगाया जाता है। छत द्वारा निकाय पर लगाया गया बल है : (माना डोरी के सभी खण्ड उर्ध्वाधर है तथा घिरनियाँ हल्की व चिकनी हैं)



- (A) 60 N (B) 120 N (C) 180 N (D*) 240 N

Sol.



$$3F = 180$$

$$F = 60\text{ N}$$

$$T = 4F = 240\text{ N}$$

Force balance on system

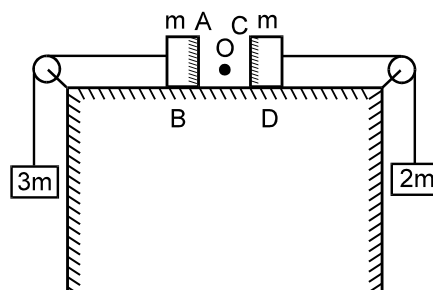
निकाय पर लगाया गया बल संतुलन है :

$$T = F + 180$$

$$T = 60 + 180 = 240\text{ N}$$

19. Two blocks each of mass m lie on a smooth table. They are attached to two other masses as shown in the figure. The pulleys and strings are light. An object O is kept at rest on the table. The sides AB & CD of the two blocks are made reflecting. The acceleration of two images formed in those two reflecting surfaces w.r.t. each other is:

दो ब्लॉक जिनका प्रत्येक का द्रव्यमान m है, घर्षणविहीन टेबल पर रखे हैं। उनको दो दूसरे द्रव्यमानों से चित्रानुसार बाँधा गया है। घिरनियाँ व रस्सीयाँ हल्की हैं। यदि वस्तु O टेबल पर स्थिर अवस्था में रखी है। ब्लॉक की सतह AB व CD को दो परावर्तित सतह बनाया गया है। इन दोनों सतहों पर बनने वाले दोनों प्रतिबिम्ब का एक दूसरे के सापेक्ष त्वरण है।



- (A) $5g/6$ (B) $5g/3$ (C) $g/3$ (D*) $17g/6$

Sol. Acceleration of block AB = $\frac{3mg}{3m+m} = \frac{3}{4}g$; acceleration of block CD = $\frac{2mg}{2m+m} = \frac{2g}{3}$

Acceleration of image in mirror AB
= 2 acceleration of mirror

= $2 \cdot \left(\frac{-3g}{4} \right) = \frac{-3}{2}g$

Acceleration of image in mirror CD = $2 \cdot \left(\frac{2g}{3} \right) = \frac{4g}{3}$

∴ Acceleration of the two image w.r.t. each other = $\frac{4g}{3} - \left(\frac{-3g}{2} \right) = \frac{17g}{6}$

हल ब्लॉक AB का त्वरण $\frac{3mg}{3m+m} = \frac{3}{4}g$; ब्लॉक CD का त्वरण = $\frac{2mg}{2m+m} = \frac{2g}{3}$

प्रतिबिम्ब का दर्पण AB में त्वरण

= 2 दर्पण का त्वरण

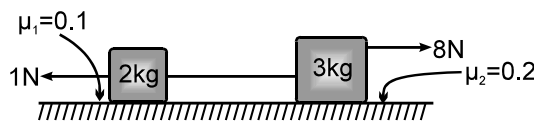
= $2 \cdot \left(\frac{-3g}{4} \right) = \frac{-3}{2}g$

दर्पण CD में प्रतिबिम्ब का त्वरण = $2 \cdot \left(\frac{2g}{3} \right) = \frac{4g}{3}$

∴ इसलिए दोनों प्रतिबिम्ब का एक दूसरे के सापेक्ष दर्पण = $\frac{4g}{3} - \left(\frac{-3g}{2} \right) = \frac{17g}{6}$

20. In the shown arrangement if f_1 , f_2 and T be the frictional forces on 2 kg block, 3kg block & tension in the string respectively, then their values are:

चित्रानुसार यदि f_1 , f_2 क्रमशः 2 kg तथा 3kg के ब्लॉक पर घर्षण बल हो तथा रस्सी में तनाव T हो तो इनके मान क्रमशः होंगे



(A) 2 N, 6 N, 3.2 N

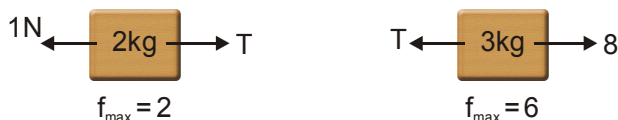
(C*) 1 N, 6 N, 2 N

(B) 2 N, 6 N, 0 N

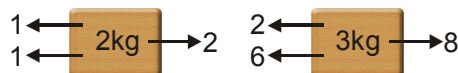
(D) data insufficient to calculate the required values.

(D) मान ज्ञात करने के लिए आँकड़े अपर्याप्त है।

Sol. (C) FBD



Net force without friction on system is '7N' in right side so first maximum friction will come on 3 kg block. घर्षण नहीं होने की स्थिति में निकाय पर 7N का बल दाहिनी ओर लगेगा इससे 3Kg के ब्लॉक पर पहले अधिकतम घर्षण आयेगा।



So $f_2 = 1 \text{ N}$, $f_3 = 6 \text{ N}$, $T = 2 \text{ N}$

अतः $f_2 = 1 \text{ N}$, $f_3 = 6 \text{ N}$, $T = 2 \text{ N}$

DPP No. : B6 (JEE-Advanced)

Total Marks : 35

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.1 to Q.3

Comprehension ('-1' negative marking) Q.4 to Q.6

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.7 to Q.8

Match the Following (no negative marking) Q.9

Max. Time : 28 min.

(4 marks 2 min.) [12, 06]

(3 marks 2 min.) [09, 06]

(4 marks 5 min.) [08, 10]

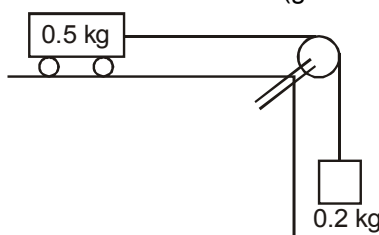
(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B6

- | | | | | |
|----------------|-------------------------|--------------------------|--|--------|
| 1. (A) (B) (C) | 2. (A)(B) | 3. (A) (C) (D) | 4. (B) | 5. (A) |
| 6. (D) | 7. $\frac{6\pi a^2}{5}$ | 8. $d = 4000 \text{ mm}$ | 9. (A) p, r (B) q, r (C) q, r (D) q, r | |

1. A cart of mass 0.5 kg is placed on a smooth surface and is connected by a string to a block of mass 0.2 kg. At the initial moment the cart moves to the left along a horizontal plane at a speed of 7 m/s. (Use $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

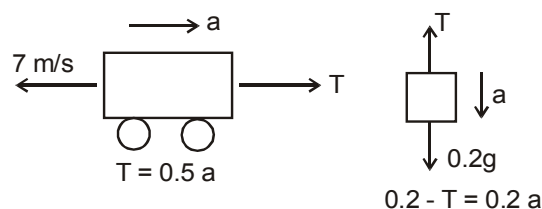
द्रव्यमान 0.5 किग्रा. की एक गाड़ी, 0.2 किग्रा. द्रव्यमान के पिण्ड से रस्सी द्वारा जुड़ी है, प्रारम्भ में गाड़ी चिकने क्षैतिज समतल पर बायीं ओर 7 मी./से. की चाल से गतिमान है ($g = 9.8 \text{ मी./से}^2$ लें)



- (A*) The acceleration of the cart is $\frac{2g}{7}$ towards right.
 (B*) The cart comes to momentary rest after 2.5 s.
 (C*) The distance travelled by the cart in the first 5s is 17.5 m.
 (D) The velocity of the cart after 5s will be same as initial velocity.

- (A*) गाड़ी का त्वरण $\frac{2g}{7}$ दायीं तरफ होगा।
 (B*) गाड़ी 2.5 सेकण्ड पश्चात् क्षणिक रुकेगी।
 (C*) पहले 5 सेकण्ड में गाड़ी द्वारा तय की गई दूरी 17.5 मी. है।
 (D) 5 सेकण्ड पश्चात् गाड़ी का वेग प्रारम्भिक वेग के समान होगा।

Sol.



$$\Rightarrow 0.2g = 0.7a \Rightarrow a = \frac{2g}{7} \text{ m/s}^2$$

For the case, it comes to rest when $V = 0$

उस स्थिति के लिए जब यह स्थिर होता है $V = 0$

$$0 = 7 + \left(-\frac{2g}{7}\right)t \Rightarrow t = \frac{49}{2g} = 2.5 \text{ s}$$

Distance travelled till it comes to rest

स्थिर अवस्था आने तक चली गई दूरी

$$0 = 7^2 + 2\left(-\frac{2g}{7}\right)s$$

$$S = 8.75 \text{ m}$$

So in next 2.5s, it covers 8.75 m towards right.

$$\text{Total distance} = 2 \times 8.75 = 17.5 \text{ m}$$

After 5s, its speed will be same as that of initial (7 m/s) but direction will be reversed.

अतः अगले 2.5 से. में यह दायीं ओर 8.75 मी. दूरी तय करेगा।

$$\text{कुल दूरी} = 2 \times 8.75 = 17.5 \text{ m}$$

5 से. पश्चात् इसकी चाल, प्रारम्भिक चाल (7 मी./से.) के बराबर होगी परन्तु दिशा विपरीत होगी।

2. There are two massless springs A and B of spring constant K_A and K_B respectively and $K_A > K_B$. If W_A and W_B be denoted as work done on A and work done on B respectively, then दो द्रव्यमान रहित स्प्रिंग A तथा B जिनके स्प्रिंग नियतांक क्रमशः K_A तथा K_B हैं, जहाँ $K_A > K_B$ है। यदि A तथा B पर किये जाने वाले कार्य क्रमशः W_A तथा W_B हों, तो

- (A*) If they are compressed to same distance, $W_A > W_B$
यदि दोनों को समान दूरी तक संपीडित किया जाये, $W_A > W_B$
- (B*) If they are compressed by same force (upto equilibrium state) $W_A < W_B$
यदि दोनों को समान बल से संपीडित किया जाये, (साम्यवस्था तक), $W_A < W_B$
- (C) If they are compressed by same distance, $W_A = W_B$
यदि दोनों को समान दूरी तक संपीडित किया जाये, $W_A = W_B$
- (D) If they are compressed by same force (upto equilibrium state) $W_A > W_B$
यदि दोनों को समान बल से संपीडित किया जाये (साम्यवस्था तक) $W_A > W_B$

Sol. If the springs are compressed to same amount :

यदि स्प्रिंगों को समान मात्रा में संपीडित किया जाता है

$$W_A = \frac{1}{2} K_A x^2 ; W_B = \frac{1}{2} K_B x^2 \quad K_A > K_B \Rightarrow W_A > W_B$$

If the springs are compressed by same force.

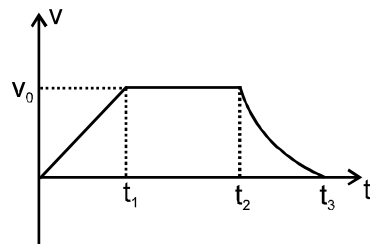
यदि स्प्रिंगों को समान बल द्वारा संपीडित किया जाता है।

$$F = K_A x_A = K_B x_B ; x_A = \frac{F}{K_A} ; x_B = \frac{F}{K_B} ; \quad \frac{W_A}{W_B} = \frac{\frac{1}{2} K_A \cdot \frac{F^2}{K_A^2}}{\frac{1}{2} K_B \cdot \frac{F^2}{K_B^2}} = \frac{K_B}{K_A}$$

Hence इसलिये, $W_A < W_B$

3. For a particle moving along a straight line velocity-time graph is shown. Which of the following is/are **incorrect** for motion from $t = 0$ to $t = t_3$.

सरल रेखा में गति करते हुए एक कण का वेग-समय ग्राफ चित्र में प्रदर्शित है। $t = 0$ से $t = t_3$ तक गति के लिए निम्न में से कौनसा/कौनसे असत्य है।



- (A*) Particle has changed its direction 2 time in its motion.
(B) Through-out the motion displacement is increasing.
(C*) Acceleration is always either positive or zero.

(D*) Total displacement is $\frac{3}{4}$ th of the distance travelled.

(A*) कण अपनी गति में 2 बार गति की दिशा को परिवर्तित करेगा।

(B) सम्पूर्ण गति में विस्थापन बढ़ रहा है।

(C*) त्वरण सदैव या तो धनात्मक होगा या शून्य होगा।

(D*) कुल विस्थापन तय की गई दूरी का $\frac{3}{4}$ वाँ होगा।

Sol. As area of v-t graph gives displacement and velocity is always positive, so particle is moving only in a direction and since velocity is decreasing, so acceleration is negative also and displacement = distance. v-t ग्राफ का क्षेत्रफल विस्थापन देता है तथा वेग सदैव धनात्मक होगा अतः कण केवल उसी दिशा में गति कर रहा है तथा वेग घट रहा है अतः त्वरण ऋणात्मक होगा तथा विस्थापन = दूरी

Comprehension # 1

अनुच्छेद # 1

The driver of a car travelling at a speed of 20 m/s, wishes to overtake a truck that is moving with a constant speed of 20 m s⁻¹ in the same lane. The car's maximum acceleration is 0.5 m s⁻². Initially the vehicles are separated by 40 m, and the car returns back into its lane after it is 40 m ahead of the truck. The car is 3 m long and the truck 17m long.

20 m/s की चाल से गतिशील कार का चालक, समान सड़क पर नियत चाल 20 m s⁻¹ से चल रहे ट्रक को पार करना चाहता है। कार का अधिकतम त्वरण 0.5 m s⁻² है। प्रारम्भ में दोनों वाहनों के बीच की दूरी 40 m है और कार, ट्रक को पार करके ट्रक से 40 m दूरी पर वापस उसकी लेन में आ जाती है। कार 3 मीटर लम्बी और ट्रक 17 मीटर लम्बा है।

4. Find the minimum time required for the car to pass the truck and return back to its lane?

कार द्वारा ट्रक को पार करके वापस उसके लेन में आने में कितना समय लगेगा?

(A) 10 second

(B*) 20 second,

(C) 15 second

(D) none of these.

5. What distance does the car travel during this time?

इस समय के दौरान कार कितनी दूरी चलेगी?

(A*) 500 m

(B) 600 m

(C) 200 m

(D) 300 m

6. What is the final speed of the car ?

कार की अन्तिम चाल क्या होगी?

(A) 40 m/s

(B) 20 m/s

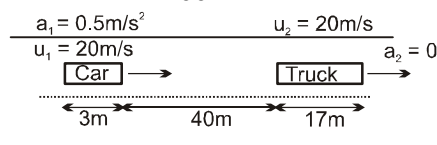
(C) 45 m/s

(D*) 30 m/s

Sol. 4. Displacement of car relative to truck

ट्रक के सापेक्ष कार का विस्थापन

$$x_r = 40 + 17 + 3 + 40 \\ = 100 \text{ m.}$$



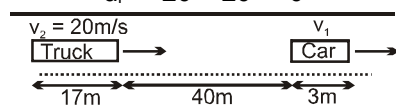
t = 0

Initilly प्रारम्भ में

Relative initial velocity between car and truck

कार और ट्रक का प्रारम्भिक सापेक्ष वेग

$$u_r = 20 - 20 = 0$$



t = t

Finally अन्ततः

Relative acceleration between car and truck

कार और ट्रक का सापेक्ष त्वरण

$$a_r = 0.5 - 0 = 0.5 \text{ m/s}^2$$

Let required time माना आवश्यक समय = t .

$\therefore$ II equation of motion अतः गति के द्वितीय समीकरण से

$$x_r = u_r \cdot t + \frac{1}{2} a_r \cdot t^2$$

$$\Rightarrow 100 = 0 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times t^2$$

$$\Rightarrow t = 20 \text{ sec.}$$

5. Distance travelled by car कार द्वारा तय दूरी

$$x_c = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 20 \times 20 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 20^2$$

$$= 500 \text{ m}$$

6. Final speed of the car कार की अन्तिम चाल

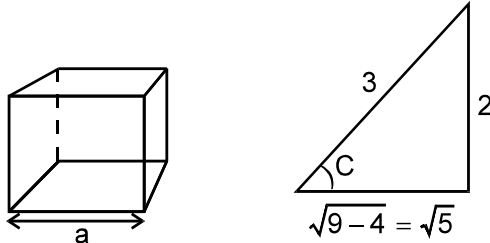
$$= u + at$$

$$= 20 + 0.5 \times 20 = 30 \text{ m/s.}$$

7. A transparent solid cube of side 'a' has refractive index $3/2$. A point source of light is embedded in it at its centre. Find the minimum area of the surface of the cube which must be painted black so that the source is not visible from outside.

एक पारदर्शी ठोस घन की भुजा 'a' है तथा अपवर्तनांक $3/2$ है। एक प्रकाश स्रोत इसके केन्द्र पर धँसा हुआ है। इस घन के न्यूनतम कितने सतह क्षेत्र को काला रंग किया जाना चाहिए ताकि यह स्रोत बाहर से दिखायी न दें।

Sol. On each side a circle of radius, $d \tan C$ is to be painted black.

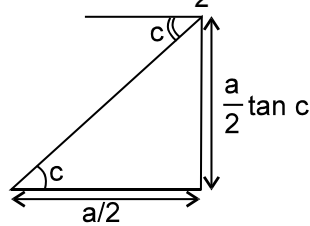


Here यहाँ $d = a/2$ & $\sin C = 2/3 = 1/a$.

Now the answer is अतः उत्तर है, $6 \times \pi (d \tan C)^2 = 6 \times \pi \cdot \frac{a^2}{4} \cdot \frac{4}{15} = \frac{6 \pi a^2}{5}$ **Ans.**

Extra Sol. On each side a circle of radius, $\frac{a}{2} \tan C$ is to be painted black.

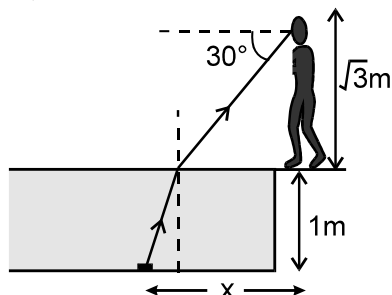
एक घन की प्रत्येक भुजा की त्रिज्या, $\frac{a}{2} \tan C$ है जो काली रंगी गई है।



$$\sin c = \frac{2}{3} ; \text{ area} = 6 \times \pi \left(\frac{a}{2} \tan c \right)^2 = \frac{6 \pi a^2}{5}$$

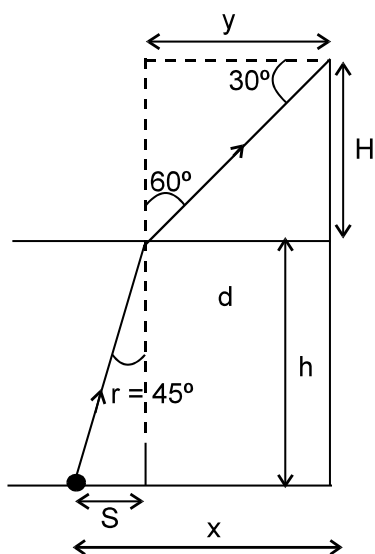
8. A man is standing at the edge of a 1m deep swimming pool, completely filled with a liquid of refractive index $\sqrt{3/2}$. The eyes of the man are $\sqrt{3}$ m above the ground. A coin located at the bottom of the pool appears to be at an angle of depression of 30° with reference to the eye of man. Then horizontal distance (represented by x in the figure) of the coin from the eye of the man is _____ mm.

एक व्यक्ति 1m गहरे तरण ताल के किनारे पर खड़ा है जिसमें $\sqrt{3/2}$ अपवर्तनांक का द्रव भरा है। व्यक्ति की आँखें पृथ्वी तल से $\sqrt{3}$ m ऊँचाई पर हैं, तरण ताल के पेंदे पर एक सिक्का व्यक्ति को 30° अवनमन कोण पर दिखाई देता है, व्यक्ति की आँख से सिक्के की क्षैतिज दूरी (चित्र में x द्वारा प्रदर्शित) (मिमी में) ज्ञात करो ?



Ans. $d = 4000$ mm

Sol.



$$\sin 60^\circ = \sqrt{\frac{3}{2}} \sin r \Rightarrow r = 45^\circ$$

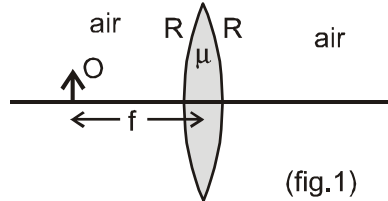
$$S = h = 1 \text{ m}$$

$$y = H \tan 60^\circ = 3 \text{ m}$$

$$\therefore x = S + y = 4 \text{ m} = 4000 \text{ mm}$$

9. An object O (real) is placed at focus of an equi-biconvex lens as shown in figure 1. The refractive index of lens is $\mu = 1.5$ and the radius of curvature of either surface of lens is R. The lens is surrounded by air. In each statement of column-I some changes are made to situation given above and information regarding final image formed as a result is given in column-II. The distance between lens and object is unchanged in all statements of column-I. Match the statements in column-I with resulting image in column-II.

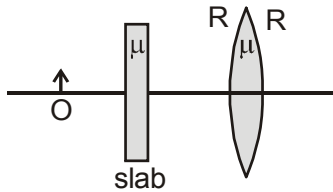
एक बिम्ब O (वास्तविक) चित्र-1 के अनुसार एक समद्विउत्तल (equi-biconvex) लेन्स के फोकस पर स्थित है। लेन्स का अपवर्तनांक $\mu = 1.5$ है तथा लेन्स के किसी भी सतह की वक्रता त्रिज्या R है। लेन्स वायु से घिरा हुआ है। स्तम्भ-I के प्रत्येक कथन में ऊपर दी गई स्थिति में कुछ परिवर्तन किये गये हैं तथा परिणामस्वरूप बनने वाले अन्तिम प्रतिबिम्ब से सम्बन्धित सूचनायें स्तम्भ-II में दी गई हैं। स्तम्भ-I के सभी कथनों में लेन्स तथा वस्तु (बिम्ब) के बीच दूरी अपरिवर्तित है। स्तम्भ-I में दिये गये कथनों को स्तम्भ-II में दिये गये परिणामी प्रतिबिम्बों से सुमेलित कीजिये।



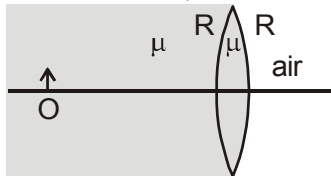
(fig.1)

Column-I

- (A) If the refractive index of the lens is doubled (that is, made 2μ) then
 (B) If the radius of curvature is doubled (that is, made $2R$) then
 (C) If a glass slab of refractive index $\mu = 1.5$ is introduced between the object and lens as shown, then

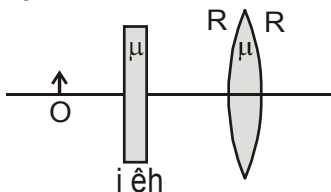


- (D) If the left side of lens is filled with a medium of refractive index $\mu = 1.5$ as shown, then



स्तम्भ-I

- (A) यदि लेन्स का अपवर्तनांक दुगुना किया जाता है (अर्थात् 2μ किया जाता है) तब
 (B) यदि वक्रता त्रिज्या दुगुनी की जाती है (अर्थात् $2R$ की जाती है) तब
 (C) यदि अपवर्तनांक $\mu = 1.5$ की काँच की पट्टी को बिम्ब तथा लेन्स के बीच चित्रानुसार रखा जाता है, तो



Column-II

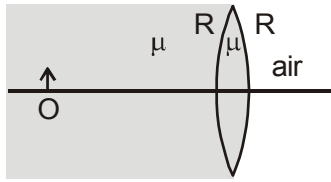
- (p) final image is real
 (q) final image is virtual
 (r) final image becomes smaller in size in comparison to size of image before the change was made
 (s) final image is of same size of object.

स्तम्भ-II

- (p) अन्तिम प्रतिबिम्ब वास्तविक होता है।
 (q) अन्तिम प्रतिबिम्ब आभासी होता है।
 (r) परिवर्तन करने के पहले के प्रतिबिम्ब के आकार की तुलना में अब अन्तिम प्रतिबिम्ब आकार में छोटा बनता है।

(D) यदि लेन्स के बांयी ओर अपवर्तनांक $\mu = 1.5$ का एक माध्यम चित्रानुसार भरा जाता है।

(s) अन्तिम प्रतिबिम्ब, बिम्ब के समान आकार का है



Ans.

(A) p, r (B) q, r (C) q, r (D) q, r

Sol.

Initially the image is formed at infinity.

- (A) As μ is increased the focal length decreases. Hence the object is at a distance larger than focal length. Therefore final image is real. Also final image becomes smaller in size in comparison to size of image before the change was made.
- (B) If the radius of curvature is doubled, the focal length decreases. Hence the object is at a distance lesser than focal length. Therefore final image is virtual. Also final image becomes smaller in size in comparison to size of image before the change was made.
- (C) Due to insertion of slab the effective object for lens shifts right wards. Hence final image is virtual. Also final image becomes smaller in size in comparison to size of image before the change was made.
- (D) The object comes to centre of curvature of right spherical surface as a result. Hence the final image is virtual. Also final image becomes smaller in size in comparison to size of image before the change was made.

(Tough) प्रारम्भ में प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है।

- (A) जब μ को बढ़ाया जाता है, तो फोकस दूरी घटती है। इसलिये बिम्ब फोकस दूरी से अधिक दूरी पर होगा। इसलिये अन्तिम प्रतिबिम्ब वास्तविक है। साथ ही परिवर्तन करने के पहले के प्रतिबिम्ब के आकार की तुलना में अन्तिम प्रतिबिम्ब आकार में छोटा बनता है।
- (B) यदि वक्रता त्रिज्या दुगुनी की जाती है, तो फोकस दूरी घट जाती है। इसलिये बिम्ब फोकस दूरी से कम दूरी पर होगा। इसलिये अन्तिम प्रतिबिम्ब आभासी होगा। साथ ही परिवर्तन करने के पहले के प्रतिबिम्ब के आकार की तुलना में अन्तिम प्रतिबिम्ब आकार में छोटा बनता है।
- (C) पट्टी के प्रवेश के कारण लेन्स के लिए प्रभावी बिम्ब दांयी ओर विस्थापित हो जाता है। इसलिये अन्तिम प्रतिबिम्ब आभासी होगा। साथ ही परिवर्तन करने के पहले के प्रतिबिम्ब के आकार की तुलना में अन्तिम प्रतिबिम्ब आकार में छोटा बनता है।
- (D) परिणामस्वरूप बिम्ब दांये गोलीय सतह के वक्रता केन्द्र पर आ जाता है। इसलिये प्रतिबिम्ब आभासी होगा। साथ ही परिवर्तन करने के पहले के प्रतिबिम्ब के आकार की तुलना में अन्तिम प्रतिबिम्ब आकार में छोटा बनता है।

DPP No. : B7 (JEE-Advanced)

Total Marks : 38

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.2

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.3 to Q.6

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.7 to Q.10

Max. Time : 32 min.

(3 marks 2 min.) [06, 04]

(4 marks 2 min.) [16, 08]

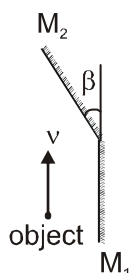
(4 marks 5 min.) [16, 20]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B7

1. (C) 2. (A) 3. (A) (C) 4. (B) (C) 5. (B) (D)
6. (B) (D) 7. 11 cm 8. 0.5 sec. 9. $t = 2 \text{ cm}$ 10. $\sqrt{3/2}$

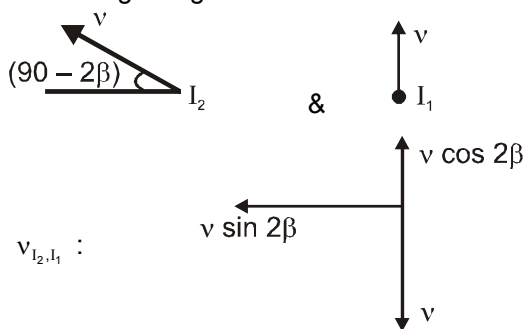
1. A object is moving with velocity v (w.r.t. earth) parallel to plane mirror M_1 . Another plane mirror M_2 makes an angle β with the vertical as shown in figure. Then velocity of image in mirror M_2 w.r.t. the image in M_1 is-

एक वस्तु पृथ्वी के सापेक्ष समतल दर्पण M_1 के समान्तर v वेग से गतिशील है। दूसरा समतल दर्पण M_2 ऊर्ध्वाधर से चित्रानुसार β कोण बनाता है। तब M_1 में प्रतिबिम्ब के सापेक्ष दर्पण M_2 में प्रतिबिम्ब का वेग है।

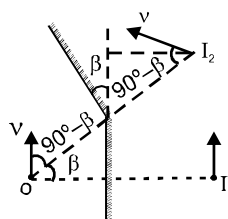


- (A) $2v \sin \beta$ (B) $v \cos 2\beta$ (C*) $2v \sin \beta$ (D) $v\sqrt{2}$

Sol. From image diagram प्रतिबिम्ब चित्र सें

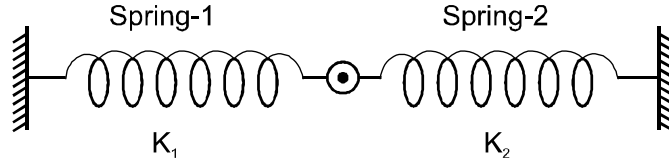


$$\Rightarrow v_{I_2, I_1} = \sqrt{(v - v \cos 2\beta)^2 + (v \sin 2\beta)^2} = 2v \sin \beta$$



2. Spring 1 has a natural length of 0.5 meter and force constant $K_1 = 25 \text{ N/m}$ and spring – 2 has a natural length of 1 meter and a force constant $K_2 = 10 \text{ N/m}$. They are joined together and their free ends are stretched so that the ends are fixed to the two walls 2 meter apart as shown in figure. The stretched lengths of the spring 1 and 2 at equilibrium are respectively : (springs are massless)

स्प्रिंग 1 की सामान्य लम्बाई 0.5 मीटर तथा बल नियतांक $k_1 = 25 \text{ N/m}$ है तथा स्प्रिंग – 2 की सामान्य लम्बाई 1 मीटर तथा बल नियतांक $k_2 = 10 \text{ N/m}$ है। इन दोनों को आपस में जोड़ा जाता है तथा इनके मुक्त सिरों को एक दूसरे से 2 मीटर दूरी पर स्थित दीवारों से जोड़ा जाता है। साम्य अवस्था पर स्प्रिंग 1 तथा 2 की विस्तारित लम्बाई क्रमशः होगी। (स्प्रिंग द्रव्यमानहीन है।)



- (A*) $\frac{9}{14} \text{ m}, \frac{19}{14} \text{ m}$ (B) $\frac{8}{14} \text{ m}, \frac{20}{14} \text{ m}$ (C) $\frac{7}{14} \text{ m}, \frac{21}{14} \text{ m}$ (D) $\frac{16}{14} \text{ m}, \frac{12}{14} \text{ m}$

Sol. As (चूंकि) $k_1 x_1 = k_2 x_2$

$$25x_1 = 10x_2 \Rightarrow x_2 = 2.5 x_1$$

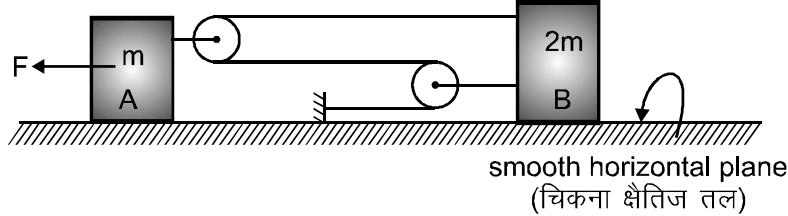
and (तथा) $x_1 + x_2 = 0.5$

$$\therefore x_1 = \frac{1}{7} \text{ and तथा } x_2 = \frac{5}{14}$$

Hence their stretched lengths are $x_1 + 0.5 = \frac{9}{14} \text{ met.}$ and $x_2 + 1 = \frac{19}{14} \text{ met}$

अतः खिंची हुई अवस्था में इसकी लम्बाईयों $x_1 + 0.5 = \frac{9}{14} \text{ met.}$ तथा $x_2 + 1 = \frac{19}{14} \text{ met}$

3. An external force 'F' is applied to a system of two blocks placed on a smooth surface as shown :
चित्रानुसार एक चिकने क्षैतिज तल पर रखे दो ब्लॉकों की निकाय पर एक बाह्य बल 'F' आरोपित किया जाता है :



(A*) Acceleration of block A is $\frac{9F}{17m}$

(B) Acceleration of block A is $\frac{9F}{20m}$

(C*) Acceleration of block B is $\frac{6F}{17m}$

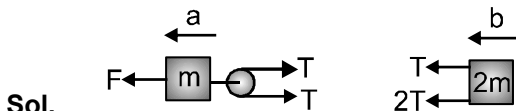
(D) Acceleration of block B is $\frac{7F}{20m}$

(A*) ब्लॉक A का त्वरण $\frac{9F}{17m}$ है।

(B) ब्लॉक A का त्वरण $\frac{9F}{20m}$ है।

(C*) ब्लॉक B का त्वरण $\frac{6F}{17m}$ है।

(D) ब्लॉक B का त्वरण $\frac{7F}{20m}$ है।



Sol.

$$F - 2T = ma \quad \dots\dots(i)$$

$$3T = 2mb \quad \dots\dots(ii)$$

$$2a = 3b \quad \dots\dots(iii)$$

By considered, हल करने पर

$$a = \frac{9F}{17m} \quad b = \frac{6F}{17m}$$

4. An air India flight made an emergency landing with its wheel locked, due to locked wheels, horizontal component of acceleration is $a = -B_0 + B_1t$ from touch down at $t = 0$, until the plane comes to rest at $t = t_0$, $B_0 > 0$ and $B_1 > 0$. Then which of following options is/are correct ?

एक भारतीय वायुयान जाम (locked) पहियों के साथ आपातकालीन स्थिति में उतरता है, इसके जाम पहियों के कारण, पहियों के सम्पर्क समय $t = 0$ से वायुयान के विरामावस्था में आने में लगे समय $t = t_0$ तक, त्वरण का क्षैतिज घटक $a = -B_0 + B_1t$ आरोपित होता है, $B_0 > 0$ तथा $B_1 > 0$ है। तब निम्न में से कौनसा/कौनसे विकल्प सही है ?

(A) Horizontal speed of plane at $t = 0$ when it first touched down is B_0t_0

(B*) Horizontal speed of plane at $t = 0$ when it first touched down is $B_0t_0 - \frac{B_1t_0^2}{2}$

(C*) Distance traveled by plane from $t = 0$ to $t = t_0$ is $\frac{B_0t_0^2}{2} - \frac{B_1t_0^3}{3}$.

(D) Distance traveled by plane from $t = 0$ to $t = t_0$ is $B_0t_0^2 - \frac{B_1t_0^3}{3}$

(A) $t = 0$ पर वायुयान की क्षैतिज चाल B_0t_0 है, जब यह सतह से प्रथम बार सम्पर्क में आता है।

(B*) $t = 0$ पर वायुयान की क्षैतिज चाल $B_0t_0 - \frac{B_1t_0^2}{2}$ है, जब यह सतह से प्रथम बार सम्पर्क में आता है।

(C*) $t = 0$ से $t = t_0$ तक वायुयान द्वारा तय की गई दूरी $\frac{B_0t_0^2}{2} - \frac{B_1t_0^3}{3}$ है।

(D) $t = 0$ से $t = t_0$ तक वायुयान द्वारा तय की गई दूरी $B_0t_0^2 - \frac{B_1t_0^3}{3}$ है।

Sol. $a = -B_0 + B_1t$

$$\int_{V_0}^V dV = \int_0^t B_0 dt + B_1 \int_0^t t dt$$

$$V = -B_0t + \frac{B_1t^2}{2} + V_0 \quad \dots\dots\dots(i)$$

At stop रुकने पर : $V = 0$, $t = t_0$ then तब

$$V_0 = B_0t_0 - \frac{B_1t_0^2}{2}$$

Now अब

$$\frac{dx}{dt} = -B_0t + \frac{B_1t^2}{2} + V_0$$

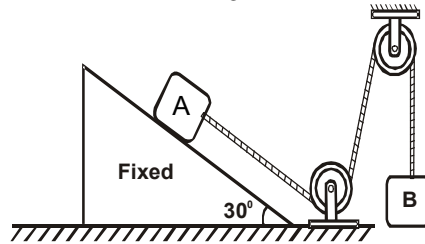
$$\int_0^x dx = \int_0^t \left(-B_0t + V_0 + \frac{B_1t^2}{2} \right) dt$$

$$x = \frac{-B_0t^2}{2} + V_0t + \frac{B_1t^3}{6}$$

$$\text{but लेकिन } t = t_0 \text{ and तथा } V_0 = B_0t_0 - \frac{B_1t_0^2}{2}$$

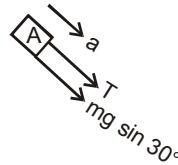
$$x = \frac{B_0t_0^2}{2} - \frac{B_1t_0^3}{3}$$

5. Two blocks A and B of equal mass m are connected through a massless string and arranged as shown in figure. The wedge is fixed on horizontal surface. Friction is absent everywhere. When the system is released from rest.
- बराबर द्रव्यमान m के दो ब्लॉक A तथा B एक द्रव्यमानहीन डोरी से जुड़े हुए हैं तथा दिखाये चित्रानुसार व्यवस्थित है। वेज क्षैतिज सतह पर स्थिर है। घर्षण हर जगह अनुपस्थित है। जब निकाय को विराम से छोड़ा जाता है –



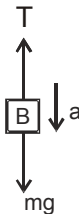
- (A) tension in string is $\frac{mg}{2}$ डोरी में तनाव $\frac{mg}{2}$ है।
 (B*) tension in string is $\frac{mg}{4}$ डोरी में तनाव $\frac{mg}{4}$ है।
 (C) acceleration of A is $g/2$ A का त्वरण $g/2$ है।
 (D*) acceleration of A is $\frac{3}{4}g$ A का त्वरण $\frac{3}{4}g$ है।

Sol. Let a be acceleration of system and T be tension in, the string.
 F.B.D of block A
 $mg \sin 30^\circ + T = ma$



$$\frac{mg}{2} + T = ma \quad \dots (i)$$

F.B.D of block B



$$mg - T = ma \quad \dots (ii)$$

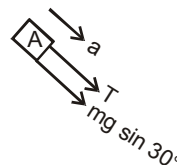
Adding equation (i) & (ii); we get

$$2ma = \frac{3mg}{2} \Rightarrow a = \frac{3}{4}g$$

from equation (i);

$$T = \frac{mg}{4}$$

हल माना निकाय का त्वरण a है तथा डोरी में तनाव T है।
 ब्लॉक A का मुक्त वस्तु चित्र



$$mg \sin 30^\circ + T = ma$$

$$\frac{mg}{2} + T = ma \quad \dots (i)$$

ब्लॉक B का मुक्त वस्तु चित्र

$$mg - T = ma \quad \dots (ii)$$

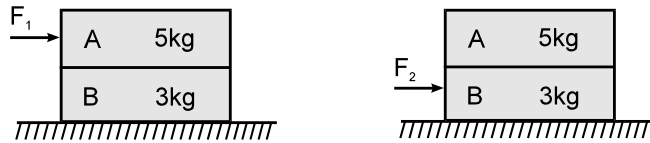
समीकरण (i) व (ii); को जोड़ने पर, हम प्राप्त करते हैं

$$2ma = \frac{3mg}{2} \Rightarrow a = \frac{3}{4}g$$

समीकरण (i); $T = \frac{mg}{4}$

6. A block A (5 kg) rests over another block B (3 kg) placed over a smooth horizontal surface. There is friction between A and B. A horizontal force F_1 gradually increasing from zero to a maximum is applied to A so that the blocks move together without relative motion. Instead of this another horizontal force F_2 , gradually increasing from zero to a maximum is applied to B so that the blocks move together without relative motion. Then

5 kg का एक ब्लॉक चिकनी सतह पर रखे अन्य 3 kg के ब्लॉक पर रखा है। A तथा B के बीच घर्षण है। ब्लॉक A पर एक क्षैतिज बल F_1 धीरे-धीरे शून्य से महत्तम तक बढ़ाते हुए लगाते हैं, जिससे दोनों ब्लॉक बिना आपेक्षिक गति के साथ-साथ चलते हैं। अब एक अन्य क्षैतिज बल F_2 धीरे-धीरे शून्य से महत्तम तक बढ़ाते हुए ब्लॉक B पर लगाते हैं जिससे दोनों ब्लॉक बिना आपेक्षिक गति के साथ चलते हैं। तब –



(A) $F_1(\text{max}) = F_2(\text{max})$

(C) $F_1(\text{max}) < F_2(\text{max})$

(A) $F_1(\text{महत्तम}) = F_2(\text{महत्तम})$

(C) $F_1(\text{महत्तम}) < F_2(\text{महत्तम})$

(B*) $F_1(\text{max}) > F_2(\text{max})$

(D*) $F_1(\text{max}) : F_2(\text{max}) = 5 : 3$

(B*) $F_1(\text{महत्तम}) > F_2(\text{महत्तम})$

(D*) $F_1(\text{max}) : F_2(\text{max}) = 5 : 3$

Sol. (B,D) Case I : स्थिति I

Since, no relative motion : अतः कोई सापेक्ष गति नहीं है

$$a = \frac{F_1 - F_f}{5} = \frac{F_f}{3} \Rightarrow F_1(\text{max}) = \frac{8}{3}F_f$$

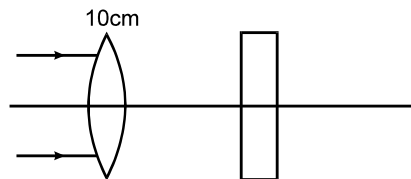
Case II : स्थिति II

$$a = \frac{F_f}{5} = \frac{F_2 - F_f}{3} \Rightarrow F_2(\text{max}) = \frac{8}{5}F_f$$

Clearly स्पष्ट है ; $F_1(\text{अधिकतम}) > F_2(\text{अधिकतम})$ तथा $\frac{F_1(\text{अधिकतम})}{F_2(\text{अधिकतम})} = \frac{5}{3}$

7. A parallel beam of light is incident on a lens of focal length 10 cm. A parallel slab of refractive index 1.5 and thickness 3 cm is placed on the other side of the lens. Find the distance of the final image from the lens.

फोकस दूरी 10 cm के लेंस पर समानान्तर किरण पुंज आपतित होता है। लेंस के दूसरी तरफ 1.5 अपवर्तनांक और 3 cm मोटाई की समान्तर पट्टी रख दी जाती है। लेंस से अंतिम प्रतिबिम्ब की दूरी बताओं।



Sol. As rays are parallel to the principal axis, image is created by lens at the focus. By placing of glass-slab,

$$\text{Shift} = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right)t$$

$$= \left(1 - \frac{1}{1.5}\right)3 = 1 \text{ cm.}$$

Irrespective of separation,

Image is shifted to the right by 1 cm.

Total distance from lens $10 + 1 = 11 \text{ cm}$

Ans.

चूंकि किरण निर्देशित अक्ष के समान्तर है लेंस के द्वारा प्रतिबिम्ब फोकस पर बनता है ग्लास पट्टिका के रखने से

$$\text{स्थानान्तरण} = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \cdot t = \left(1 - \frac{1}{1.5}\right) 3 = 1 \text{ cm.}$$

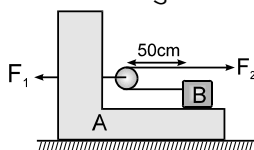
दूरी की परवाह किये बिना

प्रतिबिम्ब 1 cm से दांयी ओर स्थानान्तरित होता है।

लेंस से कुल दूरी $10 + 1 = 11 \text{ cm}$

8. A 1 kg block 'B' rests as shown on a bracket 'A' of same mass. Constant forces $F_1 = 20 \text{ N}$ and $F_2 = 8 \text{ N}$ start to act at time $t = 0$ when the distance of block B from pulley is 50 cm. Time when block B reaches the pulley is _____. (Assume that friction is absent everywhere. Pulley and string are light).

एक 1 किग्रा. द्रव्यमान का ब्लॉक 'B' समान द्रव्यमान के ब्लॉक 'A' पर स्थिर रखा है $t = 0$ पर बल $F_1 = 20 \text{ N}$ तथा $F_2 = 8 \text{ N}$ लगाये जाते हैं इस समय ब्लॉक B की पुली से दूरी 50 cm है तो ब्लॉक B कितने समय में पुली तक पहुंचेगा _____ (यह मानिए कि सभी जगह घर्षण अनुपस्थित है। पुली तथा रस्सी हल्की है)



[Ans: 0.5 sec.]

Sol.



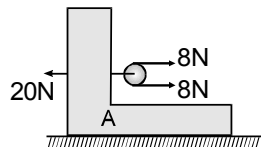
$$\therefore a_B = \frac{8}{1} = 8$$

$$\therefore a_A = \frac{20 - 16}{1} = 4$$

$$\therefore a_{\text{rel}} = 8 - 4 = 4$$

$$\therefore S_{\text{rel}} = \frac{1}{2} a_{\text{rel}} t^2$$

$$\therefore t = 0.5 \text{ sec.}$$



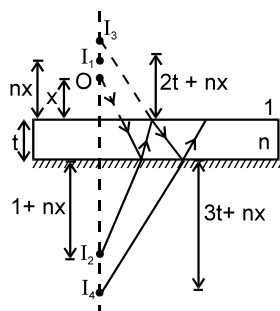
9. An object lies in front of a thick parallel glass slab, the bottom of which is polished. If the distance between first two images formed by bottom surface is 4cm then find the thickness of the slab. [Assume $n_{\text{glass}} = 3/2$ and paraxial rays]

एक वस्तु मोटी समानान्तर ग्लास पट्टिका के सामने रखी है जिसका निचला भाग पॉलिश किया गया है। यदि नीचे वाली सतह द्वारा बनाये गये पहले दो प्रतिबिम्ब के बीच की दूरी 4cm है तो ग्लास की मोटाई है। [यह मानते हुए $n_{\text{glass}} = 3/2$ और पराक्षीय किरणें]

Sol.

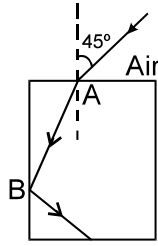
The figure shows the image formation

चित्र अलग-अलग स्थितियों में प्रतिबिम्ब का बनना दर्शाता है।



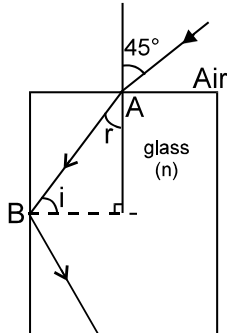
in different steps. Given $2t = 4 \Rightarrow t = 2 \text{ cm}$ Ans.

10. A ray of light is incident from air to a glass rod at point A the angle of incidence being 45° . The minimum value of refractive index of the material of the rod so that T.I.R. takes place at B is _____.
 हवा से एक प्रकाश किरण काँच की छड़ में बिन्दु A पर 45° आपतन कोण पर गिरती है। पदार्थ के अपवर्तनांक का वह न्यूनतम मान जिसके लिये बिन्दु B पर पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हो, _____ होगा।



[Ans. $\sqrt{3/2}$]

Sol.



For TIR at B, the angle of incidence $i > c$

$$\& \quad r + i = 90 \Rightarrow i = 90 - r$$

by snell's law at pt A,

$$\sin 45^\circ = n \sin r = n \cos i$$

$$\text{Now } i > c \Rightarrow \sin i > \sin c$$

B पर पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए आपतित कोण $i > c$

$$\& \quad r + i = 90 \Rightarrow i = 90 - r$$

बिन्दु A पर स्नेल के नियम द्वारा,

$$\sin 45^\circ = n \sin r = n \cos i$$

$$\text{अब } i > c \Rightarrow \sin i > \sin c$$

$$\Rightarrow \cos r > \frac{1}{n} \Rightarrow n > \frac{1}{\cos r}$$

$$\Rightarrow n > \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 r}} \Rightarrow n > \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}}}$$

$$\Rightarrow n > \frac{\sqrt{2} n}{\sqrt{2n^2 - 1}} \Rightarrow 2n^2 - 1 > 2 \Rightarrow n > \sqrt{\frac{3}{2}}$$

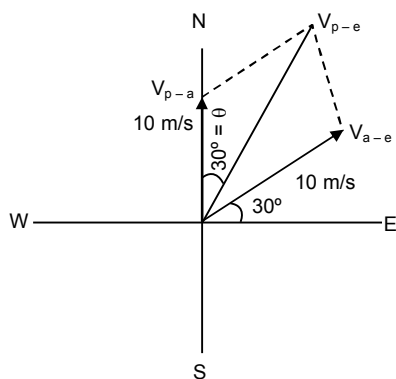
DPP No. : B8 (JEE–Main)
Total Marks : 60
 Single choice Objective ('–1' negative marking) Q.1 to Q.20

Max. Time : 40 min.
 (3 marks 2 min.) [60, 40]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B8

1. (D)	2. (C)	3. (A)	4. (C)	5. (A)	6. (C)	7. (D)
8. (A)	9. (D)	10. (C)	11. (A)	12. (B)	13. (A)	14. (B)
15. (D)	16. (B)	17. (B)	18. (D)	19. (B)	20. (B)	

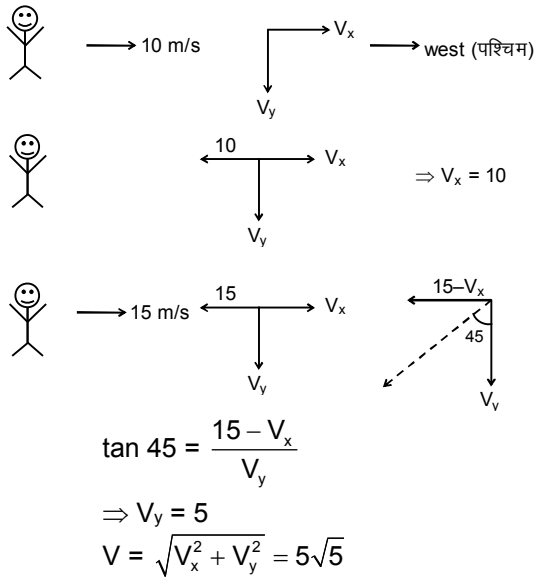
1. A plane is flying with an air speed 10 m/s toward north but suddenly encounters a wind of 10 m/s at 30° north of east. If angle made by new direction of velocity of plane with respect to ground from north direction is $\frac{\pi}{n}$ then value of n is :
- एक वायुयान 10 m/s की वायु चाल से उत्तर की ओर उड़ रहा है, लेकिन अचानक वायु 10 m/s से 30° पूर्व से उत्तर की ओर आती है। यदि वायुयान की नई दिशा धरातल के सापेक्ष उत्तर दिशा से $\frac{\pi}{n}$ कोण बनाती है। तब n का मान होगा।
- (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D*) 6

Sol.


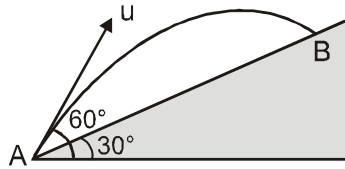
$$\theta = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$$

2. A man is moving with 10 m/s towards west on a horizontal ground. He observed that the rainfall is falling vertically down wards. Now he increases his speed to 15 m/s and find that now the rainfall is falling at an angle of 45° towards him. The speed of the rain with respect to ground is :
- एक व्यक्ति 10 m/s से पश्चिम की ओर क्षैतिज तल पर गतिशील है। वह प्रेक्षित करता है कि बारिश ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर गिर रही है। अब वह अपनी चाल 15 m/s तक बढ़ाता है तथा प्रेक्षित करता है कि बारिश 45° कोण पर उसकी ओर गिर रही है। जमीन के सापेक्ष बारिश की चाल क्या होगी :
- (A) $10\sqrt{5}$ m/s (B) 10 m/s
 (C*) $5\sqrt{5}$ m/s (D) None of these इनमें से कोई नहीं

Sol.

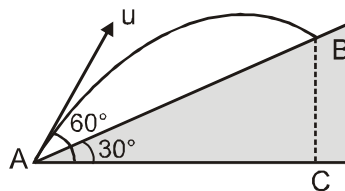


3. A stone is projected from point A with speed u making an angle 60° with horizontal as shown. The fixed inclined surface makes an angle 30° with horizontal. The stone lands at B after time t . Then the distance AB is equal to
- एक पत्थर को क्षैतिज से 60° के कोण पर बिन्दु A से u चाल से चित्रानुसार प्रक्षेपित किया जाता है। नत सतह क्षैतिज से 30° का कोण बनाती है। पत्थर t समय बाद B पर पहुँचता है तो दूरी AB है –



- (A*) $\frac{ut}{\sqrt{3}}$ (B) $\frac{\sqrt{3}ut}{2}$ (C) $\sqrt{3}ut$ (D) $2 ut$

Sol.

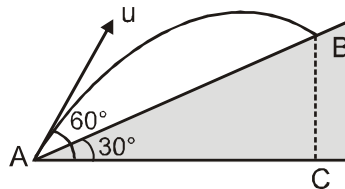


The horizontal displacement in time t is

$$AC = u \cos 60^\circ t = \frac{u t}{2}$$

$$\therefore \text{Range on inclined plane} = \frac{AC}{\cos 30} = \frac{u t}{\sqrt{3}}$$

हल:

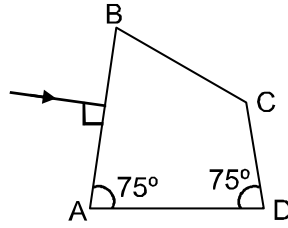


समय t में क्षैतिज विस्थापन है

$$AC = u \cos 60^\circ t = \frac{u t}{2}$$

$$\therefore \text{नत तल पर परास} = \frac{AC}{\cos 30} = \frac{u t}{\sqrt{3}}$$

4. ✎ A ray is incident perpendicularly on the surface AB of a transparent glass slab & is totally reflected at the surface CD. The minimum refractive index of the material of the slab is-
 एक पारदर्शी काँच की पट्टिका की सतह AB पर एक किरण अभिलम्बवत् आपतित है एवं सतह CD से पूर्णतः परावर्तित हो जाती है। पट्टिका के पदार्थ का न्यूनतम अपवर्तनांक कितना होगा—



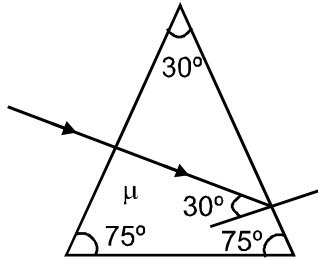
(A) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

(B) $\sqrt{2}$

(C*) 2

(D) $\frac{3}{2}$

Sol.



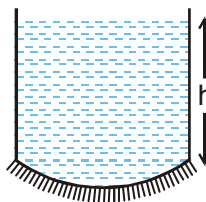
$30^\circ > C$ (for TIR)

$$\Rightarrow \sin 30^\circ > \sin C$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} > \frac{1}{\mu} \Rightarrow \mu > 2 \quad \Rightarrow \mu_{\min} = 2$$

5. A beaker is filled with water as shown. The bottom surface of the beaker is a concave mirror of large radius of curvature and small aperture. The height of water is $h = 40$ cm. It is found that when an object is placed 4 cm above the water surface, the image coincides with the object. Now the water level h is reduced to zero (there will still be water left in the concave part of the mirror). The new height of the object above the new water surface so that the image again coincides with the object, will be (refractive index of water = $4/3$)

एक बीकर (beaker) पानी से भरा हुआ है जैसा कि दिखाया गया है। बीकर की निचली (bottom) सतह एक बड़ी वक्रता त्रिज्या और छोटी द्वारक, (aperture) का एक अवतल दर्पण है। पानी की ऊँचाई $h = 40$ cm है। यह पाया जाता है कि जब एक बिम्ब को पानी की सतह से 4 cm ऊपर रखा जाता है, तो प्रतिबिम्ब बिम्ब के साथ सम्पाती होती है। अब पानी के स्तर h को शून्य तक घटाया जाता है (बीकर के अवतल भाग में पानी अभी भी है)। अब पानी की नई सतह के ऊपर बिम्ब की नई ऊँचाई, ताकि प्रतिबिम्ब पुनः बिम्ब के साथ सम्पाती हो, होगी (पानी का अपवर्तनांक = $4/3$)



(A*) 34 cm

(B) 10 cm

(C) 74 cm

(D) zero शून्य

Sol. The image shall coincide with object O if the ray starting from O is incident normally on mirror (figure1)
यदि O से आने वाली किरण दर्पण पर अभिलम्ब आपतित होती है, तो प्रतिबिम्ब बिम्ब के साथ सम्पाती होगा। (चित्र 1)

$$\therefore x = 4 \times \frac{4}{3} = \frac{16}{3}$$

In second case the image shall coincide with object O if ray starting from O is incident normally on mirror (figure 2).

द्वितीय स्थिति में भी यदि O से आने वाली किरण दर्पण पर अभिलम्ब आपतित होती है, तो प्रतिबिम्ब बिम्ब O के साथ सम्पाती होगा। (चित्र 2).

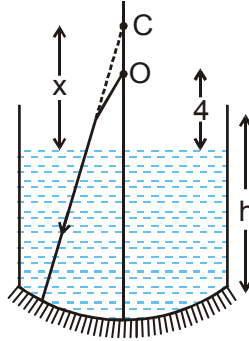


Figure 1

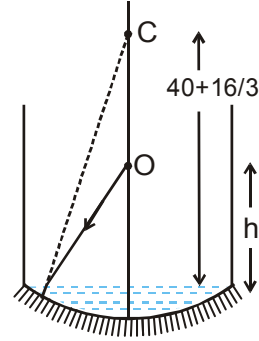


Figure 2

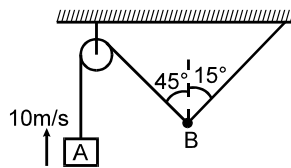
$$\frac{136}{3} = h \times \frac{4}{3}$$

$$\text{or } h = \frac{136}{3} \times \frac{3}{4} = 34 \text{ cm}$$

6. A system is shown in the figure. Block A moves with velocity 10 m/s. The speed of the mass B will be:

$$(\sin 15^\circ = \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}})$$

चित्र में प्रदर्शित निकाय में यदि ब्लॉक A 10 m/s से गति करता है तो द्रव्यमान B की चाल होगी। $(\sin 15^\circ = \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}})$



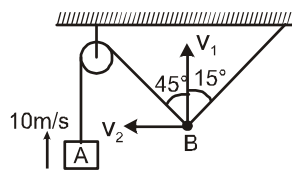
(A) $10\sqrt{2}$ m/s

(B) $5\sqrt{3}$ m/s

(C*) $\frac{20}{\sqrt{3}}$ m/s

(D) 10 m/s

Sol.



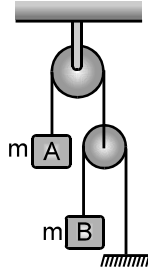
$$(v_1 + v_2) \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 10$$

$$v_1 \cos 15^\circ = v_2 \cos 75^\circ$$

$$v_1 = v_2 \times \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}+1}$$

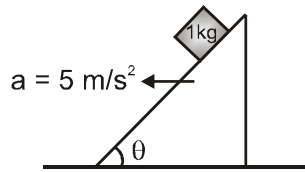
$$\text{velocity of B} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ m/s}$$

7. In the figure shown neglecting friction and mass of pulleys, what is the acceleration of mass B?
 दिये गये चित्र में घिरनियों का द्रव्यमान व घर्षण नगण्य मानते हुए द्रव्यमान B का त्वरण क्या होगा ?



- (A) $\frac{g}{3}$ (B) $\frac{5g}{2}$ (C) g (D*) $\frac{2g}{5}$

8. A block of mass 1 kg is at rest relative to a smooth wedge being moved leftwards with constant acceleration 5 m/s^2 . Let N be the normal reaction between the block and the wedge. Then N and $\tan\theta$ are :
 1 kg द्रव्यमान का एक गुटका, एक चिकने वेज (नततल) के सापेक्ष स्थिर रखा है तथा वेज बांयी ओर 5 m/s^2 के नियत त्वरण से गतिशील है। यदि गुटके व वेज के मध्य अभिलम्ब प्रतिक्रिया N है तो N व $\tan\theta$ होंगे :



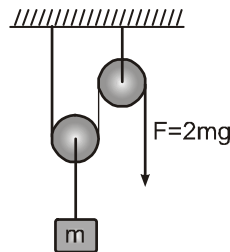
- (A*) $N = 5\sqrt{5}\text{ N}$ and और $\tan\theta = \frac{1}{2}$ (B) $N = 15\text{ N}$ and और $\tan\theta = \frac{1}{2}$
 (C) $N = 5\sqrt{5}\text{ N}$ and और $\tan\theta = 2$ (D) $N = 15\text{ N}$ and और $\tan\theta = 2$

Sol. $mg \sin\theta = ma \cos\theta$

$$\Rightarrow a = g \tan\theta \quad \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{2}$$

$$N = mg \cos\theta + ma \sin\theta = 5\sqrt{5}\text{ N}$$

9. In the shown mass pulley system, pulleys and string are massless. The one end of the string is pulled by the force $F = 2mg$. The acceleration of the block will be
 चित्र में दर्शाये घिरनी द्रव्यमान निकाय में घिरनीयाँ तथा रस्सी द्रव्यमानहीन है। रस्सी का एक सिरा बल $F = 2mg$ द्वारा खींचा जाता है। गुटके का त्वरण होगा -



- (A) $g/2$ (B) 0 (C) g (D*) $3g$

$$2T = 2F = 4mg$$



Sol.

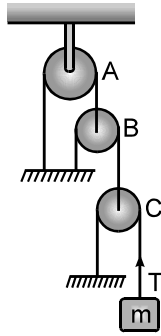
F.B.D. of block (ब्लॉक का FBD)

$$\Rightarrow 2T - mg = ma$$

$$a = 3g$$

10. Pulleys A, B, C are connected to the mass as shown in figure. Tension in the rope connecting A to the wall is :

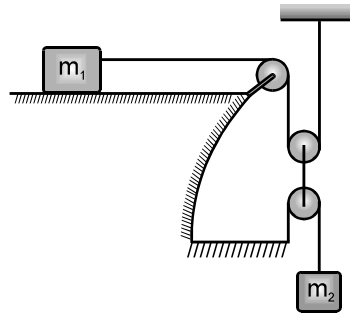
धिरनी A, B, C चित्रानुसार द्रव्यमान से जुड़ी हुई है। A व दीवार से जुड़ी रस्सी में तनाव होगा



- (A) mg (B) $4mg$ (C*) $8mg$ (D) none of these

11. Two blocks of masses m_1 and m_2 are connected as shown in the figure. The acceleration of the block m_2 is (pulleys and strings are ideal) :

m_1 तथा m_2 द्रव्यमान के दो ब्लॉक को चित्रानुसार रस्सी से जोड़ा जाता है। m_2 द्रव्यमान के ब्लॉक का त्वरण क्या होगा (धिरनिया तथा डोरिया आदर्श हैं)



- (A*) $\frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$ (B) $\frac{m_1 g}{m_1 + m_2}$ (C) $\frac{4m_2 g - m_1 g}{m_1 + m_2}$ (D) $\frac{m_2 g}{m_1 + 4m_2}$

Sol. Let $a = \text{acc}^n$ of m_1 acc^n of pulley = $\frac{a+0}{2} = \frac{a}{2}$

माना $a = m_1$ का त्वरण, धिरनी का त्वरण = $\frac{a+0}{2} = \frac{a}{2}$

If acceleration of $m_2 = b$

यदि m_2 का त्वरण = b

Then तब $0 + \frac{b}{2} = \frac{a}{2}$

Hence अतः $a = b$

$T = m_1 a$, $m_2 g - T = m_2 a$

$\therefore a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$

12. Figure shows a 5 kg ladder hanging from a string that is connected with a ceiling and is having a spring balance connected in between. A boy of mass 25 kg is climbing up the ladder at acceleration 1 m/s^2 . Assuming the spring balance and the string to be massless and the spring to show a constant reading, the reading of the spring balance is : (Take $g = 10 \text{ m/s}^2$)

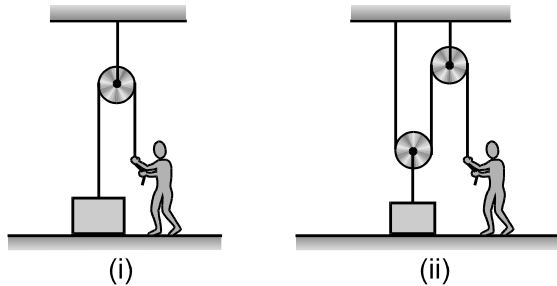
एक 5 किग्रा की सीढ़ी एक रस्सी द्वारा छत से लटकायी गयी है इनके मध्य एक कमानीदार तुला जुड़ी है। 25 किग्रा द्रव्यमान का एक व्यक्ति 1 मी०/से०^2 के त्वरण से सीढ़ी पर चढ़ रहा है। यह मान ले कि कमानीदार तुला तथा रस्सी भारहीन है, कमानीदार तुला का पाठ्यांक होगा – (दिया है $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (A) 30 kg (B*) 32.5 kg (C) 35 kg (D) 37.5 kg
- Sol.** If reading of spring balance is T , then applying NLM on (man + ladder) system
यदि कमानी तुला का पाठ्यांक T है, तो (लड़का + सीढ़ी) निकाय पर न्यूटन का नियम लगाने पर
 $T - (25 + 5)g = 25a$
 $T - 30g = 25a \Rightarrow T - 300 = 25(1) \Rightarrow T = 325 \text{ N} = 32.5 \text{ kg}.$

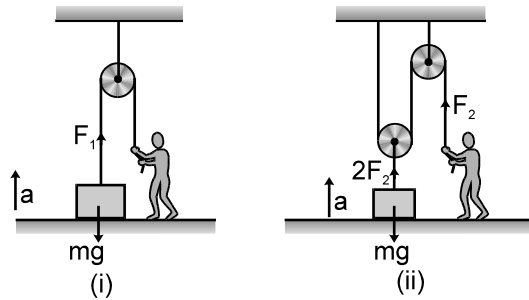
13. In the figure shown, a person wants to raise a block lying on the ground to a height h . In both the cases if time required is same then in which case he has to exert more force. Assume pulleys and strings to be light.

चित्र में दर्शाए अनुसार, एक आदमी गुटके को जमीन से h ऊँचाई तक उठाना चाहता है। दोनों स्थितियों में अगर समय बराबर लगता है तो कौनसी स्थिति में आवश्यक बल का मान अधिक होगा। यह मानिए कि पुली तथा रस्सी हल्के हैं।



- (A*) (i) (B) (ii) (C) same in both दोनों में समान
(D) Cannot be determined निर्धारण नहीं कर सकते

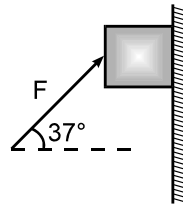
Sol. Since, $h = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a$ should be same in both cases, because h and t are same in both cases as given.
 चूंकि, $h = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow$ दोनों स्थितियों में समान है क्योंकि जैसा कि दिया गया है कि h तथा t दोनों स्थितियों में समान है।



$\Rightarrow$ In (i) $F_1 - mg = ma$.
 $F_1 = mg + ma$.

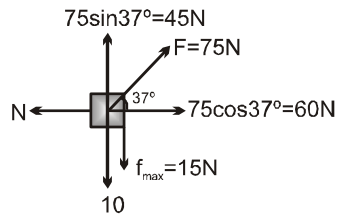
In (ii) $2F_2 - mg = ma \Rightarrow F_2 = \frac{mg + ma}{2} \therefore F_1 > F_2$.

14. A 1 kg block is being pushed against a wall by a force $F = 75$ N as shown in the Figure. The coefficient of friction is 0.25. The magnitude of acceleration of the block is:
 1 kg द्रव्यमान का ब्लॉक $F = 75$ N के बल द्वारा चित्रानुसार दीवार के विपरीत दबा कर रखा गया है। यदि घर्षण गुणांक 0.25 है तो ब्लॉक का त्वरण होगा :



- (A) 10 m/s^2 (B*) 20 m/s^2 (C) 5 m/s^2 (D) none of these

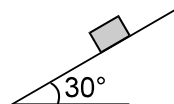
Sol.



As the upward force (45N) is greater than total downward force (25N) hence, it has an upward acceleration.

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N = 60 \text{ N}$
 $\Sigma F_y = ma_y$
 $\Rightarrow 45 - 25 = (A)a$
 $a = 20 \text{ m/s}^2$.

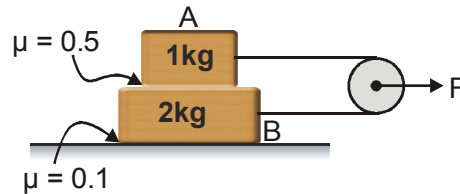
15. Figure shows a block kept on a rough inclined plane. The maximum external force along the plane downwards for which the block remains at rest is 1N while the maximum external force along the incline upwards for which the block is at rest is 7 N. The coefficient of static friction μ is :
 चित्रानुसार एक ब्लॉक खुरदरे नत तल पर रखा है। नत तल पर ब्लॉक को स्थिर रखने के लिए नीचे की ओर तल के अनुदिश लगाया जाने वाला महत्तम बल 1N तथा ऊपर की ओर नततल के अनुदिश लगाया जाने वाला महत्तम बल 7 N है। स्थैतिक घर्षण गुणांक μ है :



- (A) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{6}}$ (C) $\sqrt{3}$ (D*) $\frac{4}{3\sqrt{3}}$

Sol. When block is about to slide down
 $1 + mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$ जब ब्लॉक नीचे फिसलता है(1)
 when block is about to slide up
 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = 7$ जब ब्लॉक ऊपर गति करता है(2)
 from (1) and (2) समी० (1) तथा (2) से $\mu = \frac{4}{3\sqrt{3}}$

16. Find the maximum horizontal force F which can be applied such that sliding does not occur between A and B.
 अधिकतम क्षैतिज बल F का मान ज्ञात करो जो इस प्रकार आरोपित किया जाता है कि A तथा B के मध्य फिसलन नहीं हो।



- (A) 20 N (B*) 24 N (C) 30 N (D) 332 N
- Sol.** No sliding between A and B. Hence both move together

A तथा B के बीच कोई फिसलन नहीं है। इसलिए दोनों साथ-साथ खिसकती है।

$$F - 0.1 \times 3 \times g = 3a \quad \dots(i)$$

$$F = 2T \quad \dots(ii)$$

$$T - 0.5 \times 1 \cdot g = 1 \cdot a \quad \dots(iii)$$

On solving हल करने पर

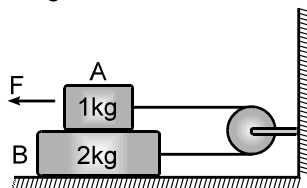
$$F - 0.3g = \left(\frac{F}{2} - 0.5g \right)$$

$$\therefore F = 2 \times (1.5 - 0.3) \times 10 = 24 \text{ N}$$

17. Two blocks A (1 kg) and B (2 kg) are connected by a string passing over a smooth pulley as shown in the figure. B rests on rough horizontal surface and A rests on B. The coefficient of friction between A & B is the same as that between B and the horizontal surface. The minimum horizontal force F required to move A to the left is 25N. The coefficient of friction is:

[$g = 10 \text{ m/s}^2$]

दो ब्लॉक A (1 kg) तथा B (2 kg) चित्रानुसार आदर्श पुली द्वारा रस्सी से जुड़े हुए हैं B क्षैतिज रफ सतह पर स्थिर रखा है तथा A, B के ऊपर रखा है यदि सभी सतहों पर घर्षण गुणांक समान हो तो A को बांयी ओर चलाने हेतु न्यूनतम बल 25 न्यूटन है तो घर्षण गुणांक ज्ञात करें [$g = 10 \text{ m/s}^2$]



- (A) 0.67 (B*) 0.5 (C) 0.4 (D) 0.25
- Sol.** let f_1 be the magnitude of limiting frictional force between the blocks and f_2 be the magnitude of limiting frictional force between the block and horizontal surface. The free body diagrams for both the blocks is as shown. Applying Newton's second law to both the blocks
 माना कि दोनों ब्लॉकों के मध्य सीमान्त घर्षण का मान f_1 है। तथा ब्लॉक व धरातल के मध्य सीमान्त घर्षण का परिमाण f_2 है दोनों ब्लॉकों के FBD चित्र में दिये गये हैं। दोनों ब्लॉकों पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर

$$F - f_1 - T = m_A a \quad \dots(1)$$

$$T - f_1 - f_2 = m_B a \quad \dots(2)$$

For F to just pull the blocks, acceleration of blocks $a=0$.

Therefore from equation (1) and (2),

$$F = 2 f_1 + f_2 \text{ or } 25 = \mu(2 \times 1 \times 10 + 2 \times 10)$$

solving we get $\mu = 0.5$

ब्लॉकों को ठीक खींचने के लिए त्वरण $a = 0$.

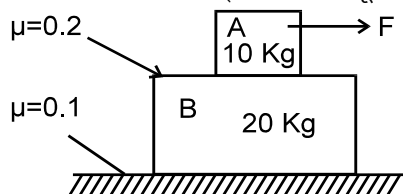
समी (1) व (2) से,

$$F = 2f_1 + f_2 \text{ or } 25 = \mu(2 \times 1 \times 10 + 2 \times 10)$$

हल करने पर $\mu = 0.5$

18. In given diagram what is the minimum value of a horizontal external force F on Block 'A' so that block 'B' will slide on ground is:

दिये गये चित्र में ब्लॉक A पर क्षैतिज बाह्य बल का न्यूनतम मान क्या है ताकि ब्लॉक B जमीन पर खिसकेगा:



(A) 30 N

(B) 20 N

(C) 10 N

(D*) Not possible संभव नहीं है

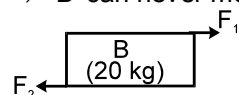
Sol.

$$F_{1(\max)} = 0.2 \times 10 \times 10 = 20 \text{ N}$$

$$F_{2(\max)} = 0.1 \times 30 \times 10 = 30 \text{ N}$$

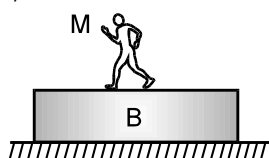
$$F_{1(\max)} < F_{2(\max)}$$

⇒ 'B' can never move.



19. As shown in the figure, M is a man of mass 60 kg standing on a block of mass 40 kg kept on ground. The co-efficient of friction between the feet of the man and the block is 0.3 and that between B and the ground is 0.1. If the man accelerates with an acceleration 2 m/s^2 in the forward direction, then:

चित्रानुसार 60 kg द्रव्यमान का मनुष्य M, 40 kg द्रव्यमान वाले जमीन पर रखे ब्लॉक पर खड़ा है। मनुष्य के पैरों तथा ब्लॉक के बीच घर्षण गुणांक 0.3 है तथा ब्लॉक B तथा जमीन के बीच घर्षण गुणांक 0.1 है। यदि मनुष्य आगे की तरफ 2 m/s^2 के त्वरण से त्वरित हो, तब :



(A) it is not possible यह संभव नहीं है।

(B*) B will move backwards with an acceleration 0.5 m/s^2

B पीछे की तरफ 0.5 m/s^2 के त्वरण से गति करेगा।

(C) B will not move B गति नहीं करेगा।

(D) B will move forward with an acceleration 0.5 m/s^2 .

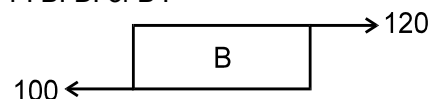
B आगे की तरफ 0.5 m/s^2 के त्वरण से गति करेगा।

Sol.

The friction force acting between the man and the block is : $F_f = 60 \times 2 = 120 \text{ N}$

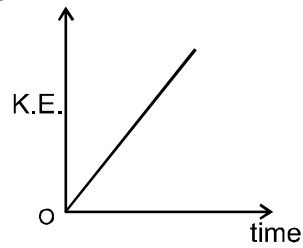
and not $0.3 \times 60 \times 10 = 180 \text{ N}$

F. B. D. of B :



$$\text{Acceleration of B} = \frac{120 - 100}{40} = 0.5 \text{ m/s}^2 \text{ (backward)}$$

20. A body moves along a straight line and the variation of its kinetic energy with time is linear as depicted in the figure below :
 एक वस्तु सरल रेखा के अनुदिश गतिशील है तथा इसकी गतिज ऊर्जा-समय ग्राफ चित्र में प्रदर्शित है तो



Then force acting on the body is :

इस वस्तु पर कार्यरत बल होगा –

(A) directly proportional to velocity

(B*) inversely proportional to velocity

(C) zero

(D) constant

(A) वेग के समानुपाती

(B*) वेग के व्युत्क्रमानुपाती

(C) शून्य

(D) नियत

Sol.

$$\frac{1}{2}mv^2 = ct$$

$$\frac{m}{2} 2v \frac{dv}{dt} = c$$

$$\Rightarrow m \frac{dv}{dt} = \frac{c}{v}$$

$$F \propto \frac{1}{v}$$

DPP No. : B9 (JEE-Advanced)

Total Marks : 41

Max. Time : 33 min.

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.1 to Q.3

(4 marks 2 min.) [12, 06]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.4 to Q.6

(3 marks 2 min.) [09, 06]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.7 to Q.9

(4 marks 5 min.) [12, 15]

Match the Following (no negative marking) Q.10

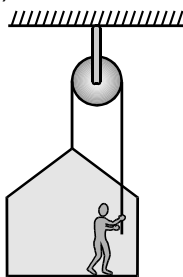
(8 marks 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B9

1. (A) (C) 2. (A)(D) 3. (A) (C) (D) 4. (A) 5. (B) 6. (C)
7. $h = \frac{125}{3}$ m above point of projection प्रक्षेप्य का ऊपरी बिन्दु 8. 7 9. 5
10. (A) p,s (B) p,s (C) q,s (D) r

1. A painter is applying force himself to raise him and the box with an acceleration of 5 m/s^2 by a massless rope and pulley arrangement as shown in figure. Mass of painter is 100 kg and that of box is 50 kg. If $g = 10 \text{ m/s}^2$, then:

चित्रानुसार एक पेन्टर स्वयं बल लगाकर अपने आप को तथा बॉक्स को 5 m/s^2 के त्वरण से एक द्रव्यमानहीन रस्सी व पुली व्यवस्था द्वारा चित्रानुसार ऊपर उठाता है। यदि पेन्टर का द्रव्यमान 100 kg तथा बॉक्स का 50 kg है तथा रस्सी का द्रव्यमान नगण्य है (यदि $g = 10 \text{ m/s}^2$) तो



- (A*) tension in the rope is 1125 N (रस्सी में तनाव 1125 N)
(B) tension in the rope is 2250 N (रस्सी में तनाव 2250 N)
(C*) force of contact between the painter and the floor is 375 N
(पेन्टर तथा फर्श के बीच सम्पर्क बल 375 N है)
(D) none of these (इनमें से कोई नहीं)

Sol. For painter ;

$$R + T - mg = ma$$

$$R + T = m(g + a) \quad \dots\dots\dots(1)$$

For the system ;

$$2T - (m + M)g = (m + M)a$$

$$2T = (m + M)(g + a) \quad \dots\dots\dots(2)$$

where ; $m = 100 \text{ kg}$

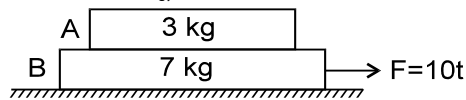
$M = 50 \text{ kg}$

$a = 5 \text{ m/sec}^2$

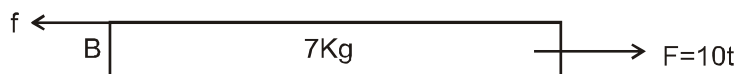
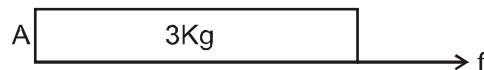
$$\therefore T = \frac{150 \times 15}{2} = 1125 \text{ N}$$

$$\text{and ; } R = 375 \text{ N}$$

2. A variable force $F = 10t$ is applied to block B placed on a smooth surface. The coefficient of friction between A & B is 0.5. (t is time in seconds. Initial velocities are zero)
 एक चिकने तल पर रखे ब्लॉक B पर एक परिवर्ती बल $F = 10t$ लगाया जाता है। A व B के बीच घर्षण गुणांक 0.5 है। (t सेकण्ड में समय है व प्रारम्भिक वेग शून्य है)



- (A*) block A starts sliding on B at $t = 5$ seconds
 ब्लॉक A, ब्लॉक B पर $t = 5$ सेकण्ड पर फिसलना प्रारम्भ करता है।
 (B) the heat produced due to friction in first 5 seconds is 312.5J
 घर्षण द्वारा प्रथम 5 सेकण्ड में उत्पन्न ऊष्मा 312.5J है।
 (C) the heat produced due to friction in 5 seconds is $(625/8)$ J
 घर्षण द्वारा 5 सेकण्ड में उत्पन्न ऊष्मा $(625/8)$ J है।
 (D*) acceleration of A at 10 seconds is 5 m/s^2 .
 10 वें सेकण्ड में A का त्वरण 5 m/s^2 है।

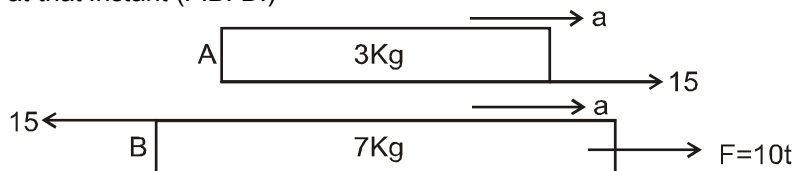


Sol.

$$f_{\max} = \mu \times 3g$$

$$= 0.5 \times 30 = 15 \text{ N}$$

block A starts sliding when friction force becomes max. i.e. $f_{\max} = 15$ at that instant (F.B. D.)



both will move with same acceleration

$$\text{So } 15 = 3a \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$F - 15 = 7a$$

$$10t - 15 = 7 \times 5$$

$$10t = 50$$

$$\Rightarrow t = 5 \text{ sec}$$

Work done by friction in 5 seconds

$$W = \int F \cdot ds$$

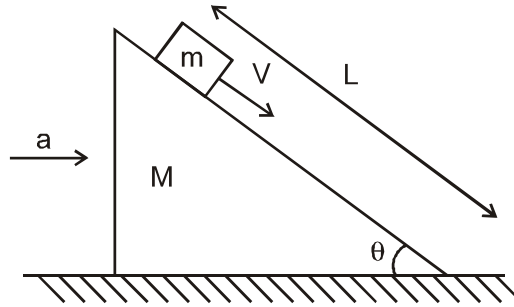
$$= \int 10t \cdot ds \quad (a = \frac{F}{m} = \frac{10t}{10} = t)$$

$$= \int_0^5 10t \cdot v dt \quad (ds = v dt)$$

$$= \int_0^5 10t \cdot \frac{t^2}{2} dt \quad (v = \int a dt = \int t dt = \frac{t^2}{2}) = \int_0^5 5t^3 dt$$

$$= 5 \left[\frac{t^4}{4} \right]_0^5 = \frac{5}{4} [625 - 0] = \frac{625 \times 5}{4}$$

3. A wedge of mass M is pushed with a constant acceleration of $a = g \tan \theta$ along a smooth horizontal surface and a block of mass m is projected down the smooth incline of the wedge with a velocity V relative to the wedge.
 चिकनी क्षैतिज सतह के अनुदिश M द्रव्यमान के वेज को नियत त्वरण $a = g \tan \theta$ द्वारा धकेला जाता है तथा वेज के सापेक्ष m द्रव्यमान के ब्लॉक को वेज की चिकनी नत सतह पर V वेग से प्रक्षेपित किया जाता है।



(A*) The time taken by the block to cover distance L on the incline plane is $\frac{L}{V}$

नततल पर ब्लॉक द्वारा L दूरी तय करने में $\frac{L}{V}$ समय लगता है।

(B) The time taken by the block to cover distance L on the incline plane is $\sqrt{\frac{2L}{g \sin \theta}}$

नततल पर ब्लॉक द्वारा L दूरी तय करने में $\sqrt{\frac{2L}{g \sin \theta}}$ समय लगता है।

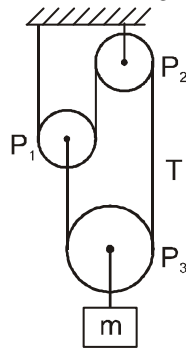
(C*) The normal reaction between the block and wedge is $mg \sec \theta$
 ब्लॉक तथा वेज के मध्य अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल $mg \sec \theta$ है।

(D*) The horizontal force applied on the wedge to produce acceleration a is $(M + m) g \tan \theta$.
 वेज को a त्वरण प्रदान करने के लिए वेज पर आरोपित क्षैतिज बल $(M + m) g \tan \theta$ है।

COMPREHENSION

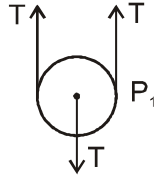
Three smooth pulleys are connected by a light string. A mass m is attached to the pulley P_3 . Assume the strings between two pulleys and between the pulley and the support to be vertical.

तीन चिकनी पुलियाँ एक दूसरे से एक हल्की रस्सी द्वारा जुड़ी हैं। एक द्रव्यमान m को पुली P_3 से जोड़ा गया है। मानिए कि दो पुलियों के मध्य रस्सी ऊर्ध्वाधर है तथा द्रव्यमान m व पुली के मध्य भी रस्सी ऊर्ध्वाधर है।



4. If all the pulleys are massless then the tension in the string connecting the pulleys is
 यदि सभी पुलियाँ द्रव्यमानहीन हैं तब पुलियों को जोड़ने वाली रस्सी के मध्य तनाव होगा –

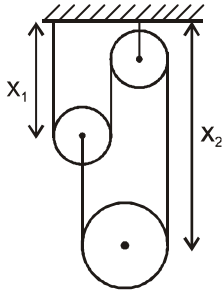
(A*) $T = 0$ (B) mg (C) $2 mg$ (D) $mg/2$



Sol. $2T - T = m_{P_1} \times a_{P_1}$
 $\therefore T = 0$

5. The relation between the magnitudes of acceleration of pulley P_1 (a_{P_1}) and that of pulley P_3 (a_{P_3}) is
 पुली P_1 के त्वरण का परिमाण (a_{P_1}) तथा पुली P_3 के त्वरण का परिमाण (a_{P_3}) है तो सही सम्बन्ध होगा –
 (A) $a_{P_1} = a_{P_3}$ (B*) $a_{P_1} = 2a_{P_3}$ (C) $2 a_{P_1} = a_{P_3}$ (D) $a_{P_1} = 3a_{P_3}$

Sol.



$$\ell = x_1 + 2x_2$$

$$0 = \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{2d^2 x_2}{dt^2}$$

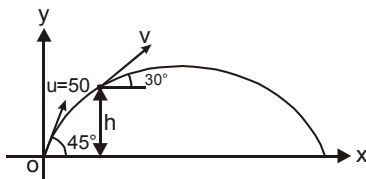
$$\Rightarrow 0 = a_{P_1} + 2a_{P_3}$$

6. The tension in the string will be non zero when
 रस्सी में तनाव अशून्य होगा, जब

- (A) mass of pulley P_1 is zero (B) mass of pulley P_2 is zero
 (C*) mass of pulley P_1 is non zero (D) mass of pulley P_2 is non zero.
 (A) पुली P_1 का द्रव्यमान शून्य है। (B) पुली P_2 का द्रव्यमान शून्य है।
 (C*) पुली P_1 का द्रव्यमान अशून्य है। (D) पुली P_2 का द्रव्यमान अशून्य है।

Sol. When mass of P_1 is non zero, the tension will be non zero.
 जब P_1 का द्रव्यमान अशून्य है, तब तनाव अशून्य होगा।

7. A bullet is fired with speed 50 m/s at 45° angle find the height of the bullet when its direction of motion makes angle 30° with the horizontal.
 एक गोली को 50 m/s के वेग से 45° के कोण पर प्रक्षेपित किया जाता है। जब इसकी गति की दिशा क्षैतिज से 30° का कोण बना रही होती है तब इसकी धरातल से ऊँचाई क्या होगी।



Sol.

h = height of the point where velocity makes 30° with horizontal.

As the horizontal component of velocity remain same

h = बिन्दु की ऊँचाई जहाँ वेग क्षैतिज से 30° का कोण बनाता है।

चूँकि वेग का क्षैतिज घटक समान रहता है

$$50 \cos 45^\circ = v \cos 30^\circ$$

$$v = 50 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

Now by equation अब समीकरण द्वारा

$$v^2 = u^2 + 2a_y y$$

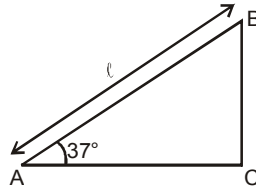
$$\left(50 \times \sqrt{\frac{2}{3}}\right)^2 = 50^2 - 2gxh \Rightarrow 2gh = 50^2 - 50^2 \times \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow 2gh = \frac{1}{3} \times 50^2 \Rightarrow h = \frac{2500}{60} = \frac{125}{3}$$

$$h = \frac{125}{3} \text{ m above point of projection प्रक्षेप्य का ऊपरी बिन्दु}$$

8. Two particles initially situated at A & B as shown in figure. A and B both start moving towards C simultaneously. A moves with constant velocity v_0 and B starts moving from rest with constant acceleration a_0 . They reach at point C simultaneously. Radius of curvature of the path followed by B as seen by A just after they start moving toward C is $\frac{P}{Q} \ell$. Find minimum value of $Q - P$.

दो कण चित्रानुसार प्रारम्भ में स्थिति A व B पर स्थित हैं। A तथा B दोनों एक साथ C की ओर गति करना प्रारम्भ करते हैं। A नियत वेग v_0 से तथा B विरामावस्था से नियत त्वरण a_0 से गति करना प्रारम्भ करता है। दोनों बिन्दु C पर एक साथ पहुँचते हैं। C की ओर गति प्रारम्भ करने के ठीक पश्चात् A द्वारा प्रेक्षित B के पथ की वक्रता त्रिज्या $\frac{P}{Q} \ell$ है। $Q - P$ का न्यूनतम मान ज्ञात कीजिए।



Ans. 7

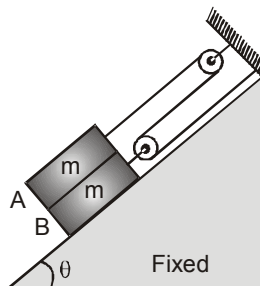
Sol. $\ell \cos 37^\circ = \frac{4\ell}{5} v_0 t$

$$\ell \sin 37^\circ = \frac{3\ell}{5} = \frac{1}{2} a_0 t^2$$

$$f = \frac{v_0^2}{a} = \frac{16\ell^2}{25t^2} \times \frac{5t^2}{6\ell} = \frac{8\ell}{15}$$

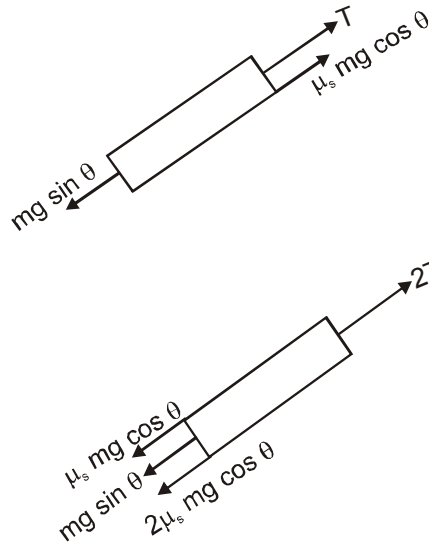
9. Two block each of mass m are connected as shown in figure. Pulley are smooth and light. If the coefficient of static friction at all surfaces is μ_s . If inclination θ is increased gradually then ' θ ' at which the blocks begins to slide is given by $\theta = \tan^{-1}(\alpha\mu_s)$. Find value of α .

m द्रव्यमान के दो ब्लॉक चित्रानुसार जुड़े हुए हैं घिरनी घर्षणरहित तथा हल्की है। यदि सभी सतहों पर स्थैतिक घर्षण गुणांक μ_s है। यदि कोण θ को धीरे-धीरे बढ़ाया जाये तो कोण θ जिस पर ब्लॉक फिसलना शुरू कर देगा, $\theta = \tan^{-1}(\alpha\mu_s)$ द्वारा दिया जाता है। α का मान ज्ञात करो।



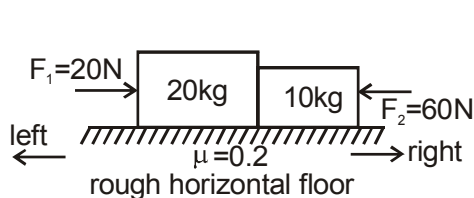
Ans. 5

Sol.



$$\begin{aligned}
 mg \sin \theta - T - \mu_s mg \cos \theta &= 0 \\
 T &= mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta \\
 2T &= mg \sin \theta + 3\mu_s mg \cos \theta \\
 2(mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta) &= mg \sin \theta + 3\mu_s mg \cos \theta \\
 mg \sin \theta &= 5\mu_s mg \cos \theta \\
 \tan \theta &= 5\mu_s \\
 \theta &= \tan^{-1}(5\mu_s)
 \end{aligned}$$

10. Two blocks of masses 20 kg and 10 kg are kept on a rough horizontal floor. The coefficient of friction between both blocks and floor is $\mu = 0.2$. The surface of contact of both blocks are smooth. Horizontal forces of magnitude 20 N and 60 N are applied on both the blocks as shown in figure. Match the statement in column-I with the statements in column-II.
- 20 kg व 10 kg के दो ब्लॉक खुरदरे क्षैतिज धरातल पर रखे हुये हैं। धरातल एवं दोनों ब्लॉक के मध्य घर्षण गुणांक $\mu = 0.2$ है। दोनों ब्लॉक की सम्पर्क सतह चिकनी है। 20 N तथा 60 N परिमाण के दो क्षैतिज बल चित्रानुसार दोनों ब्लॉक पर आरोपित किये जाते हैं तो कॉलम-I के कथन के कॉलम-II के कथन से मिलान करावे।

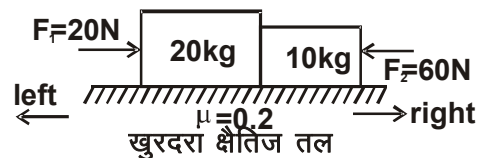


Column-I

- (A) Frictional force acting on block of mass 10 kg
 (B) Frictional force acting on block of mass 20 kg
 (C) Normal reaction exerted by 20 kg block on 10 kg block
 (D) Net force on system consisting of 10 kg block and 20 kg block

कॉलम-I

- (A) 10 kg ब्लॉक पर घर्षण बल
 (B) 20 kg ब्लॉक पर घर्षण बल
 (C) 20 kg ब्लॉक द्वारा 10 kg ब्लॉक पर आरोपित अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल होगा
 (D) 10 kg व 20 kg के ब्लॉक के निकाय पर नेट बल होगा



Column-II

- (p) has magnitude 20 N
 (q) has magnitude 40 N
 (r) is zero
 (s) is towards right (in horizontal direction).

कॉलम-II

- (p) 20 N परिमाण
 (q) 40 N परिमाण
 (r) शून्य
 (s) दांयी ओर (क्षैतिज दिशा में)

Ans. (A) p,s (B) p,s (C) q,s (D) r

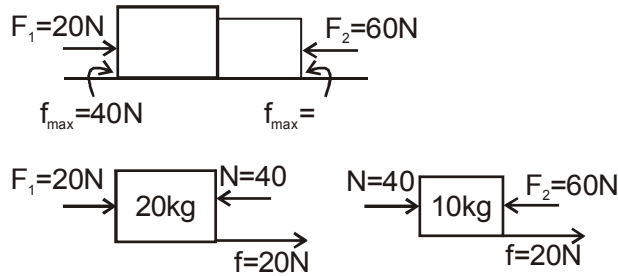
Sol. The minimum horizontal force required to push the two block system towards left

दोनों ब्लॉक निकाय को बांयी ओर धक्का देने के लिए आवश्यक न्यूनतम क्षैतिज बल

$$= 0.2 \times 20 \times 10 + 0.2 \times 10 \times 10 = 60.$$

Hence the two block system is at rest. The FBD of both of blocks is as shown. The friction force f and normal reaction N for each block is as shown.

अतः दोनों ब्लॉक निकाय विरामावस्था में है। दोनों ब्लॉकों का FBD चित्रानुसार है। प्रत्येक ब्लॉक के लिए घर्षण बल f तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया N चित्रानुसार है।



FBD of both blocks

Hence magnitude of friction force on both blocks is 20 N and is directed to right for both blocks. Normal reaction exerted by 20 kg block on 10 kg block has magnitude 40 N and is directed towards right. Net force on system of both blocks is zero.

अतः दोनों ब्लॉक पर घर्षण बल का परिमाण 20 N है। तथा दिशा दांयी ओर है दोनों ब्लॉक के लिए दांयी ओर होगा 10 kg के ब्लॉक पर 20 kg द्वारा लगाया गया अभिलम्ब बल 40 N परिमाण के बराबर है। तथा दिशा दांयी ओर है दोनों ब्लॉक निकाय पर कुल बल शून्य है।

DPP No. : B10 (JEE-Advanced)

Total Marks : 39

Max. Time : 30 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.2

(3 marks, 2 min.) [06, 04]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.3 to Q.4

(4 marks 2 min.) [08, 04]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.5 to Q.7

(3 marks 2 min.) [09, 06]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.9

(4 marks 5 min.) [08, 10]

Match the Following (no negative marking) Q.10

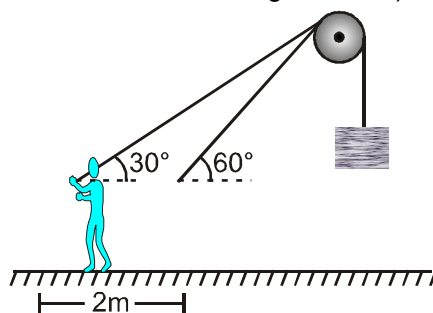
(8 marks 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B10

1. (B) 2. (B) 3. (A) (C)(D) 4. (A) (B) (C) 5. (A)
6. (A) (B) (C) (D) 7. (C) 8. $k = \frac{3mg}{d^3}(h+d)$ 9. 6
10. (A) p,s (B) q, r (C) p, q, r, s (D) s

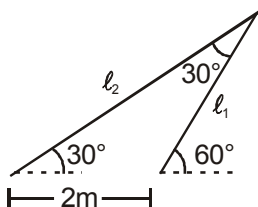
1. A person lifts a 25 kg block hanging over a fixed light frictionless small pulley by walking horizontally, as shown in figure. As the person walks 2 metres, the angle of the rope to the horizontal changes from 60° to 30° . If the block rises at constant speed, the work done by rope on the person as the person moves by 2 metres is : [consider the rope to be light and inextensible] (Take $g = 10\text{m/s}^2$)

चित्र में दर्शाये अनुसार क्षैतिज चलता हुआ एक व्यक्ति स्थिर, हल्की घर्षण रहित छोटी घिरनी पर लटके हुये 25 kg के ब्लॉक को उठाता है। ज्योंही व्यक्ति 2 मी. चलता है तो रस्सी का क्षैतिज के साथ कोण 60° से 30° तक परिवर्तित होता है। यदि ब्लॉक नियत चाल से ऊपर उठता हो तो व्यक्ति के 2 मीटर चलने के दौरान रस्सी द्वारा व्यक्ति पर किया गया कार्य होगा। (रस्सी को हल्की एवं अविस्तारणीय मानिये तथा $g = 10\text{m/s}^2$)



- (A) $500(\sqrt{3} - 1)\text{J}$ (B*) $500(1 - \sqrt{3})\text{J}$ (C) $500(\sqrt{3})\text{J}$ (D) None of these

Sol.



Let the length of rope to left of pulley initially and finally be ℓ_1 and ℓ_2 as shown

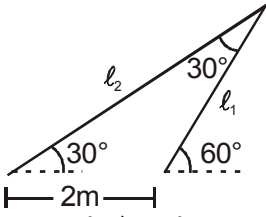
$$\therefore \ell_1 = 2\text{m} \quad \text{and} \quad \ell_2 = 2 \cos 30^\circ + \ell_1 \cos 30^\circ = 2\sqrt{3}\text{m}$$

$$\text{Hence increase in length of rope} = \ell_2 - \ell_1 = 2(\sqrt{3} - 1)\text{m}$$

$$\therefore \text{block rises up by } 2(\sqrt{3} - 1)\text{m}.$$

Hence work done by man on rope is $mg(\ell_2 - \ell_1) = 25 \times 10 \times 2(\sqrt{3} - 1)$

Therefore work done by rope on man = $-500(\sqrt{3} - 1)$ J



माना पुली के बांयी तरफ रस्सी की प्रारम्भिक लम्बाई ℓ_1 एवं अन्तिम लम्बाई ℓ_2 है।

$$\therefore \ell_1 = 2\text{m} \quad \text{तथा} \quad \ell_2 = 2 \cos 30^\circ + \ell_1 \cos 30^\circ = 2\sqrt{3} \text{ m}$$

अतः रस्सी की लम्बाई में वृद्धि = $\ell_2 - \ell_1 = 2(\sqrt{3} - 1) \text{ m}$

$\therefore$ ब्लॉक $2(\sqrt{3} - 1) \text{ m}$ ऊपर उठा

$$\text{रस्सी पर व्यक्ति द्वारा कार्य } mg(\ell_2 - \ell_1) = 25 \times 10 \times 2(\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{अतः रस्सी द्वारा व्यक्ति पर कार्य} = -500(\sqrt{3} - 1) \text{ J}$$

2. A force which varies with time t as $\vec{F} = (3t\hat{i} + 5\hat{j}) \text{ N}$ acts on a body due to which its position varies with time t as $\vec{s} = (2t^2\hat{i} - 5\hat{j})$ where t is in seconds. Work done by this force in initial 2s is:

एक वस्तु पर समय t के साथ परिवर्ती बल $\vec{F} = (3t\hat{i} + 5\hat{j})$ लग रहा है जिसके कारण इसकी स्थिति $\vec{s} = (2t^2\hat{i} - 5\hat{j})$

की तरह बदलती है यहाँ t सैकण्ड में है इस बल द्वारा प्रारम्भिक 2s में किया गया कार्य होगा –

- (A) 23 J (B*) 32 J (C) zero (D) can't be obtained
(A) 23 J (B*) 32 J (C) शून्य (D) प्राप्त नहीं कर सकते

Sol. $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int (3t\hat{i} + 5\hat{j}) \cdot (4t \hat{i})$

$$= \int_0^2 12t^2 dt = \frac{12[t^3]_0^2}{3} = 32 \text{ J}$$

3. The potential energy U (in joule) of a particle of mass 1 kg moving in x-y plane obeys the law $U = 3x + 4y$, where (x, y) are the co-ordinates of the particle in metre. If the particle is at rest at $(6, 4)$ at time $t = 0$, then:

- (A*) the particle has constant acceleration
(B) the particle has zero acceleration
(C*) the speed of particle when it crosses the y-axis is 10 m/s
(D*) coordinates of the particle at $t = 1$ sec are $(4.5, 2)$

1 kg द्रव्यमान का एक कण x-y तल में गतिशील है तथा इसकी स्थितिज ऊर्जा U (जूल में) निम्न रूप से परिवर्तित होती है। $U = 3x + 4y$ जहाँ (x, y) कण के निर्देशांक (मीटर में) है। यदि कण $t = 0$ पर बिन्दु $(6, 4)$ से विरामावस्था से प्रारम्भ होता है, तो

- (A*) कण का त्वरण नियत है।
(B) कण का त्वरण शून्य है।
(C*) जब कण y-अक्ष से गुजरता है, तब इसकी चाल 10 m/s है।
(D*) $t = 1$ सैकण्ड पर कण का निर्देशांक $(4.5, 2)$ है।

Ans. (ACD)

Sol. $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

$$\therefore m = 1 \text{ kg}$$

$$\vec{a} = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j}\right) = -3\hat{i} - 4\hat{j}$$

$$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2} \vec{a}t^2 \Rightarrow (x - 6) = \frac{1}{2} \times (-3) \times t^2 \Rightarrow x = 6 - \frac{3t^2}{2}$$

and तथा $y - 4 = \frac{1}{2} \times (-4) \times t^2 \Rightarrow y = 4 - 2t^2$

So, at $t = 1$, $x = 4.5$, $y = 2$

अतः $t = 1$ पर, $x = 4.5$, $y = 2$

When particle crosses $y -$ axis, $x = 0 \Rightarrow t = 2$

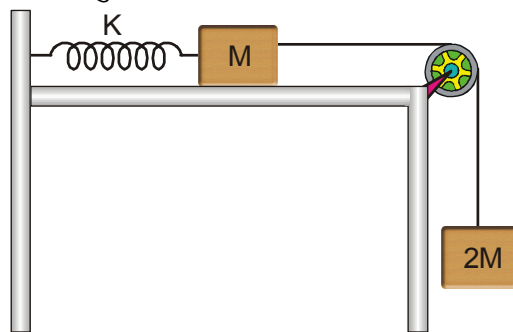
जब कण $y -$ अक्ष से गुजरता है, $x = 0 \Rightarrow t = 2$

At $t = 2$, $|\vec{v}| = |\vec{u} + (\vec{a})(2)| = |-6\hat{i} - 8\hat{j}| = 10 \text{ m/s}$

$t = 2$ पर, $|\vec{v}| = |\vec{u} + (\vec{a})(2)| = |-6\hat{i} - 8\hat{j}| = 10 \text{ m/s}$

4. Two blocks, of masses M and $2M$, are connected to a light spring of spring constant K that has one end fixed, as shown in figure. The horizontal surface and the pulley are frictionless. The blocks are released from rest when the spring is non deformed. The string is light.

M व $2M$ द्रव्यमान के दो गुटके स्प्रिंग नियतांक K की एक हल्की स्प्रिंग से जुड़े हैं जिसका एक सिरा चित्रानुसार स्थिर है। क्षैतिज सतह एवं पुली घर्षण रहित हैं। गुटके विराम से छोड़े जाते हैं जब स्प्रिंग अविकृत (बिना खिंचा) है। डोरी हल्की है।



(A*) Maximum extension in the spring is $\frac{4Mg}{K}$.

स्प्रिंग में अधिकतम विस्तार $\frac{4Mg}{K}$ है।

(B*) Maximum kinetic energy of the system is $\frac{2M^2g^2}{K}$

निकाय की अधिकतम गतिज ऊर्जा $\frac{2M^2g^2}{K}$ है

(C*) Maximum energy stored in the spring is four times that of maximum kinetic energy of the system. स्प्रिंग में संग्रहित अधिकतम ऊर्जा निकाय की अधिकतम गतिज ऊर्जा की चार गुनी है।

(D) When kinetic energy of the system is maximum, energy stored in the spring is $\frac{4M^2g^2}{K}$

जब निकाय की गतिज ऊर्जा अधिकतम है, तो स्प्रिंग में संग्रहित ऊर्जा $\frac{4M^2g^2}{K}$ है।

Sol. Maximum extension will be at the moment when both masses stop momentarily after going down. Applying W-E theorem from starting to that instant.

अधिकतम प्रसार तब होगा जब दोनों ब्लॉक नीचे जाते समय क्षणिक रुकते हैं। प्रारम्भ से इस स्थिति तक कार्य ऊर्जा प्रमेय से

$$k_f - k_i = W_{gr.} + W_{sp} + W_{ten.}$$

$$0 - 0 = 2M \cdot g \cdot x + \left(-\frac{1}{2} Kx^2 \right) + 0 \Rightarrow x = \frac{4Mg}{K}$$

System will have maximum KE when net force on the system becomes zero. Therefore

जब निकाय पर कुल बल शून्य हो तो निकाय की गतिज ऊर्जा अधिकतम होगी। अतः

$$2Mg = T \text{ and तथा } T = Kx$$

$$\Rightarrow x = \frac{2Mg}{K}$$

Hence KE will be maximum when 2M mass has gone down by $\frac{2}{K} Mg$.

अतः गतिज ऊर्जा अधिकतम होगी जब 2M द्रव्यमान $\frac{2}{K} Mg$ विस्थापित होता है।

Applying W/E theorem (कार्य ऊर्जा प्रमेय से)

$$K_f - 0 = 2Mg \cdot \frac{2}{K} Mg - \frac{1}{2} K \cdot \frac{4}{K^2} M^2 g^2$$

$$K_f = \frac{2}{K^2} M^2 g^2$$

$$\text{Maximum energy of spring} = \frac{1}{2} K \cdot \left(\frac{4}{K} Mg \right)^2 = \frac{8}{K} M^2 g^2$$

$$\text{स्प्रिंग की अधिकतम ऊर्जा} = \frac{1}{2} K \cdot \left(\frac{4}{K} Mg \right)^2 = \frac{8}{K} M^2 g^2$$

Therefore Maximum spring energy = 4 × maximum K.E.

अतः स्प्रिंग की अधिकतम ऊर्जा = 4 × अधिकतम गतिज ऊर्जा

$$\text{When K.E. is maximum } x = \frac{2}{K} Mg$$

$$\text{जब गतिज ऊर्जा अधिकतम है } x = \frac{2}{K} Mg$$

$$\text{Spring energy (स्प्रिंग ऊर्जा)} = \frac{1}{2} K \cdot \frac{4}{K^2} M^2 g^2 = \frac{2}{K^2} M^2 g^2$$

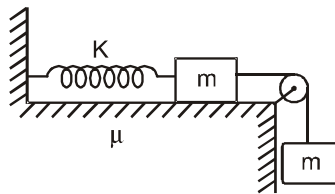
i.e. (D) is wrong.

अर्थात् (D) गलत है।

COMPREHENSION

Consider the system shown below, with two equal masses m and a spring with spring constant K . The coefficient of friction between the left mass and horizontal table is μ , and the pulley is frictionless. The string connecting both the blocks is massless and inelastic. The system is held with the spring at its unstretched length and then released.

नीचे दिखाये गये निकाय में दो समान द्रव्यमान m तथा स्प्रिंग-नियतांक K की एक स्प्रिंग है। बांये द्रव्यमान तथा क्षैतिज मेज के बीच घर्षण गुणांक μ है, तथा घिरनी घर्षणरहित है। दोनों ब्लॉकों से जुड़ी डोरी द्रव्यमानहीन तथा अविटान्य है। निकाय की स्प्रिंग को प्राकृतिक लम्बाई (बिना खिंची लम्बाई) की अवस्था में रखा जाता है तथा फिर निकाय को छोड़ दिया जाता है।



5. The extension in spring when the masses come to momentary rest for the first time is (if $\mu = 1/4$)
स्प्रिंग का विस्तार (extension), जब द्रव्यमान पहली बार क्षणिक विरामावस्था में आते हैं, होगा ($\mu = 1/4$) –

(A*) $\frac{3mg}{2K}$ (B) $\frac{mg}{2K}$ (C) $\frac{mg}{K}$ (D) $\frac{2mg}{K}$

- Sol. From work energy theorem, the masses stop when total work done on them is zero.
कार्य-ऊर्जा प्रमेय से, द्रव्यमान रुक जाते हैं जब उन पर किया गया कुल कार्य न्यून होता है।

$$W = mgx - \frac{1}{2} kx^2 - \mu mgx = 0$$

$$\therefore \frac{2mg}{k} (1 - \mu) = \frac{3mg}{2k}$$

6. The values of μ for which the system remains at rest once it has stopped for the first time is

μ के मान क्या होंगे जिनके लिए निकाय एक बार रुकने के बाद विराम पर रहे, होगा –

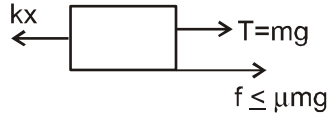
(A*) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(B*) $\frac{1}{3}$

(C*) $\frac{1}{2}$

(D*) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

Sol. When the masses are stopped at this value of x , the forces on left mass for it to remain at rest is zero जब द्रव्यमान x के इस मान के लिए रुक जाते हैं, तो बांये ब्लॉक को विराम पर रहने के लिए इस पर बल शून्य होगा।



$$\Rightarrow kx = mg + f$$

$$\Rightarrow k \frac{2mg}{K} (1 - \mu) \leq mg + \mu mg$$

$$\therefore \mu \geq 1/3 \quad \therefore \text{least value of } \mu \text{ is } 1/3. (\mu \text{ का न्यूनतम मान } 1/3 \text{ है})$$

7. If the string connecting both the masses is cut just at the instant both masses came to momentary rest for the first time in the first question of paragraph, then maximum compression of spring during resulting motion is (Take $\mu = 1/4$)

यदि दोनों द्रव्यमानों से जुड़ी डोरी को उस समय काट दिया जाता है जब दोनों द्रव्यमान क्षणिक रूप से गद्यांश के प्रथम प्रश्न में पहली बार विराम में आते हैं, तो परिणामी गति के दौरान स्प्रिंग का अधिकतम संपीडन (compression) होगा ($\mu = 1/4$ लिजिए)

(A) $\frac{2mg}{3k}$

(B) $\frac{mg}{2k}$

(C*) $\frac{mg}{k}$

(D) $\frac{1mg}{3k}$

Sol. At the instant string is cut, let the extension in spring be x_0 . The maximum compression x will occur for spring when left block comes to rest first time after the string is cut

$\therefore$ From work energy Theorem $\Delta W = 0$

जिस क्षण पर डोरी काट दी जाती है, माना स्प्रिंग का खिंचाव (extension) x_0 है। डोरी के काटने के बाद पहली बार जब बांया ब्लॉक विराम पर आता है तो स्प्रिंग में अधिकतम संपीडन x होगा।

$\therefore$ कार्य ऊर्जा प्रमेय से, $\Delta W = 0$

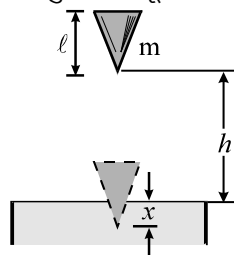
$$\frac{1}{2} kx_0^2 - \frac{1}{2} kx^2 - \mu mg (x + x_0) = 0$$

$$x_0 = \frac{3mg}{2k} \text{ and (तथा) } \mu = \frac{1}{4}$$

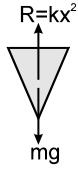
$$\text{solving we get (हल करने पर हम प्राप्त करते हैं) } x = \frac{mg}{k}$$

8. A cone of mass 'm' falls from a height 'h' and penetrates into sand. The resistance force R of the sand is given by $R = kx^2$. If the cone penetrates upto a distance $x = d$ where $d < \ell$, then find the value of 'k'.

एक शंकु को h ऊँचाई से गिराया जाता है। यह जमीन पर स्थित रेत में कुछ दूरी तक चला जाता है। रेत द्वारा लगाया गया प्रतिरोध बल (घर्षण बल) $R = kx^2$ है। यदि शंकु $x = d$ दूरी तक रेत में जाता है। जहाँ $d < \ell$ तो 'k' का मान होगा।



Sol. Force on cone while it is penetrating the sand is shown in F.B.D. below
Applying work energy theorem to the cone as x changes from 0 to d
 $\Delta KE = \text{work done by } mg + \text{work done by resistive force } R$



$$K_{\text{Final}} - K_{\text{Initial}} = mgd - \int_0^d kx^2 dx$$

$$0 - mgh = mgd - \int_0^d kx^2 dx$$

$$\therefore \frac{kd^3}{3} = (mgd + gh) \Rightarrow k = \frac{3mg}{d^3}(h + d)$$

शंकु पर बल जबकि यह रेत में जा रहा है नीचे मुक्त वस्तु चित्र में दिखाया गया है
शंकु पर कार्य ऊर्जा प्रमेय लगाने पर चूंकि x , 0 से d तक बदलता है।

$\Delta KE = mg$ द्वारा किया गया कार्य + प्रतिरोधी बल R द्वारा किया गया कार्य



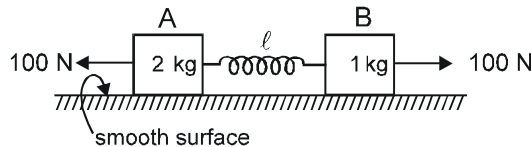
$$K_{\text{Final}} - K_{\text{Initial}} = mgd - \int_0^d kx^2 dx$$

$$0 - mgh = mgd - \int_0^d kx^2 dx$$

$$\therefore \frac{kd^3}{3} = (mgd + gh) \Rightarrow k = \frac{3mg}{d^3}(h + d)$$

9. In the figure shown initially spring is in relaxed state & blocks are at rest. Now 100 N force is applied on block A & B as shown in figure. After some time velocity of 'A' becomes 2 m/s and that of 'B' 4 m/s and block A displaced by amount 10 cm towards left and spring is stretched by amount 30 cm. Then work done by spring force on A is W_0 Joule. Find $|W_0|$.

चित्रानुसार प्रारम्भ में स्प्रिंग अपनी मूल लम्बाई में तथा ब्लॉक विराम अवस्था में है। अब 100 N का बल A तथा B ब्लॉक पर चित्रानुसार लगाया जाता है। कुछ देर के बाद 'A' का वेग 2 m/s तथा 'B' का वेग 4 m/s तथा ब्लॉक A 10 cm बायीं ओर विस्थापित होता है व स्प्रिंग में विस्तार 30 cm होता है तो स्प्रिंग बल द्वारा A पर किया गया कार्य W_0 जूल है। $|W_0|$ ज्ञात करें।



Ans. 6

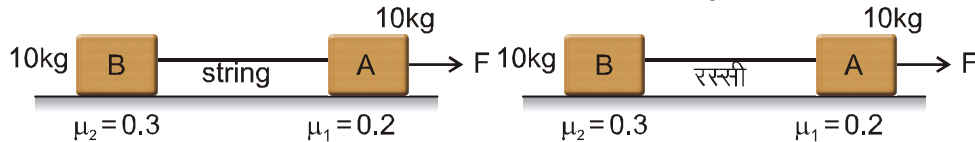
Sol. $W_{\text{spring}} + W_{100 \text{ N}} = \Delta k \text{ (on A \& B)}$

$$W_{\text{spring}} + (100) \left(\frac{10}{100} \right) = \frac{1}{2} (2) (2)^2$$

$$W_{\text{spring}} = 4 - 10 = -6 \text{ J}$$

10. Two blocks of same mass $m = 10 \text{ kg}$ are placed on rough horizontal surface as shown in figure. Initially tension in the massless string is zero and string is horizontal. A horizontal force $F = 40 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ is applied as shown on the block A for a time interval $t = 0$ to $t = 6 \text{ sec}$. Here F is in Newton and t in second. Friction coefficient between block A and ground is 0.20 and between block B and ground is 0.30. (Take $g = 10 \text{ m/sec}^2$). Match the statements in column-I with the time intervals (in seconds) in column-II.

दो ब्लॉक जिनके प्रत्येक के द्रव्यमान $m = 10 \text{ kg}$ है, उनको चित्रानुसार खुरदरे क्षैतिज तल पर रखा जाता है। प्रारम्भ में भारहीन रस्सी में तनाव शून्य है तथा रस्सी क्षैतिज है। एक क्षैतिज बल $F = 40 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ को ब्लॉक A पर समय अन्तराल $t = 0$ से $t = 6 \text{ sec}$ के लिए लगाया जाता है। यहाँ F न्यूटन में है तथा t सेकण्ड में है। जमीन व ब्लॉक A के मध्य घर्षण गुणांक 0.20 है तथा ब्लॉक B तथा जमीन के मध्य घर्षण गुणांक 0.30 है। ($g = 10 \text{ m/sec}^2$ लें) कॉलम-I में दिये गये कथनों को कॉलम-II दिये गये समय अन्तरालों (सेकण्ड में) को सुमेलित करो।



Column I

- (A) Friction force between block B and ground is zero in the time interval
(B) Tension in the string is non zero in the time interval
(C) Acceleration of block A is zero in the time interval
(D) Magnitude of friction force between A and ground is decreasing in the time interval

स्तम्भ-I

- (A) ब्लॉक B तथा जमीन के मध्य घर्षण बल शून्य इस समयान्तराल में है
(B) रस्सी में तनाव अशून्य इस समयान्तराल में है।
(C) ब्लॉक A का त्वरण शून्य इस समयान्तराल में है।
(D) ब्लॉक A तथा जमीन के मध्य घर्षण बल का परिमाण इस समयान्तराल में घट रहा है।

Column II

- (p) $0 < t < 1$
(q) $1 < t < 3$
(r) $3 < t < 5$
(s) $5 < t < 6$

स्तम्भ-II

- (p) $0 < t < 1$
(q) $1 < t < 3$
(r) $3 < t < 5$
(s) $5 < t < 6$

Ans. (A) p,s (B) q, r (C) p, q, r, s (D) s



Sol.

$$f_{2(\max)} = \mu_2 N = 30 \quad f_{1(\max)} = \mu_1 N = 20$$

$$F_{\max} = 40 < (20 + 30)$$

So as long as force F is in the positive x direction, both the block are at rest.

So (C) p, q, r, s

$$\text{When } F = 20 = 40 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \Rightarrow \frac{1}{2} = \sin\frac{\pi}{6}t$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{6}t = \frac{\pi}{6}, \pi - \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = 1, 5$$

$$\text{When } F = 0, \quad t = 0 \text{ and } \frac{\pi}{6}t = \pi \quad \text{i.e. } t = 6$$

$$\text{When } F = 40 \quad \text{i.e. } \frac{\pi}{6}t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = 3$$



For $0 < t < 1$

$0 < F < 20$

FBD of block A (in x-direction)

acceleration $a_A = 0$, Tension $T = 0$

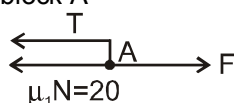
$f_1 < 20$

$a_B = 0$, friction force $f_2 = 0$

So (A) p

For $1 < t < 3$ $\{20 < F < 40\}$ and $3 < t < 5$ $\{40 > F > 20\}$

FBD of block A

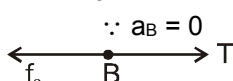


$a_A = 0$, $T \neq 0$

$T = F - 20$ i.e. $0 < T < 20$

$\therefore F < 40$

FBD of block B



$\therefore a_B = 0$

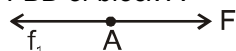
So B $\rightarrow$ q, r

$f_2 \neq 0$

For $5 < t < 6$

$20 > F > 0$

FBD of block A



$a_A = 0$, Tension $T = 0$

$a_B = 0$, Friction force $f_2 = 0$

$f_1 = F$

So (D) $\rightarrow$ s and (A) $\rightarrow$ s

Alternate :

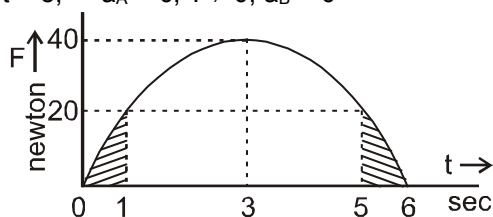
When $F = 20 = 40 \sin \frac{\pi t}{6} \Rightarrow t = 1 \text{ sec.}$

$F = 0 = 40 \sin \frac{\pi t}{6} \Rightarrow t = 6 \text{ sec.}$

By using symmetry in sine curve

For shaded region $F < 20$, $a_A = 0$, $T = 0$, $a_B = 0$

For $1 < t < 5$, $a_A = 0$, $T \neq 0$, $a_B = 0$



हल:

$$f_{2(\max)} = \mu_2 N = 30 \quad f_{1(\max)} = \mu_1 N = 20$$

$$F_{\max} = 40 < (20 + 30)$$

जब तक बल F धनात्मक x -दिशा में होगा

तब तक दोनों ब्लॉक विराम में रहेंगे।

So (C) $\rightarrow$ p, q, r, s

$$\text{जब } F = 20 = 40 \sin \left(\frac{\pi t}{6} \right) \Rightarrow \frac{1}{2} = \sin \frac{\pi t}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi t}{6} = \frac{\pi}{6}, \pi - \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = 1, 5$$

$$\text{जब } F = 0, \quad t = 0 \text{ and } \frac{\pi t}{6} = \pi \quad \text{i.e. } t = 6$$

$$\text{जब } F = 40 \quad \text{i.e. } \frac{\pi t}{6} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = 3$$

$0 < t < 1$ के लिए



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) - 324005

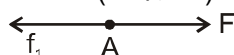
Website: www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

PAGE NO.-8

$$0 < F < 20$$

ब्लॉक A का FBD (x-दिशा में)



$$f_1 < 20$$

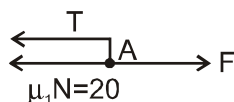
$$\text{त्वरण } a_A = 0, \text{ तनाव } T = 0$$

$$a_B = 0, \text{ घर्षण बल } f_2 = 0$$

So (A) $\rightarrow$ p

For $1 < t < 3$ $\{20 < F < 40\}$ and $3 < t < 5$ $\{40 > F > 20\}$

ब्लॉक A का FBD



$$a_A = 0, T \neq 0$$

$$\therefore F < 40$$

$$T = F - 20 \text{ i.e. } 0 < T < 20$$

ब्लॉक B का FBD

$$\therefore a_B = 0$$



अतः B $\rightarrow$ q, r

$$f_2 \neq 0$$

$5 < t < 6$ के लिए

$$20 > F > 0$$

FBD of block A



$$a_A = 0, \text{ तनाव } T = 0$$

$$a_B = 0, \text{ घर्षण बल } f_2 = 0$$

$$f_1 = F$$

So (D) $\rightarrow$ s and (A) $\rightarrow$ s

Alternate :

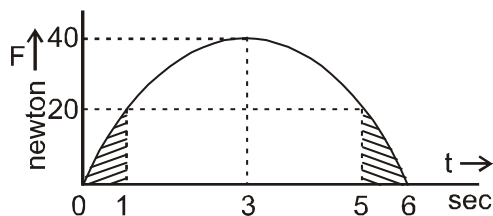
$$\text{जब } F = 20 = 40 \sin \frac{\pi t}{6} \Rightarrow t = 1 \text{ sec.}$$

$$F = 0 = 40 \sin \frac{\pi t}{6} \Rightarrow t = 6 \text{ sec.}$$

sine वक्र में सममिति के प्रयोग से

छायांकित भाग के लिए $F < 20$, $a_A = 0$, $T = 0$, $a_B = 0$

For $1 < t < 5$, $a_A = 0$, $T \neq 0$, $a_B = 0$



DPP No. : B11 (JEE–Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.20

Max. Time : 40 min.

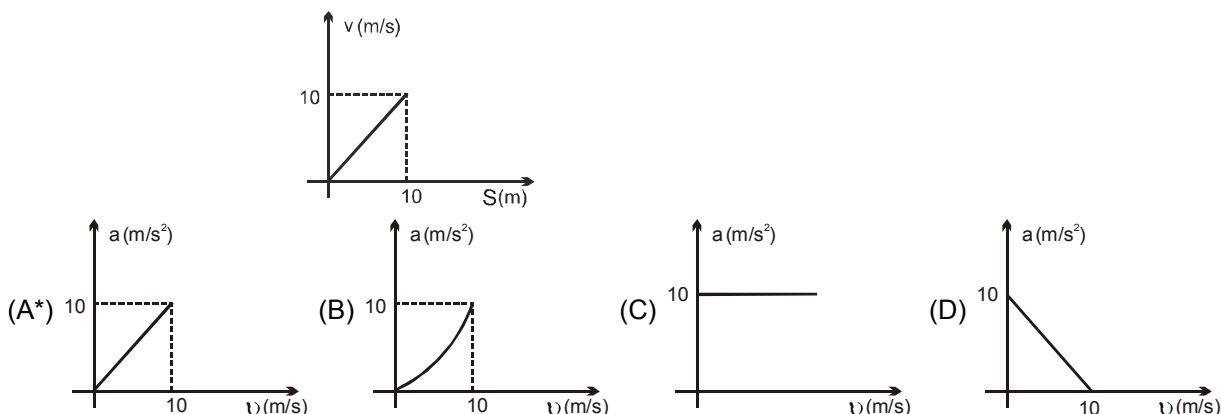
(3 marks 2 min.)

[60, 40]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B11

1. (A)	2. (B)	3. (B)	4. (A)	5. (A)	6. (A)	7. (B)
8. (C)	9. (C)	10. (C)	11. (B)	12. (C)	13. (A)	14. (C)
15. (D)	16. (C)	17. (D)	18. (C)	19. (D)	20. (D)	

1. Velocity (v) versus displacement (S) graph of a particle moving in a straight line is shown in figure. Corresponding acceleration (a) versus velocity (v) graph will be
सरल रेखा में गति करते हुये एक कण के वेग (v) तथा विस्थापन (S) का ग्राफ चित्र में दिखाया गया है। इसके संगत त्वरण (a) तथा वेग (v) का ग्राफ होगा –



Sol. From the given graph relation between velocity (V) and displacement (S) is given by

$$v = S$$

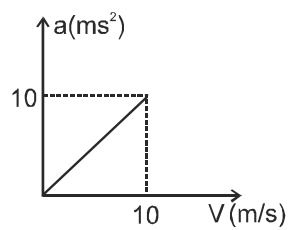
$$\frac{dv}{dS} = 1$$

Hence, acceleration $a = v \frac{dv}{dS}$

$$a = v \times 1$$

$$a = v$$

Therefore, graph between acceleration and velocity will be as shown.



हल दिये गये ग्राफ से वेग (v) तथा विस्थापन (S) के बीच सम्बन्ध दिया जा सकता है।

$$v = S$$

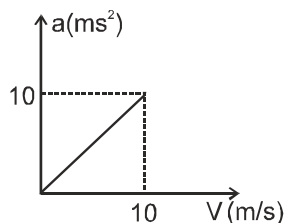
$$\frac{dv}{dS} = 1$$

$$\text{इसलिए, त्वरण } a = v \frac{dv}{dS}$$

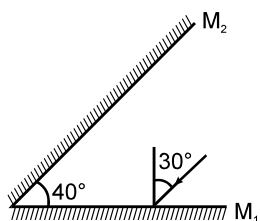
$$a = v \times 1$$

$$a = v$$

इसलिए, त्वरण तथा वेग के बीच ग्राफ चित्रानुसार होगा।



2. In the figure shown, the maximum number of reflections will be :
(दिये गये चित्र में, परावर्तन की अधिकतम संख्या होगी)



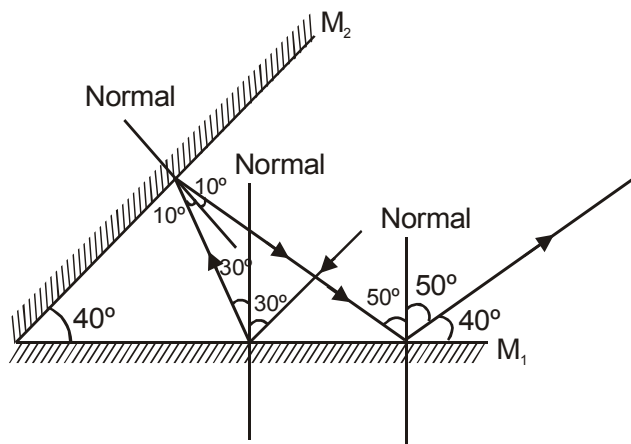
(A) 2

(B*) 3

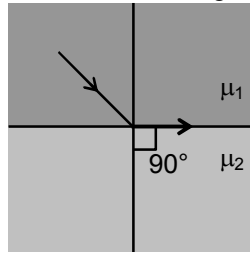
(C) 4

(D) 1

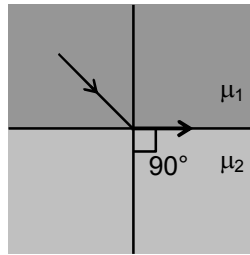
Sol. As after third reflection finally emergent ray is parallel to mirror M_2 . Hence possible no. of reflections = 3.



3. A ray is incident on interface of two media at critical angle as shown in the figure.

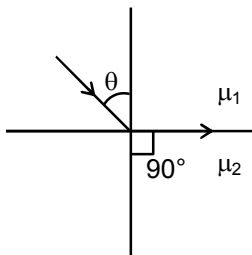


- (A) If μ_1 and μ_2 both are increased by same amount the ray will suffer total internal reflection
 (B*) If μ_1 and μ_2 both are increased by same amount the ray will suffer refraction and angle of refraction will be less than 90° .
 (C) If μ_1 and μ_2 both are doubled ray will suffer total internal reflection
 (D) If μ_1 and μ_2 both are doubled ray will suffer refraction and angle of refraction will be less than 90° .
 एक किरण दो माध्यमों के अन्तरापृष्ठ पर चित्रानुसार क्रान्तिक कोण पर आपतित होती है।



- (A) यदि μ_1 तथा μ_2 दोनों समान मात्रा से बढ़ाये जायें, तब किरण पूर्ण आन्तरिक परावर्तित होगी।
 (B*) यदि μ_1 तथा μ_2 दोनों समान मात्रा से बढ़ाये जायें, तब किरण अपवर्तित होगी, तथा अपवर्तन कोण 90° से छोटा होगा।
 (C) यदि μ_1 तथा μ_2 दोनों दुगुने किये जायें, तो किरण पूर्ण आन्तरिक परावर्तित होगी।
 (D) यदि μ_1 तथा μ_2 दोनों दुगुने किया जायें, तब किरण अपवर्तित होगी, तथा अपवर्तन कोण 90° से छोटा होगा।

Sol.



In given case

$$\sin \theta = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

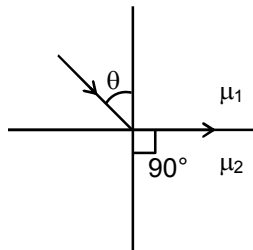
If we increase both indices by x

$$\sin i_c = \frac{\mu_2 + x}{\mu_1 + x} > \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad (\text{Since } \mu_1 > \mu_2)$$

$$i_c > \theta$$

Ray will suffer refraction.

If μ_1 & μ_2 both are doubled critical angle will remain same, so the direction of refracted ray will remain same



दी गई स्थिति में

$$\sin \theta = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

यदि हम दोनों अपवर्तनांक को x से बढ़ाते हैं।

$$\sin i_c = \frac{\mu_2 + x}{\mu_1 + x} > \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad (\text{चूँकि } \mu_1 > \mu_2)$$

$$i_c > \theta$$

किरण अपवर्तित होगी।

यदि μ_1 तथा μ_2 दोनों दुगुने किये जायें तो क्रान्तिक कोण अपरिवर्तित रहेगा, अतः अपवर्तित किरण की दिशा अपरिवर्तित रहेगी।

4. For a prism kept in air it is found that for an angle of incidence 60° , the angle of refraction 'A', angle of deviation ' δ ' and angle of emergence 'e' become equal. Then the refractive index of the prism is
हवा में रखे प्रिज्म के लिए जब आपतन कोण 60° होता है, तो प्रिज्म का अपवर्तन कोण 'A', विचलन कोण ' δ ' तथा निर्गत कोण e बराबर पाये जाते हैं। तब प्रिज्म का अपवर्तनांक है –

(A*) 1.73 (B) 1.15 (C) 1.5 (D) 1.33

Sol.

Given $i = 60^\circ$

$A = \delta = e$

$$\delta = i + e - A \Rightarrow \delta = i \quad (\because e = A)$$

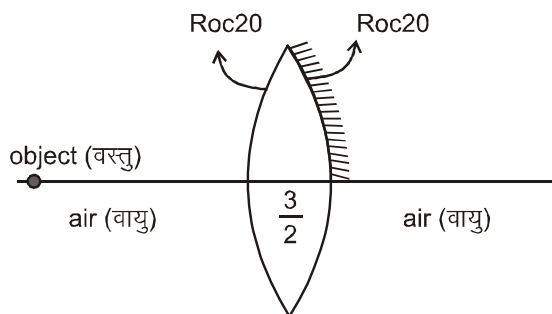
$$\mu = \frac{\sin \left(\frac{A + \delta_m}{2} \right)}{\sin \frac{A}{2}}$$

Here angle of deviation is minimum ($\because i = e$)

$$\mu = \frac{\sin \left(\frac{60^\circ + 60^\circ}{2} \right)}{\sin (60^\circ / 2)}$$

5. Distance between two images formed by upper and lower part of the point object placed at 30 cm from given lens.

दिये गये लैन्स से 30 cm दूरी पर स्थित वस्तु के ऊपरी भाग तथा निचले भाग द्वारा दो प्रतिबिम्ब बनते हैं, प्रतिबिम्बों के मध्य दूरी होगी–



(A*) 66 cm

(B) 36 cm

(C) 72 cm

(D) 42 cm

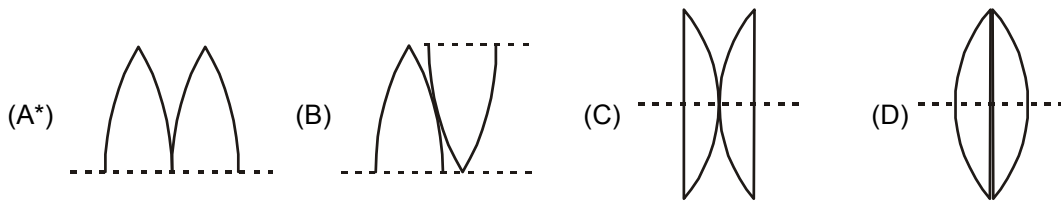
Sol.

$$\frac{1}{f_L} = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{20} \right) \Rightarrow F_L = 20 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-10} - \frac{2}{20} = -\frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{-30} = -\frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{30} - \frac{1}{5}$$

$$\text{for lens } \frac{1}{v} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{20} \text{ लैन्स के लिए}$$

6. A convex lens is cut into two parts in different ways that are arranged in four manners, as shown. Which arrangement will give maximum optical power ?
 एक उत्तल लैन्स को भिन्न-भिन्न तरीकों से दो भागों में काटकर दर्शाये अनुसार चार स्थितियों में संयोजित किया गया है। कौन सा संयोजन महत्तम प्रकाशीय शक्ति देगा –



Sol. Focal length is minimum in case I, therefore power is maximum.

Sol. प्रथम स्थिति में फोकस दूरी न्यूनतम है इसलिए, शक्ति अधिकतम है।

7. The following data are given for a crown glass prism ;
 refractive index for blue light $n_b = 1.521$
 refractive index for red light $n_r = 1.510$
 refractive index for yellow light $n_y = 1.550$
 Dispersive power of a parallel glass slab made of the same material is :
 क्राउन काँच के प्रिज्म के निम्न आंकड़े दिये गये हैं –

नीले प्रकाश का अपवर्तनांक $n_b = 1.521$

लाल प्रकाश का अपवर्तनांक $n_r = 1.510$

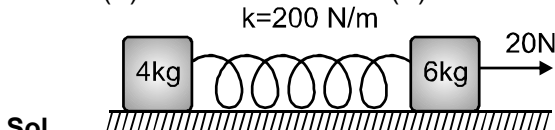
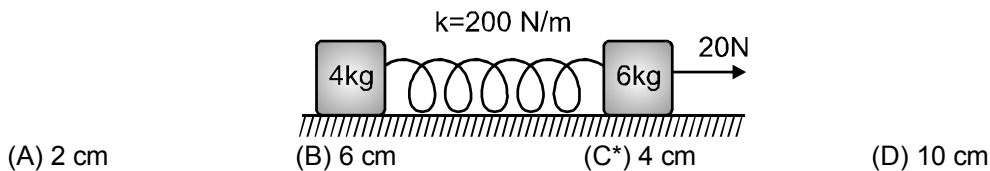
पीले प्रकाश का अपवर्तनांक $n_y = 1.550$

इस पदार्थ से बनी समान्तर काँच पट्टिका की विक्षेपण क्षमता है –

- (A) 0.01 (B*) 0.02 (C) 0.03 (D) 0

Sol. Dispersive power विक्षेपण क्षमता $(\omega) = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.521 - 1.510}{1.550 - 1} = 0.02$

8. Two blocks of mass 4 kg and 6kg are attached by a spring of spring constant $k = 200 \text{ N/m}$, both blocks are moving with same acceleration. Find elongation in spring :
 4 kg और 6kg द्रव्यमान के दो ब्लॉक, $k = 200 \text{ N/m}$, स्प्रिंग नियतांक वाली स्प्रिंग से जुड़े हुए हैं तथा दोनों ब्लॉक समान त्वरण से गति कर रहे हैं, तो स्प्रिंग में विस्तार ज्ञात करो।



Sol.

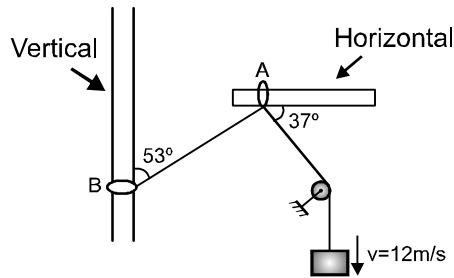
$$a = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$kx = 4(a)$$

$$200(x) = 4 \times 2 \Rightarrow x = \frac{4}{100} \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

9. Two smooth rings A and B are connected by a string. A another string connect Ring A and block, if strings are tight then at given moment :
दो चिकनी वलय A व B डोरी द्वारा जुड़ी हुई है। अन्य डोरी वलय A व ब्लॉक से जुड़ी हुई है, यदि डोरियां तनी हुई है तब दिये गये क्षण पर :



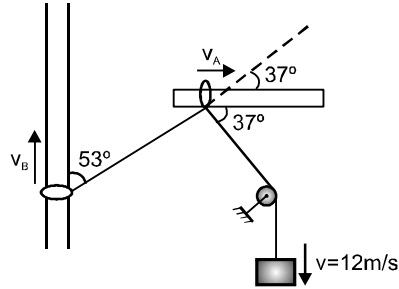
(A) $v_B = 15 \text{ m/s}$

(B) $v_B = 24 \text{ m/s}$

(C*) $v_B = 20 \text{ m/s}$

(D) $v_B = 12 \text{ m/s}$

Sol.

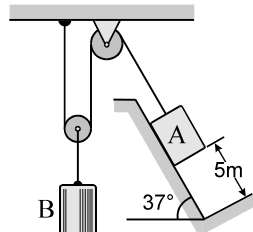


$$v_A \cos 37^\circ = 12$$

$$v_A = 15 \text{ m/s}$$

$$\text{and तथा } v_A \cos 37^\circ = v_B \cos 53^\circ \Rightarrow v_B = 20 \text{ m/s.}$$

10. The blocks A and B shown in the figure have masses $M_A = 5 \text{ kg}$ and $M_B = 4 \text{ kg}$. The system is released from rest. The speed of B after A has travelled a distance 1 m along the incline is
चित्रानुसार A तथा B ब्लॉक के द्रव्यमान क्रमशः $M_A = 5 \text{ kg}$ तथा $M_B = 4 \text{ kg}$ है। निकाय को विराम से मुक्त किया जाता है। A द्वारा नततल पर 1 मीटर की दूरी तय करने के पश्चात B का वेग है ?



(A) $\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{g}$

(B) $\frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt{g}$

(C*) $\frac{\sqrt{g}}{2\sqrt{3}}$

(D) $\frac{\sqrt{g}}{2}$

- Sol. (C) If A moves down the incline by 1 metre, B shall move up by $\frac{1}{2}$ metre. If the speed of B is v then the speed of A is $2v$.

यदि A नततल पर 1 मीटर नीचे जाता है तो B ऊपर की ओर $\frac{1}{2}$ मीटर चलेगा। यदि B का वेग v है तो A का वेग $2v$ है।

From conservation of energy:

Gain in K.E. = loss in P.E.

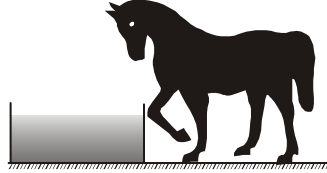
K.E. में वृद्धि = P.E. में हानि

$$\frac{1}{2} m_A (2v)^2 + \frac{1}{2} m_B v^2 = m_A g \times \frac{3}{5} - m_B g \times \frac{1}{2}$$

Solving we get हल करने पर

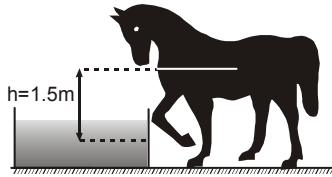
$$v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{3}} \quad \text{Ans.}$$

11. A horse drinks water from a cubical container of side 1 m. The level of the stomach of horse is at 2 m from the ground. Assume that all the water drunk by the horse is at a level of 2 m from the ground. Then minimum work done by the horse in drinking the entire water of the container is (Take $\rho_{\text{water}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ and $g = 10 \text{ m/s}^2$) :
 1 m भुजा वाले घनाकार पात्र से एक घोड़ा पानी पी रहा है। घोड़े के पेट की धरातल से ऊँचाई 2 m है यह मानिए कि घोड़े द्वारा पीये गए पानी का तल धरातल से 2m ऊँचाई पर है तो पात्र में रखे सम्पूर्ण पानी को पीने में घोड़े द्वारा किया गया न्यूनतम कार्य है। ($\rho_{\text{water}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ तथा $g = 10 \text{ m/s}^2$) :



- (A) 10 kJ (B*) 15 kJ (C) 20 kJ (D) zero शून्य

Sol. (B) The mass of water is पानी का द्रव्यमान

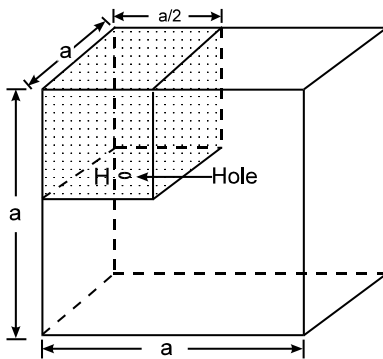


$$m = 1 \times 10^3 \text{ kg}$$

∴ The increase in potential energy of water is
 जल की स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि
 $= mgh = (1 \times 10^3) (10) 1.5 = 15 \text{ kJ}$

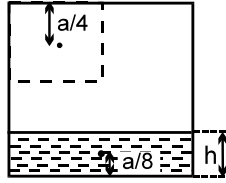
12. The figure shows a hollow cube of side 'a' of volume V. There is a small chamber of volume $\frac{V}{4}$ in the cube as shown. This chamber is completely filled by m kg of water. Water leaks through a hole H and spreads in the whole cube. Then the work done by gravity in this process assuming that the complete water finally lies at the bottom of the cube is :

a भुजा तथा V आयतन का एक खोखला घन चित्र में प्रदर्शित है। चित्रानुसार इसमें एक छोटा $\frac{V}{4}$ आयतन का घन क्षेत्र है। इस लघु क्षेत्र को m किग्रा द्रव्यमान के पानी से भर दिया जाता है। पानी एक छेद H द्वारा निकलकर सारे घन में फैलता है। यह मानना है अन्त में सारा पानी घन के तल में आ जाता है, तो इस प्रक्रिया में गुरुत्व द्वारा किया गया कार्य होगा



- (A) $\frac{1}{2} m g a$ (B) $\frac{3}{8} m g a$ (C*) $\frac{5}{8} m g a$ (D) $\frac{1}{8} m g a$

Sol. (C) Let h be the height of water surface, finally
माना अन्त में पानी के सतह की ऊँचाई h है।



$$a^2 h = a \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} ; h = \frac{a}{4}$$

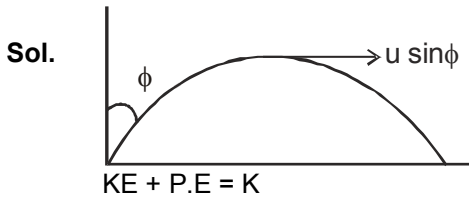
$\therefore$ C.M. gets lowered by $\left(\frac{3a}{4} - \frac{a}{8}\right) = \frac{5a}{8}$ $\therefore$ Work done by gravity = $mg \frac{5a}{8}$

$\therefore$ द्रव्यमान केन्द्र नीचे आयेगा $\left(\frac{3a}{4} - \frac{a}{8}\right) = \frac{5a}{8}$ $\therefore$ अतः गुरुत्व द्वारा किया गया कार्य = $mg \frac{5a}{8}$

13. A body is projected with kinetic energy k at angle ϕ with the vertical. Neglecting friction, its potential energy at the highest point will be

एक वस्तु जिसकी गतिज ऊर्जा k है, ऊर्ध्वाधर के साथ ϕ कोण पर प्रक्षेपित की जाती है। वायु प्रतिरोध को नगण्य मानते हुए उच्चतम बिन्दु पर इसकी स्थितिज ऊर्जा होगी।

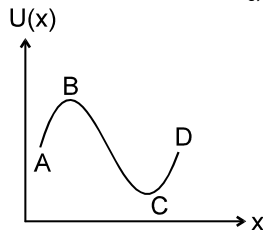
- (A*) $k \cos^2 \phi$ (B) $k \sin^2 \phi$ (C) k (D) zero



$$\begin{aligned} P.E &= K - \frac{1}{2} mu^2 \sin^2 \phi \\ &= K - K \sin^2 \theta \\ &= K \cos^2 \phi \end{aligned}$$

14. The potential energy of a particle varies with distance x as shown in the graph.

एक कण की स्थितिज ऊर्जा का दूरी x के साथ सम्बन्ध चित्र में प्रदर्शित है तो



The force acting on the particle is zero.

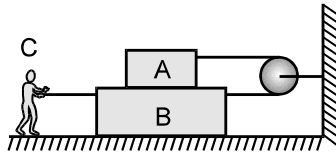
कण पर आरोपित बल निम्न पर शून्य होगा।

- (A) at position C (B) at position B and D
(C*) at positions B and C (D) at positions A and D.
(A) C स्थिति पर (B) B तथा D स्थिति पर
(C*) B तथा C स्थिति पर (D) A तथा D स्थिति पर

Sol. Slope is zero at positions B and C $\left(F = -\frac{dU}{dx}\right)$

B तथा C स्थिति पर प्रवणता शून्य है, अतः $\left(F = -\frac{dU}{dx}\right)$

15. In the figure $m_A = m_B = m_C = 60 \text{ kg}$. The co-efficient of friction between C and ground is 0.5, B and ground is 0.3, A & B is 0.4. C is pulling the string with the maximum possible force without moving. Then tension in the string connected to A will be:
 चित्र में $m_A = m_B = m_C = 60 \text{ kg}$ है जमीन तथा C के मध्य घर्षण गुणांक 0.5, B तथा जमीन के मध्य 0.3, A व B के मध्य 0.4 है। C रस्सी को बिना गति किए हुए अधिकतम सम्भव बल से खींचता है तो A से जुड़ी हुई रस्सी में तनाव क्या होगा—



- (A) 120 N (B) 60 N (C) 100 N (D*) zero शून्य

Sol. Maximum frictional force between C and ground = 300 Nt
 Max. frictional force between B and ground = 360 Nt
 So man is unable to pull B Hence $T = 0$

16. The focal length of a lens of refractive index $3/2$ is 10 cm in air. The focal length of that lens in a medium of refractive index $7/5$ is:
 एक लेंस, जिसका अपवर्तनांक हवा में $3/2$ है, की हवा में फोकस दूरी 10 cm है। इस लेंस की माध्यम जिसका अपवर्तनांक $7/5$ है, में फोकस दूरी है:

- (A) – 70 cm (B) 10/7 cm (C*) 70 cm (D) none of these

Sol. $\frac{1}{10} = \left(\frac{3}{2} - 1\right) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$ (1)

when placed in medium of RI $\frac{7}{5}$ $\frac{1}{F'} = \left(\frac{3/2}{7/5} - 1\right) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$ (2)

Dividing (1) by (2) $F' = 70 \text{ cm}$

$\frac{7}{5}$ माध्यम के अपवर्तनांक के माध्यम पर रखने पर $\frac{1}{F'} = \left(\frac{3/2}{7/5} - 1\right) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$ (2)

(1) को (2) से भाग देने पर $F' = 70 \text{ cm}$

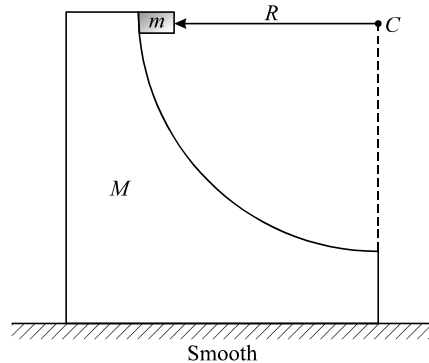
17. A body of mass m is moving in a circle of radius r with a constant speed v . The force on the body is mv^2/r and is directed towards the centre. What is the work done by the force in moving the body half the circumference of the circle.

एक m द्रव्यमान की वस्तु r त्रिज्या के वृत्त में नियत चाल v से गति कर रही है। इस पर लगने वाला बल mv^2/r है और यह केन्द्र की ओर लगता है। इस बल द्वारा किये गये कार्य का मान क्या होगा जब वस्तु वृत्त पर आधी परिधि के बराबर दूरी चलती है।

- (A) $\frac{mv^2}{r} \times \pi r$ (B) mv^2 (C) $\frac{1}{2}mv^2$ (D*) zero शून्य

Sol. $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{S} = 0$ because क्योंकि $\vec{F} \cdot d\vec{S} = 0$

18. A small mass m is placed and released from the vertical portion of a quarter circular arc as shown in figure. As it slides, the acceleration of the mass M on the smooth horizontal surface
- m द्रव्यमान को एक चौथाई वृत्ताकार वक्र के शीर्ष से चित्रानुसार छोड़ा जाता है। जब ब्लॉक m फिसलता है तो M द्रव्यमान वाले ब्लॉक का चिकनी क्षैतिज सतह पर त्वरण :



- (A) Continuously increases
(C*) First increases then decreases
(A) लगातार बढ़ेगा।
(C*) पहले बढ़ेगा फिर घटेगा।
- (B) Continuously decreases
(D) First decreases then increases
(B) लगातार घटेगा।
(D) पहले घटेगा फिर बढ़ेगा।

Sol. At the highest point and lowest point the component of normal reaction between M and m in the horizontal is zero.

But in between these points, normal reaction in the horizontal direction was non-zero.

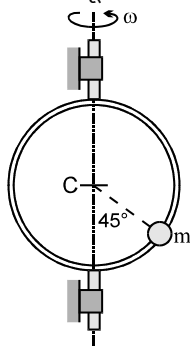
That means normal reaction in horizontal direction first increases then decreases and so the acceleration of mass ' M '.

उच्चतम तथा निम्नतम बिन्दु पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया का घटक क्षैतिज में M तथा m के बीच शून्य है।

परन्तु इन बिन्दुओं के बीच में, क्षैतिज दिशा में अभिलम्ब प्रतिक्रिया अशून्य थी। इसका मतलब अभिलम्ब प्रतिक्रिया पहले क्षैतिज दिशा में बढ़ती है उसके बाद घटती है। अतः द्रव्यमान ' M ' का त्वरण पहले बढ़ेगा फिर घटेगा।

19. A small bead of mass $m = 1 \text{ kg}$ is carried by a circular hoop having centre at C and radius $r = 1 \text{ m}$ which rotates about a fixed vertical axis. The coefficient of friction between bead and hoop is $\mu = 0.5$. The maximum angular speed of the hoop for which the bead does not have relative motion with respect to hoop. (Take $g = 10 \text{ m/s}^2$)

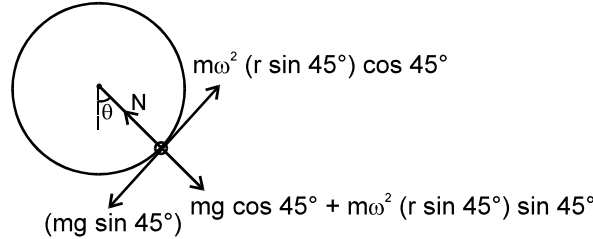
एक वृत्ताकार लूप जिसकी त्रिज्या $r = 1 \text{ m}$ तथा केन्द्र C है, यह स्थिर ऊर्ध्वाधर अक्ष के सापेक्ष घूर्णन कर रही है। इस पर $m = 1 \text{ kg}$ का छोटा मनका चित्रानुसार स्थित है। लूप तथा मनके के मध्य घर्षण गुणांक $\mu = 0.5$ है। लूप के सापेक्ष मनके की सापेक्ष गति नहीं हो इसके लिए लूप की अधिकतम कोणीय चाल क्या होगी ? (लीजिए $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (A) $(5\sqrt{2})^{1/2}$ (B) $(10\sqrt{2})^{1/2}$ (C) $(15\sqrt{2})^{1/2}$ (D*) $(30\sqrt{2})^{1/2}$

- Sol. (D)** The maximum angular speed of the hoop corresponds to the situation when the bead is just about to slide upwards.

The free body diagram of the bead is



For the bead not to slide upwards.

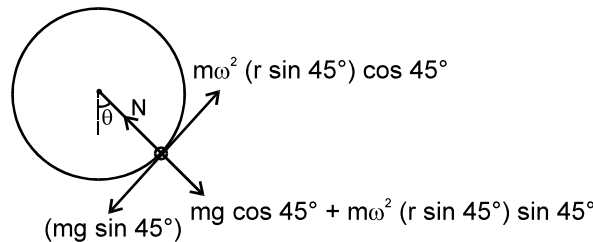
$$m\omega^2 (r \sin 45^\circ) \cos 45^\circ - mg \sin 45^\circ < \mu N \quad \dots\dots\dots (1)$$

where $N = mg \cos 45^\circ + m\omega^2 (r \sin 45^\circ) \sin 45^\circ \quad \dots\dots\dots (2)$

From 1 and 2 we get.

$$\omega = \sqrt{30} \sqrt{2} \text{ rad / s.}$$

- हल (D)** जब बीड ऊपर की ओर ठीक फिसलने की स्थिति में होता है तब लूप का कोणीय वेग अधिकतम है। बीड का free body diagram



बीड को ऊपर की ओर नहीं फिसलने के लिए

$$m\omega^2 (r \sin 45^\circ) \cos 45^\circ - mg \sin 45^\circ < \mu N \quad \dots\dots\dots (1)$$

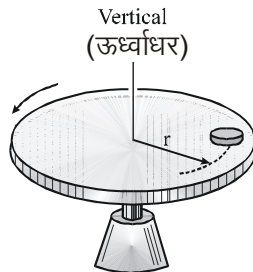
जहाँ $N = mg \cos 45^\circ + m\omega^2 (r \sin 45^\circ) \sin 45^\circ \quad \dots\dots\dots (2)$

समी० 1 तथा 2 से

$$\omega = \sqrt{30} \sqrt{2} \text{ rad / s.}$$

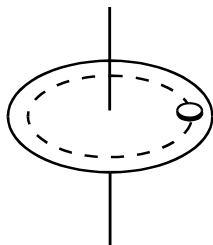
- 20.** A small coin of mass 40 g is placed on the horizontal surface of a rotating disc. The disc starts from rest and is given a constant angular acceleration $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$. The coefficient of static friction between the coin and the disc is $\mu_s = 3/4$ and coefficient of kinetic friction is $\mu_k = 0.5$. The coin is placed at a distance $r = 1 \text{ m}$ from the centre of the disc. The magnitude of the resultant force on the coin exerted by the disc just before it starts slipping on the disc is : (Take $g = 10 \text{ m/s}^2$)

एक छोटा सिक्का जिसका द्रव्यमान 40 ग्राम है, को एक घूमती हुए चकती की क्षैतिज सतह पर रखा जाता है। चकती स्थिरावस्था से प्रारम्भ होती है तथा इसे $\alpha = 2 \text{ रेडियन/से}^2$ का नियत कोणीय त्वरण प्रदान करते हैं। चकती व सिक्के के मध्य स्थैतिक घर्षण गुणांक $\mu_s = 3/4$ है तथा गतिक घर्षण गुणांक $\mu_k = 0.5$ हैं। सिक्के को चकती के केन्द्र से $r = 1 \text{ मी०}$ की दूरी पर रखा जाता है। सिक्के के चकती पर फिसलने से ठीक पहले चकती द्वारा सिक्के पर लगाया गया कुल बल होगा—(लीजिए $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (A) 0.2 N (B) 0.3 N (C) 0.4 N (D*) 0.5 N

Sol.



The friction force on coin just before coin is to slip will be : $f = \mu_s mg$

सिक्के के फिसलने से पहले सिक्के पर घर्षण बल : $f = \mu_s mg$

Normal reaction on the coin ; $N = mg$

सिक्के पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल ; $N = mg$

The resultant reaction by disk to the coin is

सिक्के पर डिस्क द्वारा परिणामी प्रतिक्रिया है

$$= \sqrt{N^2 + f^2} = \sqrt{(mg)^2 + \mu_s^2 (mg)^2} = mg \sqrt{1 + \mu^2}$$

$$= 40 \times 10^{-3} \times 10 \times \sqrt{1 + \frac{9}{16}} = \mathbf{0.5 \text{ N}}$$



Resonance[®]
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) - 324005

Website: www.resonance.ac.in | **E-mail :** contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | **CIN:** U80302RJ2007PLC024029

PAGE NO.-22

DPP No. : B12 (JEE-Advanced)

Total Marks : 37

Max. Time : 30 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.5

(3 marks, 2 min.) [15, 10]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.6 to Q.7

(3 marks 2 min.) [06, 04]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.9

(4 marks 5 min.) [08, 10]

Match the Following (no negative marking) Q.10

(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B12

1. (B) 2. (A) 3. (D) 4. (D) 5. (A) 6. (A) (B) (C)
7. (B) (C) 8. A (10, -20) and B (11 cm, -20 cm), size = 1cm 9. 2600
10. (A) - (p, t) ; (B) - (p, t) ; (C) - (s) ; (D) - (q, t)

1. An object approaches a fixed diverging lens with a constant velocity from infinity along the principal axis. The relative velocity between object and its image will be :
एक वस्तु अनन्त से स्थिर अपसारी लेंस की मुख्य अक्ष के अनुदिश इसकी तरफ नियत वेग से गतिशील है। वस्तु व इसके प्रतिबिम्ब का सापेक्ष वेग होगा :

(A) increasing

(B*) decreasing

(C) first increases then decreases

(D) first decreases and then increases.

(A) बढ़ेगा

(B*) घटेगा

(C) पहले बढ़ेगा फिर घटेगा

(D) पहले घटेगा तथा फिर बढ़ेगा

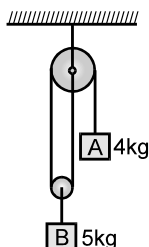
Sol. $V_i = \frac{v^2}{u^2} V_0$ & $v = \frac{uf}{-u-f} \Rightarrow \frac{-f}{u+f} = \frac{v}{u}$

$$V_{rel} = V_0 - V_i = \left(1 - \frac{v^2}{u^2}\right) V_0 = \left[1 - \left(\frac{f}{f+u}\right)^2\right] V_0 \text{ as } u \text{ increases } v_{rel} \text{ decreases}$$

चूँकि u बढ़ता है v_{rel} घटता है।

2. The acceleration of the blocks (A) and (B) respectively in situation shown in the figure is: (pulleys & strings are massless)

चित्र में दर्शायी गई स्थिति में गुटकों (A) व (B) के त्वरण क्रमशः हैं (घिरनियाँ व डोरियाँ द्रव्यमानहीन हैं)



(A*) $\frac{2g}{7}$ downward, $\frac{g}{7}$ upward

(B) $\frac{2g}{3}$ downward, $\frac{g}{3}$ upward

(C) $\frac{10}{13}g$ downward, $\frac{5g}{13}$ upward

(D) none of these

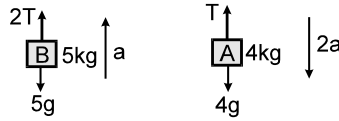
(A*) $\frac{2g}{7}$ नीचे की ओर, $\frac{g}{7}$ ऊपर की ओर

(B) $\frac{2g}{3}$ नीचे की ओर, $\frac{g}{3}$ ऊपर की ओर

(C) $\frac{10}{13}g$ नीचे की ओर, $\frac{5g}{13}$ ऊपर की ओर

(D) इनमें से कोई नहीं

Sol. The F.B.D. of block A and B are



from constraint, the acceleration of A & B are '2a' and 'a' respectively. Applying Newton's second law to blocks A and B, we get

$$4g - T = 4(2a) \quad \dots\dots(i)$$

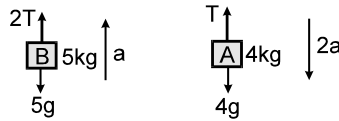
$$2T - 5g = 5(a) \quad \dots\dots(ii)$$

solving we get acceleration of A and B as $\frac{2g}{7}$ downward, $\frac{g}{7}$ upward respectively.

हल

(A)

गुटके A व B के मुक्त वस्तु रेखाचित्र हैं -



बाधित गति के कारण, A व B के त्वरण क्रमशः '2a' व 'a' हैं। गुटके A व B पर न्यूटन का द्वितीय नियम आरोपित करने पर हम पाते हैं,

$$4g - T = 4(2a) \quad \dots\dots(i)$$

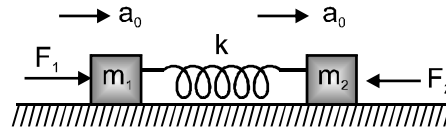
$$2T - 5g = 5(a) \quad \dots\dots(ii)$$

इनको हल करने पर हम पाते हैं A व B के त्वरण क्रमशः $\frac{2g}{7}$ नीचे की ओर व $\frac{g}{7}$ ऊपर की ओर है।

3.

Two blocks of masses m_1 and m_2 connected with a light spring of spring constant k are acted by forces F_1 and F_2 on a frictionless horizontal surface. Find the spring force at this instant provided that at this instant the acceleration of both the blocks are same :

घर्षण रहित क्षैतिज पृष्ठ पर द्रव्यमान m_1 तथा m_2 के दो ब्लॉक जो कमाना नियतांक k की हल्की कमाना से युग्मित है, पर बल F_1 तथा F_2 कार्यरत है। यदि दोनों ब्लॉकों का त्वरण किसी क्षण समान है, तो तात्क्षणिक कमाना बल ज्ञात कीजिए।



(A) $\frac{F_1 m_2 - F_2 m_1}{(m_1 + m_2)}$

(B) $\frac{F_1 - F_2}{2}$

(C) $\frac{m_1 F_1 + m_2 F_2}{(m_1 + m_2)}$

(D*) $\frac{F_1 m_2 + F_2 m_1}{m_1 + m_2}$

Sol.

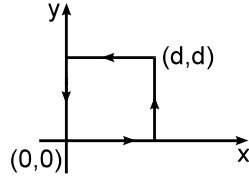
$$\frac{F_1 - kx}{m_1} = \frac{kx - F_2}{m_2}$$

$$= m_2 F_1 - kx m_2 = kx m_1 - m_1 F_2$$

$$\Rightarrow kx(m_1 + m_2) = m_1 F_2 + m_2 F_1 \quad \Rightarrow \quad kx = \frac{m_2 F_2 + m_1 F_1}{(m_1 + m_2)}$$

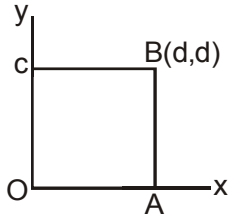
4. The work done by the force $\vec{F} = A (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j})$, where A is a constant and x & y are in meters around the path shown is:

बल $\vec{F} = A (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j})$ द्वारा दर्शाये गये पथ में किया गया कार्य, जहाँ A एक नियतांक है और x व y मीटर में हैं:



- (A) zero शून्य (B) Ad (C) Ad² (D*) Ad³

Sol.



$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int A (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j}) \cdot (dx \hat{i} + dy \hat{j})$$

$$= A \int (y^2 dx + 2x^2 dy)$$

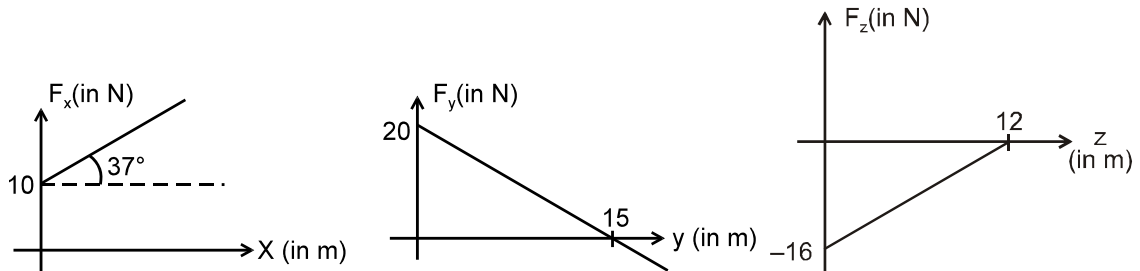
$$W_{OA} = 0 + 0, W_{AB} = A[0 + 2d^2 d]$$

$$W_{BC} = A[d^2 (-d) + 0], W_{CD} = A[0 + 0]$$

$$W = 0 + 2Ad^3 - Ad^3 + 0 = Ad^3 \quad \text{Ans. (D)}$$

5. The components of a force acting on a particle are varying according to the graphs shown. When the particle moves from (0, 5, 12) to (4, 20, 0) then the work done by this force is :

एक कण पर कार्यरत बल के घटक प्रदर्शित ग्राफ के अनुसार परिवर्तित होते हैं। जब कण (0, 5, 12) से (4, 20, 0) तक चलता है तब इस बल द्वारा किया गया कार्य है :



- (A*) 192 J (B) 400/3 J (C) 0 (D) None of these इनमें से कोई नहीं

Sol. From given graphs :

$$\vec{F} = \left(\frac{3}{4}x + 10\right) \hat{i} + \left(20 - \frac{4}{3}y\right) \hat{j} + \left(\frac{4}{3}z - 16\right) \hat{k}$$

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$= \int_{(0,5,12)}^{(4,20,0)} \left[\left(\frac{3}{4}x + 10\right) \hat{i} + \left(20 - \frac{4}{3}y\right) \hat{j} + \left(\frac{4}{3}z - 16\right) \hat{k} \right] \cdot [dx \hat{i} + dy \hat{j} + dz \hat{k}] = 192 \text{ J}$$

Alternating Solution :

Work done can also be found by finding area under these curves.

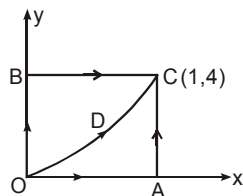
Paragraph for Question Nos. 6 and 7

प्रश्न 6 और 7 के लिए अनुच्छेद

A particle is moved along the different paths OAC, OBC & ODC as shown in the fig. Path ODC is a parabola, $y = 4x^2$. A force $\vec{F} = 3x^2\hat{i}$ acts on the particle.

Now answer the following questions :

एक कण अलग-अलग पथों से OAC, OBC तथा ODC के अनुदिश चित्रानुसार चलाया जाता है। पथ ODC एक परवलय $y = 4x^2$ है। कण पर एक बल $\vec{F} = 3x^2\hat{i}$ आरोपित है। अब निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिये।



6. Choose the incorrect options

(A*) The work done by the force $\vec{F}$ on the particle on the path OAC is 8 J

(B*) The work done by the force $\vec{F}$ on the particle on the path ODC is 64J

(C*) The work done by the force $\vec{F}$ on the particle on the path ODC is $\frac{19}{3}$ J

(D) The work done by the force $\vec{F}$ on the particle on the path OAC is 1 J
असत्य विकल्पों का चयन कीजिए।

(A*) पथ OAC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य 8J होगा।

(B*) पथ ODC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य 64J होगा।

(C*) पथ ODC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य $\frac{19}{3}$ J होगा।

(D) पथ OAC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य 1J होगा।

7. For the force $\vec{F} = xy\hat{i} + x^2y\hat{j}$ choose the correct option (s)

(A) is conservative

(B*) is non-conservative

(C*) The work done by the force $\vec{F}$ on the particle on the path OBC is 2J

(D) The work done by the force on the particle on the path OBC is 8J

बल $\vec{F} = xy\hat{i} + x^2y\hat{j}$ के लिए सही विकल्पों का चयन कीजिए।

(A) संरक्षी है

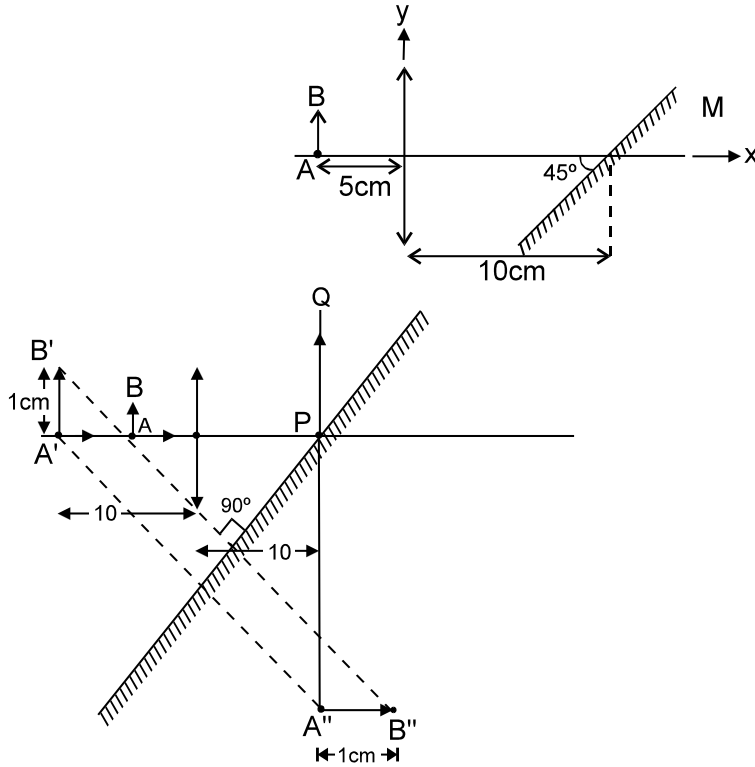
(B*) असंरक्षी है

(C*) पथ OBC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य 2J होगा।

(D) पथ OBC के अनुदिश कण पर बल $\vec{F}$ द्वारा किया गया कार्य 8J होगा।

8. An object AB of height 5 mm is kept to the left and on the axis of a converging lens of focal length 10 cm as shown in the figure. A plane mirror M is placed inclined at 45° to the lens axis at a distance of 10 cm to the right of the lens. Find the size of the image of object AB and the coordinates of the image of points A & B formed by this combination (take the centre of the lens as the origin and the lens axis as the positive x-axis). Consider the image after one refraction from lens and then one reflection from mirror only.

5 mm ऊँचाई की एक वस्तु AB, 10cm. फोकस दूरी के एक अभिसारी लेंस की अक्ष पर बांयी ओर चित्रानुसार रखी है। एक समतल दर्पण M लेंस के दांयी ओर 10 cm की दूरी पर लेंस की अक्ष से 45° के कोण पर रखी हुई है। इस संयोजन द्वारा बने वस्तु AB के प्रतिबिम्ब का आकार तथा बिन्दु A तथा B के प्रतिबिम्बों के निर्देशांक ज्ञात कीजिए। (लेंस का केन्द्र मूल बिन्दु पर तथा लेंस की अक्ष धनात्मक x-अक्ष मानी है।) प्रतिबिम्ब को लेंस से अपवर्तन तथा फिर दर्पण से परावर्तन के पश्चात् मानिए।



Sol.

For the lens लेंस के लिए $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{v} - \frac{1}{-5} = \frac{1}{10} \Rightarrow v = -10 \text{ cm}$

$$m = \frac{v}{u} = \frac{-10}{-5} = +2$$

$\therefore$ size of image प्रतिबिम्ब का आकार = 1cm

Ray diagram is : किरण चित्र है।

Image of A' will be on the vertical line PQ & image of A'B' will be at A''B'' (horizontal)

By geometry $A''P = A'P = 20 \text{ cm}$

Coordinates are : A (10, -20) and B (11 cm, -20 cm), size = 1cm Ans.

A' का प्रतिबिम्ब ऊर्ध्वाधर रेखा PQ पर होगा तथा A'B' का प्रतिबिम्ब A''B'' पर होगा (क्षैतिज)

ज्यामिति द्वारा $A''P = A'P = 20 \text{ cm}$

निर्देशांक है : **A (10, -20) और B (11 cm, -20 cm), आकार = 1cm Ans.**

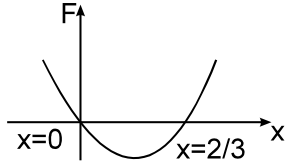
9. A particle of mass $m = 1 \text{ kg}$ is lying at rest on x -axis, experiences a net force given by law $F = x(3x - 2)$ Newton, where x is the x -coordinate of the particle in meters. The magnitude of minimum velocity in negative x -direction to be imparted to the particle placed at $x = 4$ meters such that it reaches the origin is $\sqrt{\frac{P}{27}} \text{ m/s}$. Find the value of P .

$m = 1 \text{ kg}$ द्रव्यमान का कण x -अक्ष पर विरामावस्था में रखा हुआ है यह कण नियम $F = x(3x - 2)$ द्वारा कुल बल अनुभव करता है। जहाँ x , कण का x -निर्देशांक मीटर में है। $x = 4\text{m}$ पर रखे हुये कण को मूल बिन्दु पर पहुँचाने के लिए

ऋणात्मक x -दिशा में न्यूनतम वेग का परिमाण $\sqrt{\frac{P}{27}} \text{ m/s}$ है। P का मान ज्ञात करो।

Ans. 2600

Sol. The particle is at equilibrium at $x = 0$ and $x = \frac{2}{3}$.

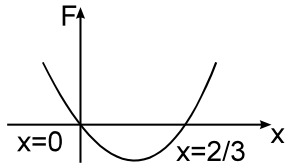


The particle is in stable equilibrium at $x = 0$ metre and unstable equilibrium at $x = \frac{2}{3}$ metre

The minimum speed imparted to the particle should be such that it just reaches $x = \frac{2}{3}$ from there on it shall automatically reach $x = 0$

$$\frac{1}{2}mv^2 = - \int_4^{2/3} F \, dx = - \int_4^{2/3} x(3x-2) \, dx = \frac{1300}{27} \quad \text{or} \quad v = \sqrt{\frac{2600}{27}} \text{ m/s}$$

$x = 0$ तथा $x = \frac{2}{3}$ पर कण साम्यवस्था में होगा .

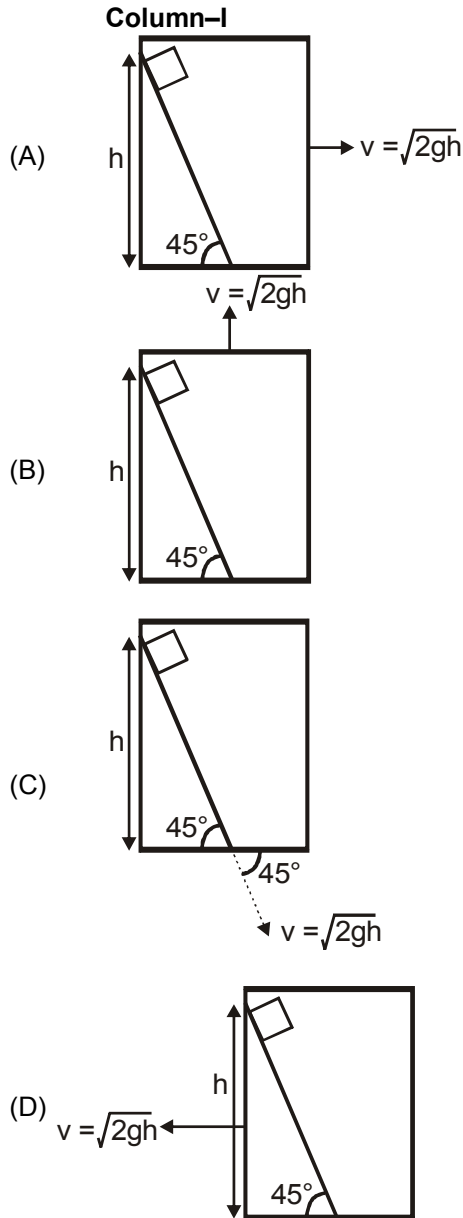


$x = 0$ पर कण स्थाई साम्यवस्था में होगा तथा $x = \frac{2}{3}$ पर अस्थायी साम्यवस्था में होगा।

अतः कण को इतनी न्यूनतम चाल दी जाये कि यह $x = \frac{2}{3}$ पर पहुँच जाये तथा इसके पश्चात् स्वतः $x = 0$ पर पहुँच जाये

$$\frac{1}{2}mv^2 = - \int_4^{2/3} F \, dx = - \int_4^{2/3} x(3x-2) \, dx = \frac{1300}{27} \quad \text{or} \quad v = \sqrt{\frac{2600}{27}} \text{ m/s}$$

10. Figure shows four situations in which a small block of mass 'm' is released from rest (with respect to smooth fixed wedge) as shown in figure. Column-II shows work done by normal reaction with respect to an observer who is stationary with respect to ground till block reaches at the bottom of inclined wedge, match the appropriate column (Assume that there is infinite friction between block and floor of cabin) :
 चित्र में चार स्थितियाँ प्रदर्शित हैं। जिनमें 'm' द्रव्यमान का छोटा ब्लॉक स्थिरावस्था से छोड़ा जाता है (चिकने जड़वत् वेज के सापेक्ष)। कॉलम-II में जमीन पर स्थित स्थिर प्रेक्षक के सापेक्ष ब्लॉक द्वारा नततल के तल तक पहुँचने में अभिलम्ब बल द्वारा किया गया कार्य प्रदर्शित है। संगत कॉलम का मिलान कीजिए। (माना ब्लॉक तथा केबिन के तल के मध्य अनन्त घर्षण बल उपस्थित है) :



Column-II

(p) Positive धनात्मक

(q) Negative ऋणात्मक

(r) equal to mgh in magnitude परिमाण में mgh के बराबर

(s) equal to zero शून्य के बराबर

(t) equal to $\sqrt{2}$ mgh in magnitude
 परिमाण में $\sqrt{2}$ mgh के बराबर

Ans. (A) – (p, t) ; (B) – (p, t) ; (C) – (s) ; (D) – (q, t)

DPP No. : B13 (JEE-Advanced)

Total Marks : 36

Max. Time : 26 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1

(3 marks, 2 min.) [03, 02]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.2 to Q.5

(4 marks 2 min.) [16, 08]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.6 to Q.8

(3 marks 2 min.) [09, 06]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.9 to Q.10

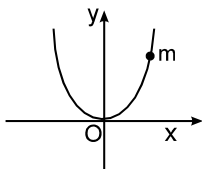
(4 marks 5 min.) [08, 10]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B13

- | | | | | |
|--------|------------|-----------|---------------|--------------------------|
| 1. (C) | 2. (B) (D) | 3. (B)(C) | 4. (B) (C)(D) | 5. (B)(C) |
| 6. (A) | 7. (B) | 8. (C) | 9. 48 N | 10. $-\frac{\pi a^2}{2}$ |

1. A bead of mass m is located on a parabolic wire with its axis vertical and vertex at the origin as shown in figure and whose equation is $x^2 = 4ay$. The wire frame is fixed in vertical plane and the bead can slide on it without friction. The bead is released from the point $y = 4a$ on the wire frame from rest. The tangential acceleration of the bead when it reaches the position given by $y = a$ is :

चित्रानुसार परवलय की समीकरण $x^2 = 4ay$ है। इसकी अक्ष ऊर्ध्वाधर तथा शीर्ष मूल बिन्दु पर है, इस परवलय तार पर m द्रव्यमान की मनका स्थित है। तार का फ्रेम ऊर्ध्वाधर तल में स्थिर है तथा मनका (मनका) बिना घर्षण के परवलय पर फिसल सकता है। तार फ्रेम पर $y = 4a$ बिन्दु से मनका स्थिरावस्था से छोड़ा जाता है। जब मनका $y = a$ स्थिति पर पहुँचता है तो इसका स्पर्शरेखीय त्वरण है :



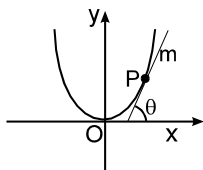
(A) $\frac{g}{2}$

(B) $\frac{\sqrt{3}g}{2}$

(C*) $\frac{g}{\sqrt{2}}$

(D) $\frac{g}{\sqrt{5}}$

Sol.



$x^2 = 4ay$

Differentiating w.r.t. y , we get

y के सापेक्ष अवकलन

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{2a}$$

$\therefore$ At $(2a, a)$, $\frac{dy}{dx} = 1 \Rightarrow$ hence अतः $\theta = 45^\circ$

the component of weight along tangential direction is $mg \sin \theta$.

भार का स्पर्श रेखीय दिशा में घटक $mg \sin \theta$.

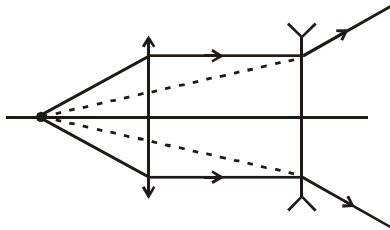
hence tangential acceleration is $g \sin \theta = \frac{g}{\sqrt{2}}$

अतः स्पर्श रेखीय त्वरण $g \sin \theta = \frac{g}{\sqrt{2}}$

2. A point object 'O' is placed at focus of a diverging lens of focal length 'f'. When a converging lens of focal length (f/2) is placed in between object and lens at distance f/2 from diverging lens then:
 फोकस दूरी f के अपसारी लेंस के फोकस पर एक बिन्दुवत् वस्तु O रखी गई है। जब अपसारी लेंस और वस्तु के बीच, अपसारी लेंस से f/2 दूरी पर एक f/2 फोकस दूरी का अभिसारी लेंस रखा जाये तो –

- (A) The final image will be found at second focus of the converging lens
 (B*) Final image will be formed on the object itself.
 (C) Final image is real.
 (D*) Final image is virtual.
 (A) अन्तिम प्रतिबिम्ब अभिसारी लेंस के द्वितीय फोकस पर मिलेगा।
 (B*) अन्तिम प्रतिबिम्ब इसके बिम्ब पर बनेगा।
 (C) अन्तिम प्रतिबिम्ब वास्तविक है।
 (D*) अन्तिम प्रतिबिम्ब आभासी है।

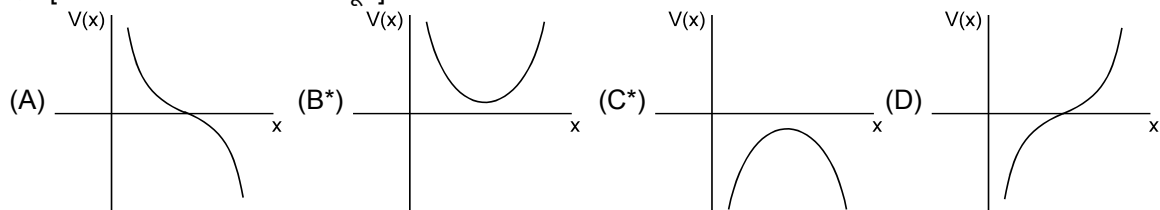
Sol.



The object is at first focus of converging lens hence emergent rays are parallel to principal axis. After refraction from the diverging lens these rays appear to come from the 2nd focus of diverging lens, where the object is situated.

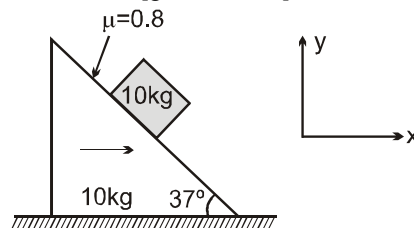
- Sol. वस्तु अभिसारी लेंस के पहले फोकस पर स्थित है अतः निर्गत किरणें मुख्य अक्ष के समानान्तर हैं। अपसारी लेंस से अपवर्तन के बाद यह किरणें अपसारी लेंस के 2nd फोकस से आती हुई प्रतीत होती हैं। जहाँ वस्तु स्थित है।

3. Which graph(s) show(s) the correct distribution of potential (at the points between them) due to two like point charges. [x = distance from the charge on left]
 दो समान बिन्दु आवेशों के कारण इनके बीच स्थित बिन्दुओं पर विभव का सही वितरण किस आरेख द्वारा प्रदर्शित होता है? [x = बायीं ओर के आवेश से दूरी]



4. A wedge is moving rightwards on which a block of mass 10kg is placed on it. Friction coefficient between the wedge and the block is 0.8. [Take $g = 10 \text{ m/s}^2$]. Select correct alternative(s) among the following options.

एक वेज दाँयी ओर गति करता है। 10kg द्रव्यमान का एक ब्लॉक इस पर रखा हुआ है। वेज तथा ब्लॉक के मध्य घर्षण गुणांक 0.8 है। सही विकल्पों का चयन कीजिये। [$g = 10 \text{ m/s}^2$]



- (A) If wedge is moving with constant velocity then friction acting on block is 64N.
 (B*) If wedge is moving with constant velocity then acceleration of block is zero.
 (C*) If wedge is moving with $\vec{a} = 2(\hat{i}) \text{ m/s}^2$ then friction acting on block is 44N.
 (D*) If wedge is moving with $\vec{a} = 10(\hat{i}) \text{ m/s}^2$ then friction is 20N, downward on the wedge along the inclined.
 (A) यदि वेज नियत वेग से गति कर रहा है तो ब्लॉक पर कार्यरत घर्षण बल 64N होगा।
 (B*) यदि वेज नियत वेग से गति कर रहा है तो ब्लॉक का त्वरण शून्य होगा।
 (C*) यदि वेज $\vec{a} = 2(\hat{i}) \text{ m/s}^2$ से गति कर रहा है तो ब्लॉक पर कार्यरत घर्षण बल 44N होगा।

Sol.

(A, B) If moving with constant velocity then $a = 0$
 so friction available = $\mu mg \cos \theta$
 $= (0.8)(10)(10)(4/5) = 64 \text{ N}$.
 but $mg \sin \theta = 60 \text{ N}$
 so required friction is 60N.
 So net force is zero.

(C) $a = 2\hat{i}$ $f = mg \sin 37^\circ - m a \cos 37^\circ = 44 \text{ N}$

(D) $f = mg \sin 37^\circ - m a \cos 37^\circ = -20 \text{ N}$

Sol.

यदि समान वेग से गति कर रहा है तो $a = 0$

अतः उपलब्ध घर्षण = $\mu mg \cos \theta$
 $= (0.8)(10)(10)(4/5) = 64 \text{ N}$.

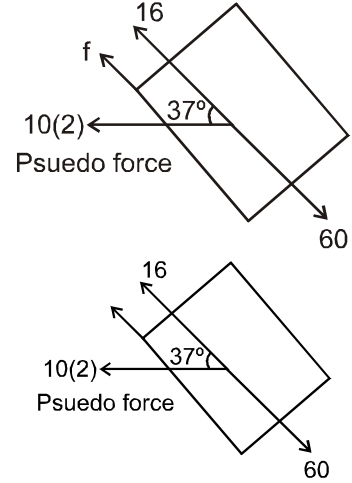
किन्तु $mg \sin \theta = 60 \text{ N}$

अतः आवश्यक घर्षण 60N.

अतः कुल बल शून्य है। तथा $a = 2\hat{i}$

चूंकि त्वरण के कारण $N > 80$, अतः $f_{\text{available}} > 64 \text{ N}$

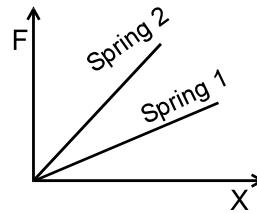
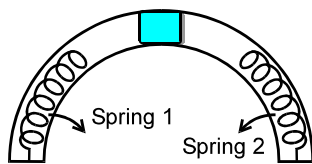
तथा जब $a = 10\hat{i}$ तो घर्षण 20N नीचे की ओर होगा।



5.

In the figure, a block rests on the top of a smooth fixed hemispherical tube of radius R in which it can just fit. Two springs are connected to the base as shown. The block is given a small jerk so that it can slide on the hemisphere. The F-X (F is magnitude of force and x is compression) graph for the springs is given below. Which of the following may be possible :

चित्र में, एक ब्लॉक, चिकनी जड़ित R त्रिज्या की अर्द्धवृत्ताकार नलिका के शीर्ष पर रखा है, जिसमें ये पूर्ण रूप से फँसा है। दो स्प्रिंग, नलिका के आधार से दिखाये अनुसार जोड़ी गई है। ब्लॉक को हल्के से धक्का देते हैं, जिससे ये नलिका पर फिसल सकता है। स्प्रिंगों के लिए F-X (F बल का परिमाण तथा x स्प्रिंग में संपीडन) वक्र नीचे दिये गये हैं। निम्न में कौन सम्भव है :



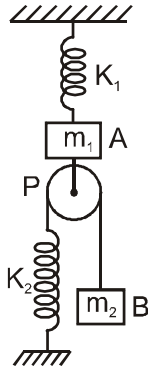
- (A) Maximum compression in both springs will be same.
 अधिकतम सम्पीडन दोनों स्प्रिंगों में समान होगा।
 (B*) Maximum compressions in the springs during its to and fro motion about its original position will be different.
 ब्लॉक की वास्तविक स्थिति के परितः इसकी इर्द गिर्द (to and fro) की गति के दौरान स्प्रिंगों में अधिकतम सम्पीडन भिन्न होंगे।
 (C*) The block will perform to and fro motion along the hemispherical surface about the original position.
 ब्लॉक अपनी प्रारम्भिक स्थिति के इधर-उधर अर्द्धवृत्ताकार सतह पर गति करेगा।
 (D) The block can never come to the original position.
 ब्लॉक कभी भी प्रारम्भिक स्थिति पर नहीं लौट सकता।

- Sol.** The two springs have different spring constants. Also energy remains conserved during the motion as no friction is present.
दो स्प्रिंगें अलग-अलग स्प्रिंग नियतांक रखती हैं और गति के दौरान ऊर्जा संरक्षित रहती है। चूंकि घर्षण उपस्थित नहीं है।

COMPREHENSION अनुच्छेद :

Two blocks A and B having masses m_1 and $m_2 = 2m_1$ are connected in a vertical plane as shown. Both the springs are massless and ideal. The pulley is smooth and massless. The spring 1 has spring constant K_1 and the spring 2 has spring constant K_2 . Strings are ideal and massless. The tension in spring 1 is T_1 and in spring 2 is T_2

दो ब्लॉक A तथा B जिनका द्रव्यमान m_1 तथा $m_2 = 2m_1$ है को ऊर्ध्वाधर तल में चित्रानुसार जोड़ा जाता है। दोनों स्प्रिंग द्रव्यमानहीन तथा आदर्श हैं। पुली चिकनी तथा द्रव्यमानहीन है। स्प्रिंग 1 का स्प्रिंग नियतांक K_1 तथा स्प्रिंग 2 का स्प्रिंग नियतांक K_2 है। रस्सीयाँ आदर्श तथा द्रव्यमानहीन हैं। स्प्रिंग 1 में तनाव T_1 तथा स्प्रिंग 2 में तनाव T_2 है।



6. When the string between block B and the pulley P is cut, then acceleration of m_1 and m_2 are a_1 and a_2 respectively.

जब ब्लॉक B तथा पुली P के मध्य की रस्सी काटी जाती है। तब m_1 तथा m_2 के त्वरण क्रमशः a_1 तथा a_2 हैं -

(A*) $a_1 = 4g \uparrow, a_2 = g \downarrow$

(B) $a_1 = 0, a_2 = 0$

(C) $a_1 = 0, a_2 = g \downarrow$

(D) $a_1 = 2g \downarrow, a_2 = g \uparrow$

- Sol.** (Tough) The m_2 will have free fall, $\therefore a_2 = g \downarrow$
Before string is cut, Tension in spring 1 is

$$T_1 = 2m_2g + m_1g = 5m_1g$$

After the string is cut, the acceleration of m_1

$$a_1 = \frac{5m_1g - m_1g}{m_1} = 4g \uparrow$$

हल: (Tough) m_2 का मुक्त गिरना होगा अतः $a_2 = g \downarrow$
रस्सी कटने से पूर्व, स्प्रिंग 1 में तनाव होगा

$$T_1 = 2m_2g + m_1g = 5m_1g$$

रस्सी कटने के बाद, m_1 का त्वरण

$$a_1 = \frac{5m_1g - m_1g}{m_1} = 4g \uparrow$$

7. The string between pulley P and block B is cut. Then

पुली P तथा ब्लॉक B के मध्य की रस्सी काट दी जाती है, तब

(A) $T_1 = 0, T_2 = 0$

(B*) $T_1 \neq 0, T_2 = 0$

(C) $T_1 \neq 0, T_2 \neq 0$

(D) $T_1 = 0, T_2 \neq 0$

- Sol.** Tension in spring 2 will become zero and the tension in spring 1 will not change.

हल: रस्सी 2 में तनाव शून्य होगा तथा स्प्रिंग 1 में तनाव परिवर्तित नहीं होगा।

8. If the string connecting block A and spring 1 is cut tensions in the springs are

यदि ब्लॉक A तथा स्प्रिंग 1 को जोड़ने वाली रस्सी काट दी जाती तो स्प्रिंगों में तनाव होंगे -

(A) $T_1 = 0; T_2 = 0$

(B) $T_1 \neq 0; T_2 = 0$

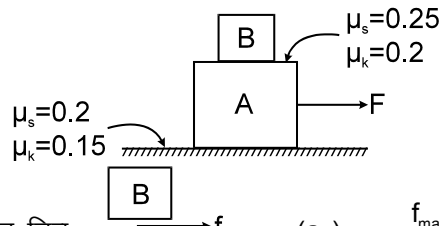
(C*) $T_1 = 0; T_2 \neq 0$

(D) $T_1 \neq 0; T_2 \neq 0$

- Sol.** Tension in spring 1 is zero but tension in spring 2 will not change.

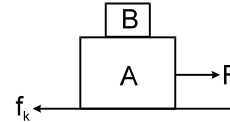
स्प्रिंग 1 में तनाव शून्य होगा परन्तु स्प्रिंग 2 में तनाव परिवर्तित नहीं होगा।

9. Block B of mass 2 kg rests on block A of mass 10 kg. All surfaces are rough with the value of coefficient of friction as shown in the figure. Find the minimum force F that should be applied on block A to cause relative motion between A and B. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
 द्रव्यमान 2 kg का ब्लॉक B एक अन्य 10 kg द्रव्यमान के ब्लॉक A पर स्थिर रखा है। चित्र में दिखाये गये अनुसार घर्षण गुणांक के मान से सभी सतहें खुरदरी हैं। ब्लॉक 'A' पर लगाये गये न्यूनतम बल F का मान ज्ञात करो जो कि A तथा B के बीच सापेक्ष गति उत्पन्न कर सके। ($g = 10 \text{ मी./सेकण्ड}^2$)



Sol. FBD of B B का मुक्त वस्तु चित्र $(a_B)_{\max} = \frac{f_{\max}}{m_B} = \mu_s g = 2.5 \text{ m/s}^2$

FBD of combined system संयुक्त निकाय मुक्त वस्तु चित्र

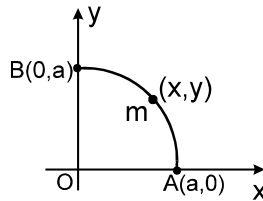


$$f_k = 0.15 (2 + 10) g = 18 \text{ N}$$

$$F_{\max_{\text{अधिकतम}}} - f_k = (m_A + m_B) (a_B)_{\max_{\text{अधिकतम}}} \Rightarrow F_{\max_{\text{अधिकतम}}} = f_k + 12 \times 2.5 = 48 \text{ N.}$$

Ans. 48 N.

10. A particle of mass 'm' moves along the quarter section of the circular path whose centre is at the origin. The radius of the circular path is 'a'. A force $\vec{F} = y\hat{i} - x\hat{j}$ newton acts on the particle, where x, y denote the coordinates of position of the particle. Calculate the work done by this force in taking the particle from point A (a, 0) to point B (0, a) along the circular path.
 'm' द्रव्यमान का एक कण एक चौथाई वृत्ताकार पथ के अनुदिश गति कर रहा है, जिसका केन्द्र मूल बिन्दु पर है, वृत्ताकार पथ की त्रिज्या 'a' है। कण पर एक बल $\vec{F} = y\hat{i} - x\hat{j}$ न्यूटन का कार्यरत है, जहाँ x, y कण की स्थिति के निर्देशांक हैं। कण को वृत्ताकार पथ के अनुदिश बिन्दु A (a, 0) से बिन्दु B (0, a) तक ले जाने में इस बल द्वारा किया गया कार्य ज्ञात करो ?



Sol. Work done by force F; F बल द्वारा किया गया कार्य

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int (y\hat{i} - x\hat{j}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j}) = \int (ydx - xdy) \dots\dots\dots(1)$$

$$\therefore x^2 + y^2 = a^2 \quad \therefore xdx + ydy = 0$$

$$\Rightarrow W = \int \left(y \left(\frac{-ydy}{x} \right) - xdy \right) = - \int \frac{(x^2 + y^2)}{x} dy = - \int_0^a \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - y^2}} dy = - \frac{\pi a^2}{2}$$

Alternate Method वैकल्पिक विधि

It can be observed that the force is tangent to the curve at each point and the magnitude is constant. The direction of force is opposite to the direction of motion of the particle.

हम देख सकते हैं वक्र के प्रत्येक बिन्दु पर स्पर्श रेखा बल होता है तथा इसका परिमाण नियत रहता है।

बल की दिशा कण की गति की दिशा के विपरीत है

$$\therefore \text{work done} = (\text{force}) \times (\text{distance}) = - \sqrt{x^2 + y^2} \frac{\pi a}{2} = - a \times \frac{\pi a}{2} = - \frac{\pi a^2}{2} \text{ J}$$

$$\therefore \text{कार्य} = (\text{बल}) \times (\text{दूरी}) = - \sqrt{x^2 + y^2} \frac{\pi a}{2} = - a \times \frac{\pi a}{2} = - \frac{\pi a^2}{2} \text{ J}$$

$$\text{Ans. } W = - \frac{\pi a^2}{2} \text{ J}$$

DPP No. : B14 (JEE-Main)

Total Marks : 57

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.11

Comprehension ('-1' negative marking) Q.12 to Q.19

(3 marks, 2 min.)
(3 marks 2 min.)

Max. Time : 38 min.

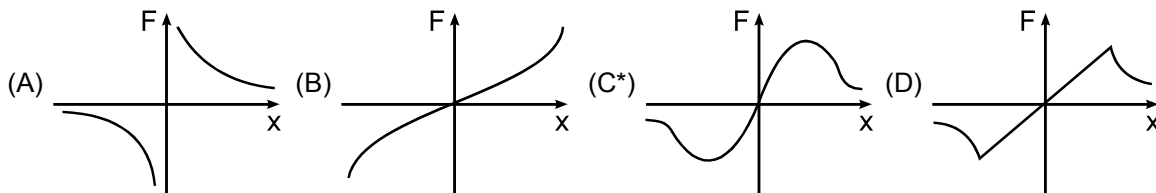
[33, 22]

[24, 16]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B14

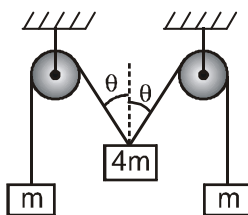
- | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. (C) | 2. (D) | 3. (B) | 4. (C) | 5. (A) | 6. (B) | 7. (B) |
| 8. (A) | 9. (A) | 10. (D) | 11. (D) | 12. (C) | 13. (A) | 14. (A) |
| 15. (C) | 16. (C) | 17. (C) | 18. (B) | 19. (B) | 20. (B) | |

1. Which of the following graphs best represents the force acting on a charged particle kept at distance x from the centre of a square and on the axis of the square whose corners have equal charges.
निम्न में से कौनसा आरेख वर्ग (जिसके सभी शिर्षों पर समान आवेश रखे हैं) के केन्द्र से उसकी अक्ष पर x दूरी पर रखे आवेशित कण पर कार्यरत बल को सबसे सही प्रदर्शित करता है।



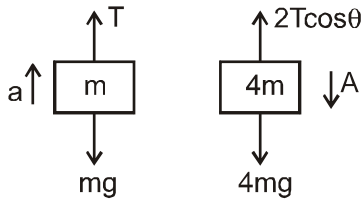
2. In the figure shown, the pulleys and strings are massless. The acceleration of the block of mass $4m$ just after the system is released from rest is $(\theta = \sin^{-1} \frac{3}{5})$

दिखाये गये चित्र में घिरनियाँ व रस्सियाँ द्रव्यमानहीन हैं। द्रव्यमान $4m$ के ब्लॉक का, निकाय को विराम से छोड़ने के तुरन्त बाद त्वरण है – $(\theta = \sin^{-1} \frac{3}{5})$



- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| (A) $\frac{2g}{5}$ downward | (B) $\frac{2g}{5}$ upwards | (C) $\frac{5g}{11}$ upwards | (D*) $\frac{5g}{11}$ downwards |
| (A) $\frac{2g}{5}$ नीचे की तरफ | (B) $\frac{2g}{5}$ ऊपर की तरफ | (C) $\frac{5g}{11}$ ऊपर की तरफ | (D*) $\frac{5g}{11}$ नीचे की तरफ |

Sol.



The FBD of blocks is as shown

From Newton's second law

$$4mg - 2T \cos \theta = 4mA \quad \dots (1)$$

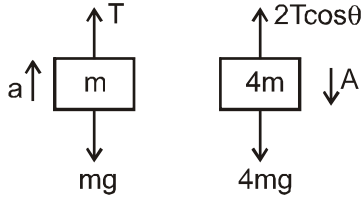
$$\text{and } T - mg = ma \quad \dots (2)$$

$$\cos \theta = \frac{4}{5} \text{ and from constraint we get } a = A \cos \theta \quad \dots (3)$$

Solving equation (1), (2) and (3)

we get acceleration of block of mass 4m, $a = \frac{5g}{11}$ downwards.

Hindi



ब्लॉक के FBD चित्रानुसार है

न्यूटन के द्वितीय नियम से

$$4mg - 2T \cos \theta = 4mA \quad \dots (1)$$

$$\text{तथा } T - mg = ma \quad \dots (2)$$

$$\cos \theta = \frac{4}{5} \text{ तथा प्रतिबन्ध से } a = A \cos \theta \quad \dots (3)$$

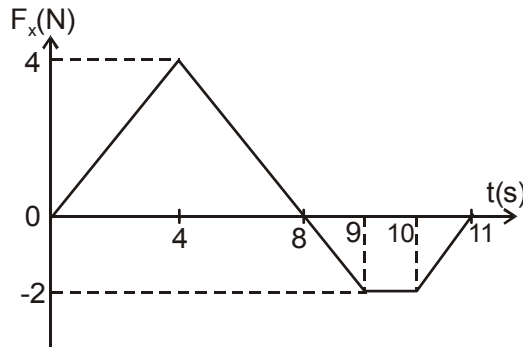
समीकरण (1), (2) तथा (3) को हल करने पर

4m द्रव्यमान के ब्लॉक का त्वरण $a = \frac{5g}{11}$ नीचे की तरफ

3. Which of the following statement is correct?

- (A) Two forces on the body which happen to be equal and opposite, constitute an action reaction pair.
 - (B*) The mutual actions of two bodies upon each other are always equal and directed to contrary parts.
 - (C) Newton's second law is valid in all frames.
 - (D) Pseudo forces are applicable in inertial frames.
- निम्न में से कोनसा कथन सत्य है
- (A) एक वस्तु पर कार्यरत दो बल जिनके परिमाण समान हैं तथा दिशा विपरीत हैं, क्रिया प्रतिक्रिया युग्म की भांति व्यवहार करते हैं।
 - (B*) दो वस्तुओं की एक दूसरे पर अन्योन्य क्रिया परिमाण में समान तथा दिशा में विपरीत होती है।
 - (C) न्यूटन का द्वितीय नियम सभी निर्देश तन्त्र में लागू होता है
 - (D) आभासी बल जड़त्वीय निर्देश तन्त्र में लागू होता है।

4. A 2 kg toy car can move along x axis. Graph shows resultant force F_x , acting on the car which begins at rest at time $t = 0$. The velocity of the particle at $t = 10$ s is :
 एक 2 kg की खिलौना कार x अक्ष के अनुदिश गति कर सकती है। ग्राफ परिणामी बल F_x , को प्रदर्शित करता है, जो समय $t = 0$ पर विराम पर कार पर लगना प्रारम्भ होता है। $t = 10$ s पर कण का वेग है :



- (A) -1 m/s (B) -1.5 m/s (C*) 6.5 m/s (D) 13 m/s

Sol. $\int dp = p_f - p_i = \int F dt = \text{Area under the curve.}$

$$p_i = 0$$

$$\text{Net Area कुल क्षेत्रफल} = 16 - 1 - 2 = 13 \text{ N-s}$$

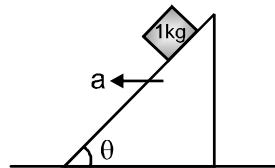
$$= V_f = \frac{13}{2} = 6.5 \text{ m/s}$$

[As momentum is positive, particle is moving along positive x axis.]

[चूंकि संवेग धनात्मक है, कण धनात्मक x अक्ष के अनुदिश गति कर रहा है।]

5. A block of mass 1 kg is at rest relative to a smooth wedge being moved leftwards with constant acceleration 5 m/s^2 . Let N be the normal reaction between the block and the wedge. Then N and $\tan \theta$ are :

1 kg द्रव्यमान का एक गुटका, एक चिकने वेज (नततल) के सापेक्ष स्थिर रखा हैं, वेज बायीं ओर 5 m/s^2 के नियत त्वरण से गतिशील है। यदि गुटके व वेज के मध्य अभिलम्ब प्रतिक्रिया N है तो N व $\tan \theta$ होंगे –



$$(A^*) N = 5\sqrt{5} \text{ N and } \tan \theta = \frac{1}{2}$$

$$(B) N = 15 \text{ N and } \tan \theta = \frac{1}{2}$$

$$(C) N = 5\sqrt{5} \text{ N and } \tan \theta = 2$$

$$(D) N = 15 \text{ N and } \tan \theta = 2$$

$$(A^*) N = 5\sqrt{5} \text{ N और } \tan \theta = \frac{1}{2}$$

$$(B) N = 15 \text{ N और } \tan \theta = \frac{1}{2}$$

$$(C) N = 5\sqrt{5} \text{ N और } \tan \theta = 2$$

$$(D) N = 15 \text{ N और } \tan \theta = 2$$

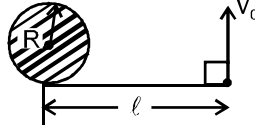
Sol. $mg \sin \theta = ma \cos \theta$

$$\Rightarrow a = g \tan \theta \Rightarrow \tan \theta = \frac{1}{2}$$

$$N = mg \cos \theta + ma \sin \theta = 5\sqrt{5} \text{ N}$$

6. A bead is connected at one end of an inextensible massless string whose other end is fixed to a fixed cylinder. Cylinder does not rotate. The bead can move on a horizontal smooth surface. The bead is given a velocity v_0 perpendicular to the string. The bead moves on a curve and consequently collides on the cylinder after sometime. Then, before it collides :

एक मनका द्रव्यमानहीन अविन्यस्त रस्सी के एक सिरे से जुड़ा हुआ है तथा रस्सी का दूसरा सिरा स्थिर बेलन के साथ जड़वत् है। बेलन घूर्णन नहीं कर सकता है। मनका क्षैतिज चिकनी सतह पर गति कर सकता है। मनके को रस्सी के लम्बवत् v_0 वेग दिया जाता है। मनका वक्र पथ पर गति करता है तथा परिणामस्वरूप कुछ समय पश्चात् बेलन से टकराता है तब इसके टकराने से पहले:



- (A) Work done by string on the bead is positive (B*) The average speed of the bead is v_0 .
 (C) The tension in the string remains constant. (D) Kinetic energy of bead increases gradually.
 (A) मनके पर डोरी द्वारा किया गया कार्य धनात्मक है। (B*) मनके की औसत चाल v_0 है।
 (C) डोरी में तनाव नियत रहता है। (D) मनके की गतिज ऊर्जा धीरे-धीरे बढ़ेगी।

Sol. Work done by all the forces acting on the bead zero. This means speed will remain constant. मनके पर कार्यरत सभी बलों द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा अर्थात् चाल नियत रहेगी।

7. Two objects are initially at rest on a frictionless surface. Object 1 has a greater mass than object 2. The same constant force starts to act on each object. The force is removed from each object after it accelerates over a distance d . After the force is removed from both objects, which statement is correct (p : momentum; K: kinetic energy) ?

दो पिण्ड एक घर्षणरहित सतह पर प्रारम्भ में विरामावस्था पर हैं। पिण्ड 1 का द्रव्यमान पिण्ड 2 से अधिक है। प्रत्येक पिण्ड पर समान नियत बल कार्य करना प्रारम्भ करता है। प्रत्येक पिण्ड को d दूरी तक त्वरित करने के बाद बल हटा लिया जाता है। दोनों पिण्डों से बल हटाने के बाद, कौन सा कथन सत्य है ? (p : संवेग; K: गतिज ऊर्जा) ?

- (A) $p_1 < p_2$ (B*) $p_1 > p_2$ (C) $K_1 > K_2$ (D) $K_1 < K_2$

Sol. From work energy theorem

कार्य ऊर्जा प्रमेय से

$$Fd = K_f - K_i = K_f$$

so अतः $K_1 = K_2$

$$\frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p_2^2}{2m_2}$$

$\therefore m_1 > m_2$ so अतः $p_1 > p_2$

8. A particle is projected vertically upwards with a speed of 16 m/s, after some time, when it again passes through the point of projection, its speed is found to be 8 m/s. It is known that the work done by air resistance is same during upward and downward motion. Then the maximum height attained by the particle is (Take $g = 10 \text{ m/s}^2$) :

एक कण को 16 m/s की चाल से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर प्रक्षेपित किया जाता है, कुछ समय पश्चात् जब यह प्रक्षेपित बिन्दु से गुजरता है तो इसकी चाल 8m/s होती है। हम जानते हैं ऊपर की ओर जाते हुए तथा नीचे की ओर आते हुए हवा के घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य समान होता है, तो कण द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई है ($g = 10 \text{ मी/से}^2$) :

- (A*) 8 m (B) 4.8 m (C) 17.6 m (D) 12.8 m

Sol. (A) From work energy theorem कण की ऊपर की ओर गति के लिए कार्य ऊर्जा प्रमेय लगाने पर for upward motion

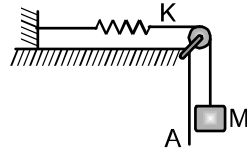
$$\frac{1}{2} m (16)^2 = mgh + W \text{ (work by air resistance)}$$

for downward motion नीचे की ओर गति के लिए

$$\frac{1}{2} m (8)^2 = mgh - W$$

$$\frac{1}{2} [(16)^2 + (8)^2] = 2gh \quad \text{or} \quad h = 8 \text{ m}$$

9. Block A in the figure is released from rest when the extension in the spring is x_0 . ($x_0 < Mg/k$). The maximum downwards displacement of the block is (there is no friction) :
 ब्लॉक A को मुक्त अवस्था में छोड़ा जाता है तो स्प्रिंग में विस्तार x_0 ($x_0 < Mg/k$) है। ब्लॉक का अधिकतम नीचे की ओर विस्थापन क्या होगा (कहीं भी कोई घर्षण नहीं है) :



- (A*) $\frac{2Mg}{K} - 2x_0$ (B) $\frac{Mg}{2K} + x_0$ (C) $\frac{2Mg}{K} - x_0$ (D) $\frac{2Mg}{K} + x_0$

Sol. $\frac{1}{2} k x_0^2 + Mgh = \frac{1}{2} k(x_0 + h)^2 + 0$

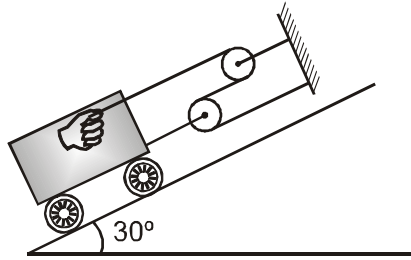
$$\Rightarrow h = \frac{2Mg}{k} - 2x_0$$

Maximum downward displacement = $\left[\frac{2Mg}{k} - 2x_0 \right]$

अधिकतम नीचे की ओर विस्थापन = $\left[\frac{2Mg}{k} - 2x_0 \right]$

10. A trolley is being pulled up an incline plane by a man inside the trolley. He applied a force of 500 N. If the mass of the man is 50 kg and trolley is 150 kg, then the acceleration of the trolley will be :
 ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

एक ट्रॉली, ट्रॉली के अन्दर एक व्यक्ति द्वारा नततल पर खींची जाती है। वह 500 N का बल लगाता है। यदि व्यक्ति का द्रव्यमान 50kg तथा ट्रॉली का द्रव्यमान 150 kg है तो ट्रॉली का त्वरण होगा। ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

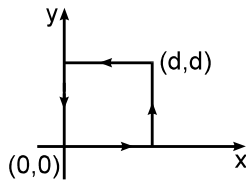


- (A) 5 m/s^2 (B) 1 m/s^2 (C) 1.5 m/s^2 (D*) 2.5 m/s^2

Sol. $3T - 200 \times 10 \times \frac{1}{2} = 200a$
 $3 \times 500 - 1000 = 200a$
 $a = 2.5 \text{ m/s}^2$

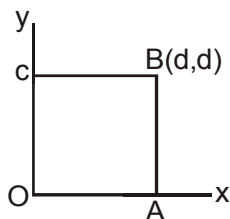
11. The work done by the force $\vec{F} = A (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j})$, where A is a constant and x & y are in meters around the path shown is:

बल $\vec{F} = A (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j})$ द्वारा दर्शाये गये पथ में किया गया कार्य, जहाँ A एक नियतांक है और x व y मीटर में हैं:



- (A) zero शून्य (B) Ad (C) Ad² (D*) Ad³

Sol.



$$\begin{aligned}
 W &= \int \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int_A^B (y^2 \hat{i} + 2x^2 \hat{j}) \cdot (dx \hat{i} + dy \hat{j}) \\
 &= A \int (y^2 dx + 2x^2 dy) \\
 W_{OA} &= 0 + 0, W_{AB} = A[0 + 2d^2 d] \\
 W_{BC} &= A[d^2 (-d) + 0], W_{CD} = A[0 + 0] \\
 W &= 0 + 2Ad^3 - Ad^3 + 0 = Ad^3 \quad \text{Ans. (D)}
 \end{aligned}$$

Comprehension-1 :

ERRORS IN MEASUREMENT AND SIGNIFICANT FIGURES

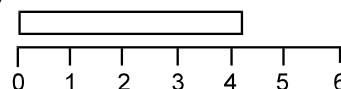
To get some overview of error, least count and significant figures, let's consider the example given below. Suppose we have to measure the length of a rod. How can we!

(a) Let's use a cm scale: (a scale on which only cm marks are there)

We will measure length = 4 cm

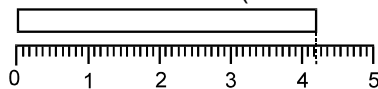
Although the length will be a bit more than 4, but we cannot say its length to be 4.1 cm or 4.2 cm, as the scale can measure up to cm only, not closer than that.

- * It (this scale) can measure up to cm accuracy only.
- * so we'll say that its **least count** is 1 cm



To get a closer measurement,
We have to use a more minute scale, that is mm scale

(b) Let's use an mm scale : (a scale on which mm marks are there)



We will measure length " ℓ " = 4.2 cm, which is a more closer measurement. Here also if we observe closely, we'll find that the length is a bit more than 4.2, but we cannot say its length to be 4.21, or 4.22, or 4.20 as this scale can measure up to 0.1 cm (1 mm) only, not closer than that.

- * It (this scale) can measure up to 0.1 cm accuracy

Its **least count** is 0.1 cm

Max **uncertainty** in " ℓ " can be = 0.1 cm

Max possible error in " ℓ " can be = 0.1 cm

Measurement of length = 4.2 cm. has two **significant figures** ; 4 and 2, in which 4 is absolutely correct, and 2 is reasonably correct (Doubtful) because uncertainty of 0.1 cm is there.

From the above example, we can conclude that, in a measured quantity,

Significant figures are = Figures which are absolutely correct + The first uncertain figure

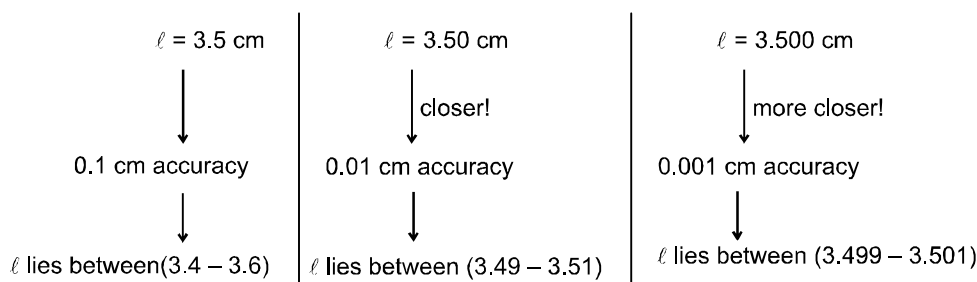
Common rules of counting significant figures :

Rule 1 : All non-zero digits are significant

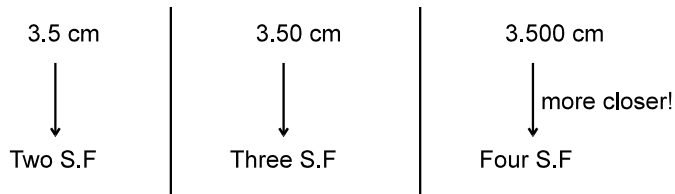
e.i. 123.56 has five S.F.

Rule 2 : All zeros occurring between two non-zeros digits are significant (obviously)

e.i. 1230.05 has six S.F.

Rule 3 :

So trailing zeroes after decimal place are significant (Shows the further accuracy)

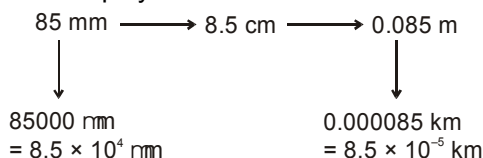


Once a measurement is done, significant figures will be decided according to closeness of measurement. Now if we want to display the measurement in some different units, the S.F. shouldn't change (S.F. depends only on accuracy of measurement)

Number of S.F. is always conserved, change of units cannot change S.F.

Suppose measurement was done using mm scale, and we get $\ell = 85 \text{ mm}$ (Two S. F.)

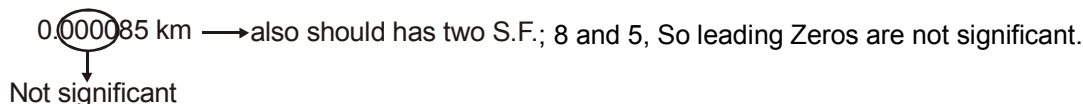
If we want to display it in other units.



All should have two S.F.

The following rules support the conservation of S.F.

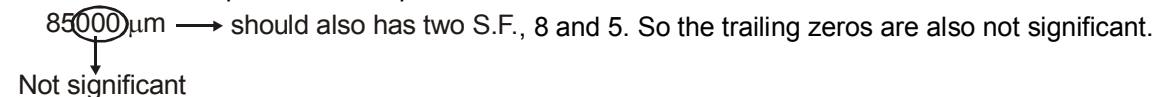
Rule 4: From the previous example, we have seen that,



In the number less than one, all zeros after decimal point and to the left of first non-zero digit are insignificant (arises only due to change of unit)

0.000305 has three S.F.
 ⇒ 3.05×10^{-4} has three S.F.

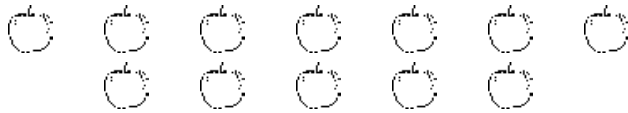
Rule 5 : From the previous example, we have also seen that



The terminal or trailing zeros in a number without a decimal point are not significant. (Also arises only due to change of unit)

$154 \text{ m} = 15400 \text{ cm} = 15400 \text{ mm} = 154 \times 10^9 \text{ nm}$
 all has only three S.F. all trailing zeros are insignificant

Rule 6 : There are certain measurement, which are exact i.e.



Number of apples are = 12 (exactly) = 12.000000..... ∞

This type of measurement is infinitely accurate so, it has ∞ S.F.

* Numbers of students in class = 125 (exact)

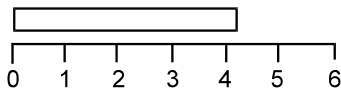
* Speed of light in the vacuum = 299,792,458 m/s (exact)

मापन में त्रुटि

त्रुटि, अल्पतमांक तथा सार्थक अंकों को नीचे दिये गये उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है।

मान लो, हमें किसी छड़ की लम्बाई का मापन करना है हम इसे कैसे कर सकते हैं ?

(a) सेमी० पैमाने का उपयोग करने पर : (ऐसा पैमाना जिस पर केवल सेमी० चिन्ह अंकित हो)



हम 4 सेमी० लम्बाई को मापेंगे।

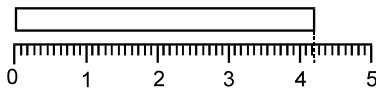
यद्यपि छड़ की लम्बाई 4 से अधिक होगी लेकिन इसे हम 4.1 सेमी० या 4.2 सेमी० नहीं कह सकते क्योंकि पैमाना केवल सेमी० माप सकता है। इससे निकट मान को नहीं माप सकता।

* यह पैमाना सेमी० को यथार्थता से माप सकता है।

* अतः इसका **अल्पतमांक** 1 सेमी० है।

निकटतम मापन करने के लिए
हम सूक्ष्म पैमाना, अर्थात् मिमी० पैमाने का उपयोग करते हैं।

(b) मिमी० पैमाने का उपयोग करने पर : (ऐसा पैमाना जिस पर मिमी० अंकित होता है।)



हम " l " = 4.2 cm लम्बाई को मापेंगे, जोकि ओर निकट माप है। यदि हम और निकटता से प्रेक्षण करें तो लम्बाई 4.2 से थोड़ी सी ज्यादा है। लेकिन हम लम्बाई को 4.21, या 4.22, या 4.20 नहीं कह सकते क्योंकि पैमाना केवल 0.1 सेमी० (1 मिमी०) तक मापन कर सकता है, इससे निकट नहीं।

* यह पैमाना 0.1 सेमी० तक की यथार्थता तक मापन कर सकता है।

* इसका **अल्पतमांक** 0.1 सेमी० है।

" l " में अधिकतम अनिश्चितता 0.1 सेमी० हो सकती है।

" l " में अधिकतम सम्भव त्रुटि 0.1 सेमी० हो सकती है।

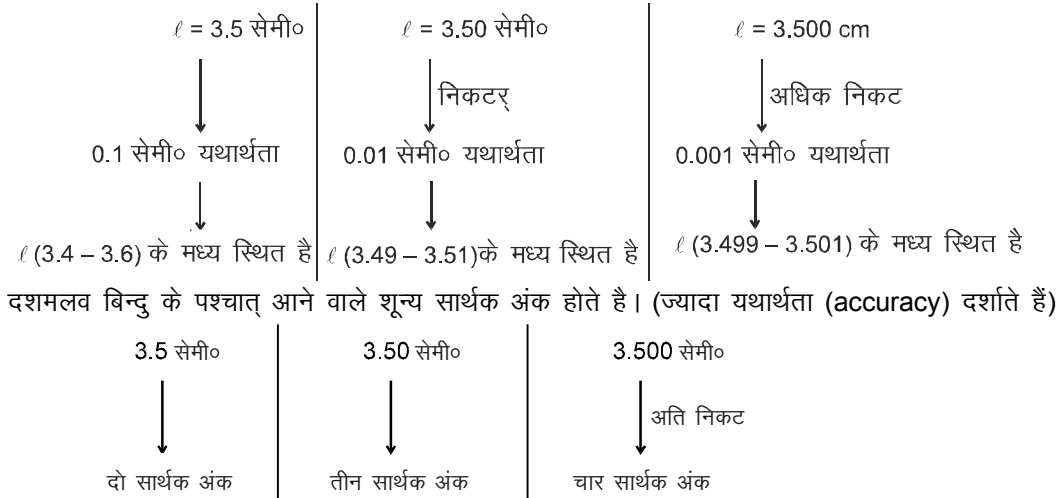
लम्बाई का मापन = 4.2 सेमी०, इसमें दो सार्थक अंक 4 तथा 2 है, जिसमें 4 निश्चित अंक तथा 2 अनिश्चित अंक (लगभग सही) है। क्योंकि यहाँ 0.1 cm की अनिश्चितता है।

2.1 सार्थक अंक ज्ञात करने के नियम :

नियम 1 : सभी अशून्य अंक सार्थक अंक होते हैं। अर्थात् 123.56 में पांच सार्थक अंक हैं।

नियम 2 : दो अशून्य अंकों के मध्य आने वाले अंक सार्थक अंक (स्पष्टतः) कहलाते हैं। अर्थात् 1230.05 में छः सार्थक अंक हैं।

नियम 3 :



एक बार मापन होने के पश्चात्, सार्थक अंक मापन की निकटता के अनुसार निर्धारित हो जाते हैं। अब यदि इस मापन को विभिन्न मात्रकों में दर्शाएँ तो, सार्थक अंक परिवर्तित नहीं होते (सार्थक अंक केवल मापन की यथार्थता पर निर्भर करता है।)

सार्थक अंक हमेशा संरक्षित रहते हैं, मात्रक परिवर्तित होने पर भी सार्थक अंक परिवर्तित नहीं होते।

माना मिमी० पैमाने का उपयोग करने पर हमें $\ell = 85 \text{ मिमी०}$ लम्बाई प्राप्त होती है। (दो सार्थक अंक)

यदि इसको हम अन्य मात्रक में प्रदर्शित करना चाहते हैं तो

$$\begin{array}{lcl}
 85 \text{ मिमी०} & \longrightarrow & 8.5 \text{ सेमी०} \longrightarrow 0.085 \text{ मी०} \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 85000 \text{ माइक्रोमी०} & & 0.000085 \text{ किमी०} \\
 = 8.5 \times 10^4 \text{ माइक्रोमी०} & & = 8.5 \times 10^{-5} \text{ किमी०}
 \end{array}$$

सभी में सार्थक अंक दो ही होने चाहिये।

आगे आने वाले नियम सार्थक अंक के इसी संरक्षण नियम पर आधारित हैं।

नियम 4 : उपरोक्त उदाहरण से ,

$$\begin{array}{l}
 0.000085 \text{ किमी०} \longrightarrow \text{इसमें दो सार्थक अंक हैं।} \\
 \downarrow \\
 \text{सार्थक अंक नहीं है।}
 \end{array}$$

इसमें दो सार्थक अंक हैं। 8 तथा 5, इन अंकों से पहले आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं हैं।

एक से कम वाली संख्या में दशमलव बिन्दु के बाद आने वाले तथा प्रथम अशून्य अंक के पहले आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं होते हैं। (केवल मात्रक के परिवर्तन के कारण होते हैं।)

0.000305 सार्थक अंक 3 है।

$\Rightarrow 3.05 \times 10^{-4}$ सार्थक अंक 3 है।

नियम 5 : उपरोक्त उदाहरण से

$$\begin{array}{l}
 85000 \mu\text{m} \longrightarrow \text{इसमें भी दो सार्थक अंक हैं।} \\
 \downarrow \\
 \text{सार्थक अंक नहीं है।}
 \end{array}$$

इसमें 8 तथा 5 दो सार्थक अंक हैं। अतः इनके बाद में आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं हैं।

बिना दशमलव बिन्दु वाले अंकों के सिरों या अन्त में आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं होते (केवल मात्रक परिवर्तन के कारण होते हैं।)

154 मी० = 15400 सेमी० = 15400 मिमी० = 154×10^9 नैनोमीटर

सभी में सार्थक अंक तीन हैं। बाद में आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं हैं।

नियम 6 : यहां कुछ निश्चित मापन दिया है जो कि पूर्ण है अर्थात्



सेबों की संख्या = 12 (ठीक exact) = 12.000000..... ∞

इस तरह के मापन में अनन्त यथार्थता होती है। अतः इसमें ∞ सार्थक अंक होते हैं।

* कक्षा में विद्यार्थियों की संख्या = 125 (ठीक)

* निर्वात में प्रकाश की चाल = 299,792,458 m/s (ठीक)

12. Count total number of S.F. in 3.0800

(A) 4 (B) 6 (C*) 5 (D) 2

Sol.: S.F. = Five, as trailing zeros after decimal place are significant.

13. Count total number of S.F. in 0.00418

(A*) 3 (B) 6 (C) 4 (D) 5

Sol. S.F. = Three, as leading zeros are not significant.

14. Count total number of S.F. in 3500

(A*) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

Sol. S.F. = Two, the trailing zeros are not significant.

15. Count total number of S.F. in 300.00

(A) 1 (B) 3 (C*) 5 (D) 2

Sol. S.F. = Five, trailing zeros after decimal point are significant.

16. Count total number of S.F. in 5.003020

(A) 5 (B) 3 (C*) 7 (D) 6

Sol. S.F. = Seven, the trailing zeros after decimal place are significant.

17. Count total number of S.F. in 6.020×10^{23}

(A) 2 (B) 3 (C*) 4 (D) 27

Sol. S.F. = Four ; 6, 0, 2, 0 ; remaining 23 zeros are not significant.

18. Count total number of S.F. in 1.60×10^{-19}

(A) 2 (B*) 3 (C) 22 (D) None of these

Sol. S.F. = Three ; 1, 6, 0 ; remaining 19 zeros are not significant.

12. 3.0800 में सार्थक अंकों की संख्या ज्ञात करो।

Solution : सार्थक अंक = 5, क्योंकि दशमलव के पश्चात् आने वाले शून्य सार्थक अंक होते हैं।

13. 0.00418 में सार्थक अंकों की संख्या ज्ञात करो।

Solution : सार्थक अंक = 3, अन्त में आने वाले शून्य सा.अंक नहीं होते।

14. 3500 में सार्थक अंकों की संख्या बताइये।

Solution : सार्थक अंक में = दो, अन्त में आने वाले शून्य सार्थक अंक नहीं होते।

15. 300.00 में कुल सार्थक अंक बताइये।

Solution : सार्थक अंक = 5, दशमलव अंक के पश्चात् आने वाले शून्य सार्थक अंक होते हैं।

16. 5.003020 में सार्थक अंक बताइये ?

Solution : सार्थक अंक = सात, दशमलव के पश्चात् आने वाले शून्य सार्थक अंक होते हैं।

17. 6.020×10^{23} में सार्थक अंक की संख्या ज्ञात करो ?

Solution : सार्थक अंक = चार ; 6, 0, 2, 0 ; शेष 23 शून्य सार्थक अंक नहीं हैं।

18. 1.60×10^{-19} में सार्थक अंक ज्ञात करो ?

Solution : सार्थक अंक = 3 ; 1, 6, 0 ; शेष 19 शून्य सार्थक अंक नहीं हैं।

अनुच्छेद -2

Operations according to significant figures:

Now let's see how to do arithmetic operations i.e. addition, subtraction, multiplication and division according to significant figures

(a) Addition $\longleftrightarrow$ subtraction

For this, let's consider the example given below. In a simple pendulum, length of the thread is measured (from mm scale) as 75.4 cm. and the radius of the bob is measured (from vernier) as 2.53 cm.

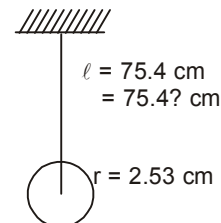
Find $\ell_{eq} = \ell + r$

ℓ is known upto 0.1 cm (first decimal place) only. We don't know what is at the next decimal place. So we can write

$\ell = 75.4 \text{ cm} = 75.4? \text{ cm}$ and the radius $r = 2.53 \text{ cm}$.

If we add ℓ and r , we don't know which number will be added with 3. So we have to leave that position.

$$\ell_{eq} = 75.4? + 2.53 = 77.9? \text{ cm} = 77.9 \text{ cm}$$



Rules for Addition $\longleftrightarrow$ subtraction : (based on the previous example)

- * First do the addition/subtraction in normal manner.
- * Then round off all quantities to the decimal place of least accurate quantity.

423.5 + 20.23 + 10.15 i.e. $\begin{array}{r} 423.5 \\ + 20.23 \\ + 10.15 \\ \hline 453.88 \end{array}$ Round off to one decimal place 453.9	486.2 - 35.18 $\begin{array}{r} 486.2 \\ - 35.18 \\ \hline 451.02 \end{array}$ Round off to one decimal place 451.0
--	---

Rules for Multiply $\longleftrightarrow$ Division

Suppose we have to multiply $2.11 \times 1.2 = 2.11 ? \times 1.2 ?$

$$\begin{array}{r} 2.11? \\ \times 1.2? \\ \hline ???? \\ 422? \times \\ \hline 211? \times \\ 2.5???? = 2.5 \end{array}$$

So answer will come in least significant figures out of the two numbers.

- ★ Multiply divide in normal manner.
- ★ Round off the answer to the weakest link (number having least S.F.)

$$\begin{array}{l} 312.65 \times 26.4 = 8253.960 \\ 5 \text{ S.F.} \quad 3 \text{ S.F.} \end{array}$$

↓ round off to
three S.F.

8250

Rules of Rounding off

- ✱ If removable digit is less than 5 (50%) ; drop it.

$$\underline{47.833} \xrightarrow[\text{till one decimal place}]{\text{Round off}} 47.8$$

- ✱ If removable digit is greater than 5(50%), increase the last digit by 1.

$$\underline{47.862} \xrightarrow[\text{till one decimal place}]{\text{Round off}} 47.9$$

If removable number is exactly 5(50%)

If last number is even
drop 5

$$\begin{array}{c} \star \\ \underline{20.65} \\ \downarrow \\ 20.6 \end{array}$$

If last number is odd,
increase the last digit by 1

$$\begin{array}{c} \underline{20.75} \\ \downarrow \\ 20.8 \end{array}$$



2.2

सार्थक अंकों के अनुसार गणनाएँ :

सार्थक अंकों के अनुसार अंक गणितीय गणनायें जैसे – योग व्यकलन गुणा तथा भाग।

(a) योग $\longleftrightarrow$ व्यकलन

इस प्रक्रिया के लिए नीचे दिये उदाहरण को लेने पर

सरल लोलक में मापी गयी धागे की लम्बाई (मिमी० पैमाने से) 75.4 cm तथा गोलक की मापी गयी त्रिज्या (वर्नियर से) 2.53 cm है। $\ell_{\text{तुल्य}} = \ell + r$ ज्ञात करो।

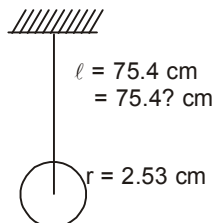
ℓ केवल 0.1 सेमी० (दशमलव के प्रथम अंक) तक ज्ञात है। हम यह नहीं जानते कि

दशमलव के प्रथम अंक के पश्चात् अगला अंक क्या है।

अतः हम लिख सकते हैं $\ell = 75.4 \text{ cm} = 75.4? \text{ cm}$ तथा त्रिज्या $r = 2.53 \text{ cm}$

यदि हम ℓ तथा r को जोड़ते हैं तो हम देखते हैंकि 3 के साथ जोड़ने वाला अंक पता ही नहीं है।

अतः इस स्थान को छोड़ देते हैं।



$$\ell_{\text{तुल्य}} = 75.4? + 2.53 = 77.9? \text{ cm} = 77.9 \text{ cm}$$

योग तथा व्यकलन के नियम $\longleftrightarrow$ व्यकलन : (उपरोक्त उदाहरण पर आधारित)

- * सर्वप्रथम साधारण विधि से जोड़/ व्यकलन करो।
- * इसके पश्चात् सभी राशियों को न्यूनतम यथार्थ राशि के दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित करो।

$$\begin{array}{l} \text{अर्थात्} \quad \begin{array}{r} 423.5 \\ + 20.23 \\ + 10.15 \\ \hline 453.8\textcircled{8} \end{array} \xrightarrow[\text{स्थान तक पूर्णांकित करो}]{\text{दशमलव के एक}} 453.9 \end{array} \quad \begin{array}{l} 486.2 - 35.18 \\ \begin{array}{r} 486.2 \\ - 35.18 \\ \hline 451.0\textcircled{2} \end{array} \xrightarrow[\text{स्थान तक पूर्णांकित करो}]{\text{दशमलव के एक}} 451.0 \end{array}$$

गुणा $\longleftrightarrow$ भाग के नियम

माना हमें निम्न को गुणा करना है $2.11 \times 1.2 = 2.11 ? \times 1.2 ?$

$$\begin{array}{r} 2.11? \\ \times 1.2? \\ \hline ???? \\ 422?x \\ 211?xx \\ \hline \end{array}$$

$$2.5 ???? = 2.5$$

अतः दोनों संख्याओं में जिस संख्या में सार्थक अंक न्यूनतम होंगे उत्तर में उतने ही सार्थक अंक होंगे।

⊛ गुणा, भाग साधारण विधि से करना है।

⊛ उत्तर को दोनों संख्याओं में से न्यूनतम सार्थक अंक वाली संख्या तक पूर्णांकित करना है।

$$\begin{array}{l} 312.65 \times 26.4 = 8253.960 \\ \text{सा. अंक 5} \quad \text{3 सा. अंक} \quad \downarrow \text{3 सा. अंक तक} \\ \quad \quad \quad \downarrow \text{पूर्णांकित करना है।} \\ \quad \quad \quad 8250 \end{array}$$

पूर्णंकित (Rounding off) करने के नियम

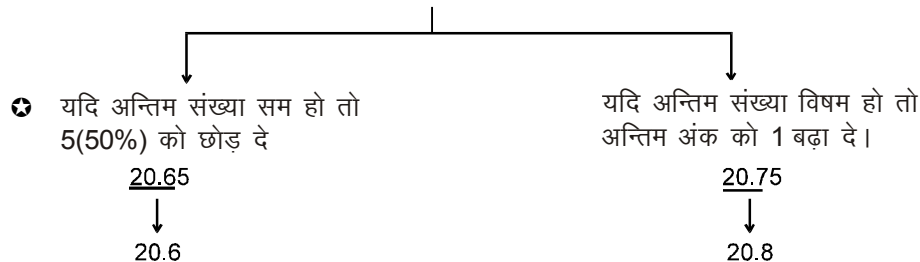
⊛ जिस संख्या को पूर्णांकित करना है यदि वह 5 (50%); से कम है तो उसे छोड़ दें।

$$\underline{47.833} \text{ दशमलव के एक स्थान तक पूर्णांकित करें } 47.8$$

⊛ यदि पूर्णांकित करने वाली संख्या 5(50%), से अधिक हो तो अंतिम संख्या को 1 बढ़ा दो।

$$\underline{47.862} \text{ दशमलव के एक स्थान तक पूर्णांकित करें } 47.9$$

यदि पूर्णांकित करने वाली संख्या ठीक 5(50%) हो तो



19. A cube has a side $\ell = 1.2 \times 10^{-2}$ m. Calculate its volume
 एक घन की भुजा $\ell = 1.2 \times 10^{-2}$ m है। इसके आयतन की गणना करो ?
 (A) $1.728 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ (B*) $1.7 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
 (C) $1.73 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ (D) $1.70 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

Solution : $\ell = 1.2 \times 10^{-2}$

$$V = \ell^3 = (1.2 \times 10^{-2})^3 \quad (1.2 \times 10^{-2}) \quad (1.2 \times 10^{-2})$$

Two S.F. Two S.F. Two S.F.

$$= 1.728 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Round off to 2 S.F.

$$\downarrow$$

$$= 1.7 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ Ans.}$$

Hindi $\ell = 1.2 \times 10^{-2}$

$$V = \ell^3 = (1.2 \times 10^{-2}) \quad (1.2 \times 10^{-2}) \quad (1.2 \times 10^{-2})$$

सा.अंक 2 सा.अंक 2 सा.अंक 2

$$= 1.728 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

↓
2 सा.अंको तक पूर्णांकित करो।

$$= 1.7 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

20. In ohm's law exp., reading of voltmeter across the resistor is 12.5 V and reading of current $i = 0.20$ Amp. Estimate the resistance in correct S.F.

ओम के नियम के प्रयोग में प्रतिरोध के सिरों पर लगे वोल्टमीटर का पाठ्यांक 12.5 V तथा धारा का पाठ्यांक $i = 0.20$ A है तो प्रतिरोध यथार्थ सार्थक अंको तक ज्ञात करो।

- (A) 62.5 Ω (B*) 62 Ω (C) 62.0 Ω (D) 63 Ω

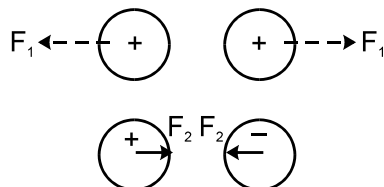
Solution : $R = \frac{V}{i} = \frac{12.5 \rightarrow 3 \text{ SF}}{0.20 \rightarrow 2 \text{ SF}} = 62.5 \Omega \xrightarrow{\text{round off to 2 S.F.}} 62 \Omega$

$$R = \frac{V}{i} = \frac{12.5 \rightarrow \text{सा अंक 3}}{0.20 \rightarrow \text{सा अंक 2}} = 62.5 \Omega \xrightarrow{\substack{2 \text{ सां अंकों} \\ \text{तक पूर्णांकित करो}}} 62 \Omega$$

DPP No. : B15 (JEE-Advanced)
Total Marks : 39
Max. Time : 35 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1
(3 marks, 2 min.)
[03, 02]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.2 to Q.5
(4 marks 2 min.)
[16, 08]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.6 to Q.10
(4 marks 5 min.)
[20, 25]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B15

- | | | | | |
|----------------------------------|------------|--|---|------------|
| 1. (C) | 2. (A) (B) | 3. (A)(B) (C) | 4. (A)(B)(C) | 5. (A) (C) |
| 6. $x = [3(a - \mu mg)/b]^{1/2}$ | 7. 100 | 8. $\frac{3QR^2}{8\pi \epsilon_0 x^4}$ | 9. $t = 3 \text{ sec} \text{ \& } t = 6 \text{ sec.}$ | |
| 10. $T = \frac{7mg}{5}$ | | | | |

1. In two cases, two identical conducting spheres are given equal charges, in one case of the same type whereas in another case of opposite type. The distance between the spheres is not large comparing with the diameter. Let F_1 and F_2 be the magnitude of the force of interaction between the spheres, as shown, then
- दो स्थितियों में दो एक समान चालक गोले को समान आवेश दिये गए हैं। एक स्थिति में एक ही प्रकार के आवेश तथा दूसरी स्थिति में विपरीत प्रकार के आवेश दिए गए हैं। गोलों के मध्य दूरी उनके व्यास की तुलना में अधिक नहीं है। माना F_1 तथा F_2 चित्रानुसार गोलों के मध्य अन्तः क्रिया बल के परिमाण है तब :


 (A) $F_1 > F_2$

 (B) $F_1 = F_2$

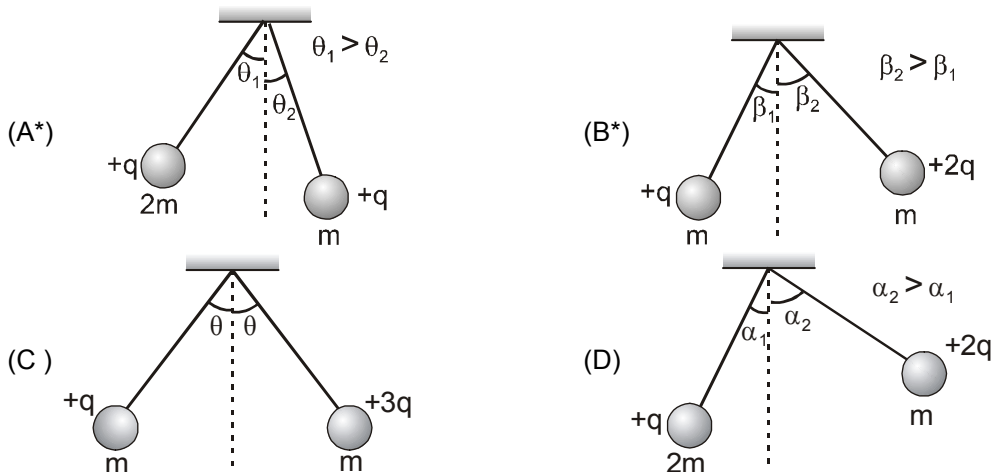
 (C*) $F_1 < F_2$

(D) information is not sufficient to draw the conclusion निष्कर्ष निकालने के लिए सूचनाएँ अपर्याप्त हैं।

Sol. In Case I when both are positively charged, due to induction positive charge moves outwards on spheres, increasing effective distance between centres of charge causing magnitude of the force to decrease.

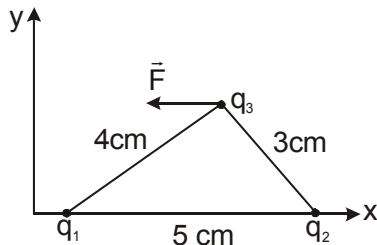
स्थिति I में जब दोनों धनात्मक आवेशित हैं, प्रेरक धनात्मक आवेश गोलों पर बाहर की ओर गति करते हैं। आवेश के केन्द्रों के बीच प्रभावी दूरी बढ़ने के कारण बल का परिमाण घटता है।

2. ✎ If two balls of given masses and charges are released, which of the following is incorrect arrangement in equilibrium ? (Lengths are same)
 दिये गये द्रव्यमान एवं आवेश की दो गेंदों को जब मुक्त करते हैं, तो निम्न में कौन सी संरचना साम्यवस्था में गलत होगी? (लम्बाईयां समान हैं।)



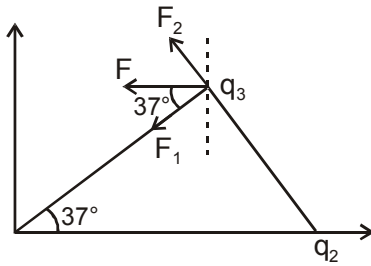
- Sol.** (C) Charges are unequal, but repulsion force will be $\frac{K(q)(3q)}{r^2}$ for both the spheres. As weight of both balls are same, so both will deflect equally.
 (A,D) → If the ball is heavier, it will deflect less.
 (C) आवेश असमान है, परन्तु दोनों गोलों के लिये प्रतिकर्षी बल $\frac{K(q)(3q)}{r^2}$ होगा। चूंकि दोनों गेंदों का भार समान है। अतः दोनों समान दूर हटेंगी
 (A,D) → यदि गेंद दूसरी गेंद से भारी है, तो यह कम दूर हटेगी।

3. ✎ Three charges q_1 , q_2 and q_3 are placed as shown. The magnitude of q_1 is $2\mu\text{C}$, but its sign and the value of the charge q_2 are not known. Charge q_3 is $+4\mu\text{C}$, and the net force $\vec{F}$ on q_3 is in the negative x direction.
 दर्शाये अनुसार तीन आवेश q_1 , q_2 तथा q_3 रखे हैं। q_1 का परिमाण $2\mu\text{C}$ है तथा इसका चिन्ह तथा q_2 आवेश का परिमाण अज्ञात है। आवेश q_3 , $+4\mu\text{C}$ का है तथा q_3 पर परिणामी बल $\vec{F}$, ऋणात्मक x- दिशा में है –



- (A*) Charge q_1 is negative.
 (B*) Charge q_2 is positive.
 (C*) The magnitude of charge q_2 is $\frac{27}{32} \mu\text{C}$.
 (D) The magnitude of net force on charge q_3 is $\frac{45}{22} \text{ mN}$.
 (A*) आवेश q_1 ऋणात्मक है।
 (B*) आवेश q_2 धनात्मक है।
 (C*) आवेश q_2 का परिमाण $\frac{27}{32} \mu\text{C}$ है।
 (D) आवेश q_3 पर परिणामी बल का परिमाण $\frac{45}{22} \text{ mN}$ है।

Sol.



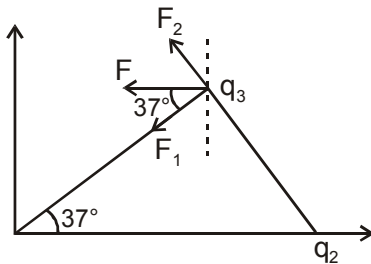
For F to be along negative x-axis, q_1 has to be negative while q_2 has to be positive.

also $F_1 \cos 53 = F_2 \cos 37^\circ$

where $F_1 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_3}{(4\text{cm})^2}$ and $F_2 = \frac{K \cdot q_2 \cdot q_3}{(3\text{cm})^2}$

on putting values $q_2 = \frac{27}{32} \mu\text{C}$

Sol.



F को ऋणात्मक x-अक्ष के अनुदिश होने के लिए q_1 को ऋणात्मक व q_2 को धनात्मक होना चाहिए।

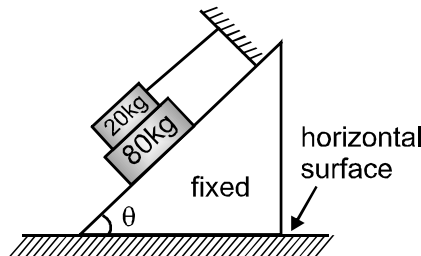
$F_1 \cos 53 = F_2 \cos 37^\circ$ भी

जहाँ $F_1 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_3}{(4\text{cm})^2}$ व $F_2 = \frac{K \cdot q_2 \cdot q_3}{(3\text{cm})^2}$

मान रखने पर $q_2 = \frac{27}{32} \mu\text{C}$

4. The system shown is in limiting equilibrium. The coefficient of friction for all contact surfaces is $\frac{1}{4}$.

प्रदर्शित निकाय सीमान्त साम्यावस्था में है। सभी सम्पर्क सतहों के लिए घर्षण गुणांक $\frac{1}{4}$ है –



(A*) $\tan \theta = \frac{3}{8}$

(B*) Tension in the string डोरी में तनाव $= \left(\frac{100}{3} g \sin \theta \right) \text{ N}$

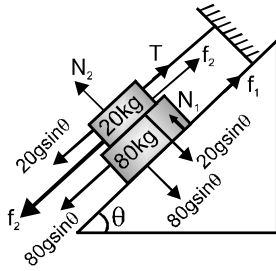
(C*) Net frictional force on 80 kg block is $(80 g \sin \theta) \text{ N}$

80 kg के गुटके पर परिणामी घर्षण बल $(80 g \sin \theta) \text{ N}$ है।

(D) Force exerted by 20 kg block on 80 kg block is $(20 g \cos \theta)$

20 kg के गुटके द्वारा 80 kg के गुटके पर आरोपित बल $(20 g \cos \theta)$ है।

Sol.



$$20g \sin \theta + f_2 = T$$

$$20g \sin \theta + \mu(20g \cos \theta) = T$$

$$80g \sin \theta = \mu(100g \cos \theta) + \mu(20g \cos \theta)$$

$$\tan \theta = \frac{3}{8}$$

$$T = 20g \sin \theta + \mu 20g \cos \theta$$

$$= 20g \sin \theta + \frac{1}{4} \times 20 \times g \times \frac{8}{3} \sin \theta = \left(\frac{100}{3} g \sin \theta \right) \text{ N}$$

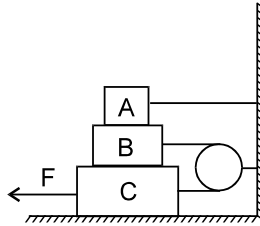
Net friction on 80 kg पर परिणामी घर्षण $= f_1 + f_2 = 80 g \sin \theta$

force on 80 kg due to 20 kg is $\sqrt{(20g \cos \theta)^2 + (\mu 20g \sin \theta)^2}$.

20 kg के कारण 80 kg पर बल $\sqrt{(20g \cos \theta)^2 + (\mu 20g \sin \theta)^2}$ है.

5. $M_A = 3 \text{ kg}$, $M_B = 4 \text{ kg}$ and $M_C = 8 \text{ kg}$. μ between any two surface is 0.25. Pulley is frictionless and string is massless. A is connected to the wall through a massless rigid rod. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$M_A = 3 \text{ kg}$, $M_B = 4 \text{ kg}$ व $M_C = 8 \text{ kg}$ है। किन्ही भी दो तलों के बीच $\mu = 0.25$ है। घिरनी घर्षण रहित व डोरी द्रव्यमान रहित है। A, एक हल्की दृढ़ छड़ द्वारा दीवार से जुड़ा हुआ है। ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



(A*) the value of F to keep C moving with constant speed is 80 N

(B) the value of F to keep C moving with constant speed is 120 N

(C*) if F is 200 N then acceleration of B is 10 m/s^2

(D) to slide C towards left, F should be atleast 50 N.

(A*) C को नियत चाल से चलाये रखने के लिये F का मान 80 N है।

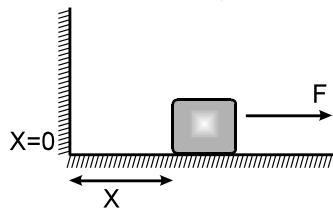
(B) C को नियत चाल से चलाये रखने के लिये F का मान 120 N है।

(C*) यदि $F = 200 \text{ N}$ है तब B का त्वरण 10 m/s^2 है।

(D) C को बांयी ओर फिसलने के लिये F कम से कम 50 N होना चाहिये।

6. The block of mass m initially at $x = 0$ is acted upon by a horizontal force at any position x is given as $F = a - bx^2$ (where $a > \mu mg$), as shown in the figure. The co-efficient of friction between the surfaces of contact is μ . The net work done on the block is zero, if the block travels a distance of _____.

चित्र में दर्शाये अनुसार प्रारम्भ में $x = 0$ पर स्थित m द्रव्यमान के ब्लॉक पर किसी स्थिति x पर एक क्षैतिज बल $F = a - bx^2$ (जहाँ $a > \mu mg$) लगता है। स्पर्श करने वाले पृष्ठों के बीच घर्षण गुणांक μ है। ब्लॉक पर किया गया कुल कार्य शून्य है यदि ब्लॉक द्वारा तय की गयी दूरी _____ है।



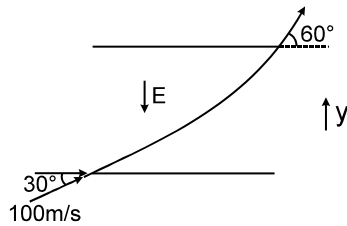
[Ans. $x = [3(a - \mu mg)/b]^{1/2}$]

Sol. $W_f + W_F = -\mu mgx + \int_0^x (a - bx^2)dx$

$$0 = (-\mu mg + a)x - \frac{bx^3}{3} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{3(a - \mu mg)}{b}}$$

7. Find the magnitude of uniform electric field E in N/C (direction shown in figure) if an electron entering with velocity 100m/s making 30° comes out making 60° (see figure), after a time numerically equal to $\frac{m}{e}$ of electron.

एक समान विद्युत क्षेत्र E का परिणाम N/C में (दिशा चित्र में दर्शायी गई है) ज्ञात करो, जबकि एक इलेक्ट्रॉन 30° के कोण पर 100 मी./से. के वेग से प्रवेश करता है तथा संख्यात्मक मान $\frac{m}{e}$ के बराबर समय में यह 60° के कोण पर बाहर निर्गत होता है।



Ans. 100

Sol. Applying $v = u + at$ in y direction

y -दिशा में $v = u + at$ लगाने पर

$$100 \cos 30^\circ \tan 60^\circ = 100 \sin 30^\circ + \frac{eE}{m} t$$

$\therefore$ at entry point & exit point $v_x = 100 \cos 30^\circ$

$\therefore$ प्रवेश तथा निर्गत बिन्दु पर $v_x = 100 \cos 30^\circ$

$$\therefore \text{ at exit } = \frac{v_y}{100 \cos 30^\circ} = \tan 60^\circ \Rightarrow v_y = 100 \cos 30^\circ \times \tan 60^\circ \}$$

$$\therefore \text{ निर्गत बिन्दु पर } = \frac{v_y}{100 \cos 30^\circ} = \tan 60^\circ \Rightarrow v_y = 100 \cos 30^\circ \times \tan 60^\circ \}$$

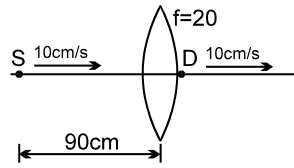
$$\therefore \frac{eE}{m} t = 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{3} - 100 \times \frac{1}{2} = 100 \Rightarrow \frac{e}{m} E \cdot \frac{m}{e} = 100$$

8. A point charge Q is located at centre of a fixed thin ring of radius R with uniformly distributed charge $-Q$. The magnitude of the electric field strength at the point lying on the axis of the ring at a distance x from the centre is ($x \gg R$) _____.

एक बिन्दुवत् आवेश Q , R त्रिज्या एवं एक समान रूप से वितरित $-Q$ आवेश के स्थिर पतले वलय के केन्द्र पर रखा है। वलय के अक्ष पर केन्द्र से x दूरी पर स्थित बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण ($x \gg R$ के लिए) _____ है।

[Ans. $\frac{3QR^2}{8\pi \epsilon_0 x^4}$]

9. The figure shows initial positions of a point source of light S and a light detector D (of negligible size). Both S & D move with velocity 10 cm/s, as shown. The converging lens of focal length 20 cm is fixed. Find the time instants when the detector will detect maximum light.
- बिन्दु स्रोत S तथा हल्के संसूचक (detector) D (नगण्य आकार) को चित्रानुसार प्रारम्भिक स्थिति में रखा गया है। S तथा D दोनों चित्रानुसार 10 cm/s, के वेग से गति कर रहे हैं। 20 cm फोकस लम्बाई का अभिसारी लेंस स्थिर अवस्था में रखा हुआ है। वह क्षण क्या होगा जब संसूचक (detector) अधिकतम प्रकाश संसूचित करता है।



Sol. Detector will detect maximum light when the image of source is formed at the detector.

Let this happens after a time t . At this time

$$u = -(90 - 10t) \quad ; \quad v = 10t$$

from lens formula

$$\frac{1}{10t} - \frac{1}{-(90 - 10t)} = \frac{1}{20} \left(\because \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \right)$$

This gives $t = 3 \text{ sec}$ & $t = 6 \text{ sec}$.

प्रेक्षक अधिकतम प्रकाश प्रेक्षित करता है जब स्रोत का प्रतिबिम्ब प्रेक्षक पर बनता है

माना इसके होने के एक t समय बाद इस समय पर

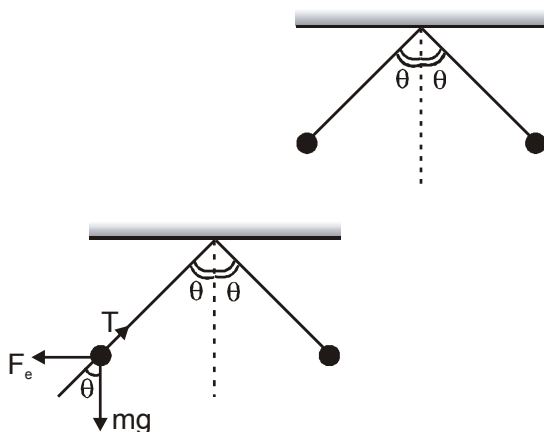
$$u = -(90 - 10t) \quad ; \quad v = 10t$$

लेंस के सूत्र से

$$\frac{1}{10t} - \frac{1}{-(90 - 10t)} = \frac{1}{20} \left(\because \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \right)$$

यह देता है $t = 3 \text{ sec}$ & $t = 6 \text{ sec}$.

10. In the figure shown two small balls of same mass m and same charge are tied to ends of two light, inextensible strings of equal lengths. They are released in the positions shown, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$. Strings are in the same vertical plane. The magnitude of electrostatic force initially is equal to weight of ball. Find the tension in the string in terms of ' m ' and ' g '.
- चित्र में समान द्रव्यमान m तथा समान आवेश की दो गेंदों को समान लम्बाई तथा नगण्य द्रव्यमान की अविटान्य रस्सीयों से लटकाया गया है। इनको दी गई स्थिति $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ से स्वतंत्र किया गया है। रस्सीयाँ एक ही उर्ध्वाधर तल में हैं। प्रारम्भ में स्थिर-विद्युत बल का मान गेंद पर भार बल के बराबर है। ' m ' तथा ' g ' के पदों में रस्सी की प्रारम्भिक स्थिति में तनाव बल की गणना कीजियें।



Sol.

$$T = mg \cos \theta + F_e \sin \theta = mg \left[\frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right] = \frac{7}{5} mg$$

$$\text{Ans. } T = \frac{7mg}{5}$$

DPP No. : B16 (JEE-Advanced)

Total Marks : 37

Max. Time : 27 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.4

(3 marks, 2 min.) [12, 08]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.5

(4 marks 2 min.) [04, 02]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.6 to Q.8

(3 marks 2 min.) [09, 06]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.9

(4 marks 5 min.) [04, 05]

Match the Following (no negative marking) Q.10

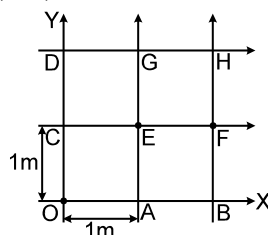
(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B16

1. (B) 2. (D) 3. (C) 4. (B) 5. (B) (C) (D) 6. (C)
7. (D) 8. (A) 9. $V = -50/3 \text{ cm} ; V_i = 16 \text{ m/s}$
10. (A) – p,q,r, t ; (B) – p,q, r,s ; (C) – p,q, r,t ; (D) – p,q, r,s

1. The grid (each square of $1\text{m} \times 1\text{m}$), represents a region in space containing a uniform electric field. If potentials at points O, A, B, C, D, E, F, G & H are respectively 0, -1, -2, 1, 2, 0, -1, 1, and 0 volts, find the electric field intensity in vector form.

दिया गया गिड (प्रत्येक $1\text{m} \times 1\text{m}$ का वर्ग) एक समान विद्युत क्षेत्र का स्थान दर्शाता है। यदि बिन्दुओं O, A, B, C, D, E, F, G व H पर विभव क्रमशः 0, -1, -2, 1, 2, 0, -1, 1 तथा 0 वोल्ट हो, तो विद्युत क्षेत्र की तीव्रता सदिश रूप में होगी—



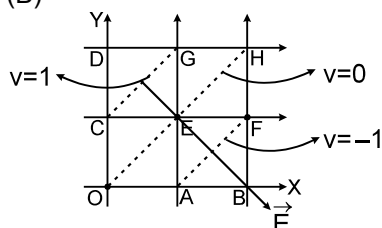
(A) $(\hat{i} + \hat{j}) \text{ V/m}$

(B*) $(\hat{i} - \hat{j}) \text{ V/m}$

(C) $(-\hat{i} + \hat{j}) \text{ V/m}$

(D) $(-\hat{i} - \hat{j}) \text{ V/m}$

Sol.



OEH is an equipotential surface, the uniform E.F. must be perpendicular to it pointing from higher to lower potential as shown

(B)

OEH एक समविभव पृष्ठ है, समरूप विद्युत क्षेत्र इसके लम्बवत् होना चाहिए तथा दर्शाये गये अनुसार निम्न विभव से उच्च विभव की ओर इंगित करता हुआ होना चाहिए।

Hence अतः, $\vec{E} = \left(\frac{\hat{i} - \hat{j}}{\sqrt{2}} \right)$.

$$E = \frac{(V_E - V_B)}{EB} = \frac{0 - (-2)}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$\therefore \vec{E} = E \cdot \hat{E} = \sqrt{2} \frac{(\hat{i} - \hat{j})}{\sqrt{2}} = \hat{i} - \hat{j}$$

2. A α particle is released from rest 10 cm from a large sheet carrying a surface charge density of $-2.21 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$. It will strike the sheet after the time. ($\epsilon_0 = 8.84 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)
 $-2.21 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$ के पृष्ठ आवेश घनत्व की बड़ी प्लेट से 10 cm दूरी से एक α कण विरामावस्था से छोड़ा जाता है। यह प्लेट से कितने समय बाद टकरायेगा। ($\epsilon_0 = 8.84 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

(A) $4 \mu\text{s}$ (B) $2 \mu\text{s}$ (C) $2\sqrt{2} \mu\text{s}$ (D*) $4\sqrt{2} \mu\text{s}$.

Sol. As field is uniform
 चूंकि क्षेत्र समरूप है

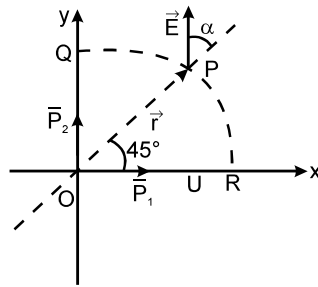
$$\text{Acceleration त्वरण 'a' = } \frac{qE}{m} \quad E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\text{Using काम में लेने पर } s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \frac{2s}{a}$$

$$\text{on putting values मान रखने पर } t = 4\sqrt{2}\mu\text{s}$$

3. For a system of two dipoles $\vec{P}_1$ and $\vec{P}_2$ as shown in the figure (both are at origin and perpendicular to each other along x and y axes respectively)

चित्रानुसार दो द्विध्रुवों $\vec{P}_1$ और $\vec{P}_2$ के निकाय के लिए (दोनों मूल बिन्दु पर है तथा एक दूसरे के लम्बवत् है तथा क्रमशः x व y अक्ष के अनुदिश है)



- (A) Work done in taking electron from P to R on QPR = 0
 P से R तक QPR पर ले जाने में किया गया कार्य = 0

(B) $\tan \alpha = \frac{(P_1 + P_2)}{2(P_1 - P_2)}$

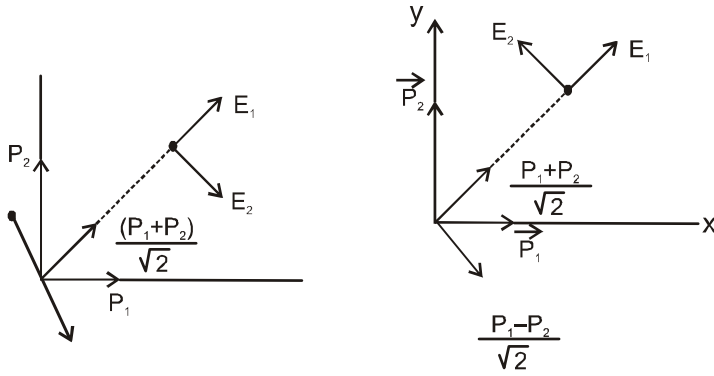
(C*) $\tan \alpha = \frac{(P_1 - P_2)}{2(P_1 + P_2)}$

(D) $\int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{P_1 + P_2}{4\sqrt{2} \pi \epsilon_0 r^2}$

(P_1 and P_2 denotes magnitudes of $\vec{P}_1$ and $\vec{P}_2$ and r is quite large in comparison to dimensions of dipoles, $\vec{E}$ is resultant electric field and QPR is a quarter of circle whose centre is at O)

(P_1 तथा P_2 , $\vec{P}_1$ तथा $\vec{P}_2$ के परिमाण है तथा द्विध्रुव के आवेशों के बीच की दूरी की तुलना में r अत्यधिक है। $\vec{E}$ परिणामी विद्युत क्षेत्र तथा QPR वृत्त का चौथाई भाग है जिसका केन्द्र O है।)

Sol.



$$E_1 = \frac{2k \frac{(P_1 + P_2)}{\sqrt{2}}}{r^3}$$

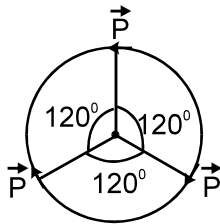
$$E_2 = \frac{k \frac{(P_1 + P_2)}{\sqrt{2}}}{r^3}$$

$$\tan \alpha = \frac{E_2}{E_1}$$

$$= \frac{P_1 - P_2}{2(P_1 + P_2)}$$

4. Three dipoles each of dipole moment of magnitude p are placed tangentially on a circle of radius R in its plane positioned at equal angle from each other as shown in the figure. The magnitude of electric field intensity at the centre of the circle will be :

तीन द्विध्रुव, प्रत्येक के द्विध्रुव आघूर्ण का परिमाण p है, R त्रिज्या के वृत्त पर चित्रानुसार इसके तल में प्रत्येक समान कोण बनाते हुये स्पर्श रेखीय रखे हुये हैं। वृत्त के केन्द्र पर वैद्युत क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण होगा।



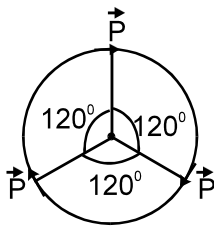
(A) $\frac{4kp}{R^3}$

(B*) $\frac{2kp}{R^3}$

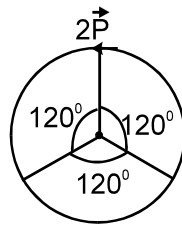
(C) $\frac{kp}{R^3}$

(D) 0

Sol. Given system is equivalent to दिया गया निकाय तुल्य है।



$|E|=0$ at centre

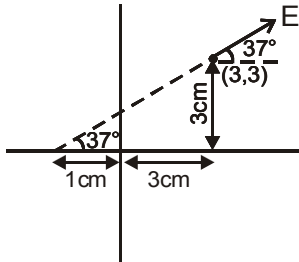


$|E| = \frac{K(2P)}{r^3}$ at centre

$\therefore \text{Ans. } \frac{2}{R^3} kp$

5. The electric field produced by a positively charged particle, placed in an xy-plane is $7.2(4\hat{i} + 3\hat{j})$ N/C at the point (3 cm, 3cm) and $100\hat{i}$ N/C at the point (2 cm, 0).
 xy-तल में रखे एक धनावेशित कण द्वारा उत्पन्न विद्युत क्षेत्र बिन्दु (3 cm, 3cm) पर $7.2(4\hat{i} + 3\hat{j})$ N/C और बिन्दु (2 cm, 0) पर $100\hat{i}$ N/C है।
 (A) The x-coordinate of the charged particle is -2cm .
 (B*) The charged particle is placed on the x-axis.
 (C*) The charge of the particle is 10×10^{-12} C.
 (D*) The electric potential at the origin due to the charge is 9V.
 (A) आवेशित कण का x-निर्देशांक -2cm है।
 (B*) आवेशित कण x-अक्ष पर रखा जाता है।
 (C*) कण का आवेश 10×10^{-12} C है।
 (D*) आवेश के कारण मूल बिन्दु पर विद्युत विभव 9V है।

Sol.



At point (2cm, 0), field is along x-axis. It is possible only when the particle is situated on x-axis. Its position is located by extending electric field direction from point (3cm, 3cm). The point at which this extension intersects x-axis, is the location of the charge. That is $(-1\text{cm}, 0)$

For point (2cm, 0). $r = 3\text{ cm}$, $E = 100$

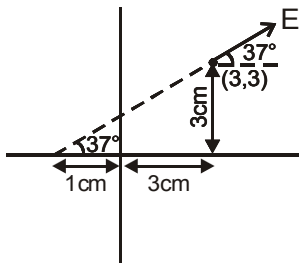
$$\text{using } E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow Q = 10 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$\text{Potential at origin} = \frac{kQ}{r}$$

$$r = 1\text{cm}, Q = 10 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$V = 9\text{V}$$

हल



बिन्दु (2cm, 0) पर क्षेत्र x-अक्ष के अनुदिश है। यह केवल तब संभव है जब कण x-अक्ष पर स्थित हो। इसकी स्थिति बिन्दु (3cm, 3cm) से विद्युत क्षेत्र की दिशा में है। वह बिन्दु जिस पर इस क्षेत्र की दिशा x-अक्ष को प्रतिच्छेद करती है, वह आवेश की स्थिति है। अर्थात् $(-1\text{cm}, 0)$

बिन्दु (2cm, 0) के लिए $r = 3\text{ cm}$, $E = 100$

$$E = \frac{kQ}{r^2} \text{ का उपयोग करते हुए } \Rightarrow Q = 10 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$\text{मूल बिन्दु पर विभव} = \frac{kQ}{r}$$

$$r = 1\text{cm}, Q = 10 \times 10^{-12} \text{ C}$$

$$V = 9\text{V}$$

COMPREHENSION

An uncharged ball of radius R is placed at a point in space and the region out side (from R to ∞ measured from centre of the ball) the ball is non uniformly charged with a charge density $\rho = \frac{C}{r^3}$ coul/m³ where 'C' is a positive constant and r is the distance of a point measured from centre of the ball. त्रिज्या R की एक अनावेशित गेंद आकाश में एक बिन्दु पर रखी जाती है और गेंद से बाहर (R से ∞ तक जो गेंद के केन्द्र से नापे जाते हैं) का क्षेत्र आवेश घनत्व $\rho = \frac{C}{r^3}$ coul/m³ से असमरूप आवेशित है जहां 'C' धनात्मक नियतांक है तथा दूरी r गेंद के केन्द्र से मापी जाती है।

6. Electric potential at the centre of the ball is : गेंद के केन्द्र पर विद्युत विभव है –

- (A) Directly proportional to R (B) Directly proportional to R^2
 (C*) Inversely proportional to R (D) Inversely proportional to R^2
 (A) R के सीधे समानुपाती (B) R^2 के सीधे समानुपाती
 (C*) R के व्युत्क्रमानुपाती (D) R^2 के व्युत्क्रमानुपाती

Sol. Consider a spherical shell of radius r ($r > R$) and thickness dr . Then potential at centre due to it, r ($r > R$) त्रिज्या तथा dr मोटाई का एक गोलीय कोश लेते हैं। तो इसके कारण केन्द्र पर विभव,

$$dV = \frac{K dq}{r} = \int_{r=R}^{\infty} \frac{K (C/r^3) 4\pi r^2 dr}{r}$$

$$= (\text{const.}) (\text{नियतांक}) \int_{r=R}^{\infty} \frac{1}{r^2} dr = (\text{const.}) (\text{नियतांक}) \left(\frac{1}{R} \right)$$

7. Electric field intensity at a distance x from centre of the ball ($x > R$) is :

गेंद के केन्द्र से x ($x > R$) दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता है :

- (A) $\frac{C}{\epsilon_0 R^2} \ln \frac{x}{R}$ (B) $\frac{C}{2\epsilon_0 R^2} \ln \left(\frac{x-R}{R} \right)$ (C) $\frac{C}{2\epsilon_0 R^2} (R^2 - x^2)$ (D*) $\frac{C}{\epsilon_0 x^2} \ln \frac{x}{R}$

Sol. Using gauss theorem (गौस प्रमेय का प्रयोग करने पर)

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E \times 4\pi x^2 = \frac{\int \rho dv}{\epsilon_0} = \frac{\int_{r=R}^{R=x} \frac{C}{r^3} 4\pi r^2 dr}{\epsilon_0}$$

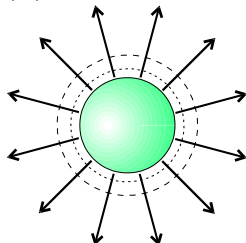
$$E \times 4\pi x^2 = \frac{(C4\pi)}{\epsilon_0 x^2} \ln \left(\frac{x}{R} \right) \Rightarrow E = \frac{(C)}{\epsilon_0} \ln \left(\frac{x}{R} \right)$$

8. As we move away from ball's surface, electric potential :

हम जैसे-जैसे गेंद के पृष्ठ से दूर जाते हैं विद्युत विभव

- (A*) decreases. (B) increases.
 (C) decreases then increases. (D) increases then decreases.
 (A*) घटता है (B) बढ़ता है
 (C) घटता है फिर बढ़ता है (D) बढ़ता है फिर घटता है

Sol.



Electric field will be radially outwards.

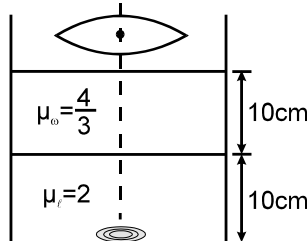
Electric potential decreases as we move in the direction of electric field.

विद्युत क्षेत्र त्रिज्यीय दिशा में बाहर की ओर होगा।

जैसे-जैसे हम विद्युत क्षेत्र की दिशा में गति करते हैं, विद्युत विभव घटता है।

9. An insect is placed at the base (at centre) of a cylindrical vessel and oil of refractive index $\mu_o = 2$ is filled upto height 10 cm. Then water is poured in vessel upto height 20 cm (length of water column 10 cm). If a convex lens of focal length 50 cm is placed just above the surface of water. Then find location of final image of the insect by this system. If the insect starts moving up with speed 18 m/s, then what will be the speed of the final image just after it leaves the bottom.

एक कीड़ा बेलनाकार बर्तन के आधार के केन्द्र पर रखा हुआ है तथा $\mu_o = 2$ अपवर्तनांक का तेल 10 cm की ऊँचाई तक भरा हुआ है। अब बर्तन में 20 cm ऊँचाई तक (पानी स्तम्भ की ऊँचाई 10 cm है) पानी भर दिया जाता है, यदि 50 cm फोकस दूरी का एक उत्तल लेंस पानी तल के ठीक उपर रखा गया है तो निकाय द्वारा कीड़े के अन्तिम प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात करो। यदि कीड़ा 18 m/s के वेग से उपर की ओर चलना प्रारम्भ करें तो अन्तिम प्रतिबिम्ब का वेग ठीक आधार छोड़ते समय क्या होगा।



Ans. $V = -50/3$ cm ; $V_i = 16$ m/s

Sol. $u = -\left(\frac{10}{2} + \frac{10}{4} \times 3\right) = -12.5$

$$V_o = \frac{18}{2} \text{ m/s}$$

$$V_i = m^2 V_o \quad m = \frac{v}{u}$$

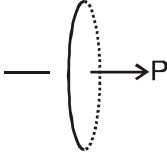
10. In the Column-I a system of two charges/dipoles/other charges are released (released from rest) in gravity free space. They move due to their mutual electrostatic interaction only. In Column-II change in some physical quantities in the system is mentioned for some time interval in which no one reverses its direction nor they collide. Match the situations correctly.

Column-I

(A) $+q$ $-q$ (point charges)

(B) $\vec{P}_1 \rightarrow \dots \dots \dots +q$
(where P_1 is a short dipole)

(C) $\vec{P}_1 \rightarrow \dots \dots \dots \vec{P}_2$
(where P_1 and P_2 are short dipoles)

(D) 
Uniform ring having positive charge and dipole even dipole P is placed symmetrically and lying along axis of ring.

Column-II

(p) Kinetic energy of system increases

(q) Electric potential energy of system decreases

(r) Linear momentum of system remains conserved

(s) Separation between elements of system increases (in case of dipole and ring separation to be measured from centre)

(t) Separation between elements of system decreases (in case of dipole and ring separation to be measured from centre)

स्तम्भ-I में दो आवेश/द्विध्रुव/ अन्य आवेश निकायों को गुरुत्व मुक्त क्षेत्र में स्थिरावस्था से मुक्त किया गया है। ये मात्र अपने स्थिर वैद्युत अन्योन्य प्रभाव में गति करते हैं। स्तम्भ-II में किसी समयांतराल जिसमें अवयव न तो अपनी दिशा परिवर्तित करते हैं, न ही टकराते हैं, के लिए कुछ भौतिक राशियों में परिवर्तन दर्शाया गया है। सुमेलन कीजिए

स्तम्भ-I

स्तम्भ-II

(A) $+q$ $-q$ (बिन्दु आवेश)

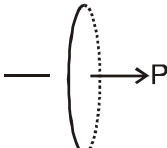
(p) निकाय की गतिज उर्जा में वृद्धि होगी

(B) $\xrightarrow{P_1} \dots\dots\dots +q$
(P_1 लघु द्विध्रुव है)

(q) निकाय की वैद्युत स्थितिज उर्जा में ह्रास होगा

(C) $\xrightarrow{P_1} \dots\dots\dots \xrightarrow{P_2}$
(P_1 तथा P_2 लघु द्विध्रुव हैं)

(r) निकाय का रेखीय संवेग संरक्षित रहेगा।

(D) 

(s) निकाय के अवयवों के मध्य अलगाव में वृद्धि होगी
(द्विध्रुव तथा वलय के प्रकरण में अलगाव केन्द्र से मापना है)

समरूप वलय पर धनावेश है तथा द्विध्रुव P को वलय की अक्ष पर सममितता से रखा गया है।

(t) निकाय के अवयवों के मध्य अलगाव में कमी होगी
(द्विध्रुव तथा वलय के प्रकरण में अलगाव केन्द्र से मापना है)

Ans. (A) – p,q,r, t ; (B) – p,q, r,s ; (C) – p,q, r,t ; (D) – p,q, r,s

- Sol.** (A) Both charge will move towards each other so electric potential energy will decrease. Centre of mass will be at rest all the time.
(B) Charge $2C$ will move towards right and dipole move towards left. Centre of mass will be at rest all the time.
(C) Dipoles will attract each other. So, kinetic energy will increase and electric potential energy will decrease.
(D) Electric force on dipole will be in right direction. So, kinetic energy will increase and electric potential energy will decrease.
(A) दोनों आवेश एक दूसरे की ओर गति करेंगे, अतः वैद्युत स्थितिज उर्जा घटेगी। द्रव्यमान केन्द्र सदैव स्थिर रहेगा।
(B) आवेश $2C$ दाँयी ओर गति करेगा तथा द्विध्रुव बाँयी ओर गति करेगा। द्रव्यमान केन्द्र सदैव स्थिर रहेगा।
(C) द्विध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करेंगे। अतः गतिज उर्जा बढ़ेगी तथा वैद्युत स्थितिज उर्जा घटेगी।
(D) द्विध्रुव पर वैद्युत बल दाँयी ओर होगा। अतः गतिज उर्जा बढ़ेगी तथा वैद्युत स्थितिज उर्जा घटेगी।

DPP No. : B17 (JEE-Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.10

Comprehension ('-1' negative marking) Q.11 to Q.20

Max. Time : 40 min.

(3 marks, 2 min.)

[30, 20]

(3 marks 2 min.)

[30, 20]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B17

1. (A) 2. (B) 3. (A) 4. (D) 5. (C) 6. (B) 7. (A)
8. (A) 9. (C) 10. (A) 11. (A) 12. (C) 13. (B) 14. (A)
15. $\bar{D} = 1.330 \text{ cm}$, $\Delta\bar{D} = 0.005 \text{ cm}$, Relative error सापेक्ष त्रुटि = + 0.004 %, error त्रुटि = 0.4%
16. 1.4% 17. (A) 18. (D) 19. (B) 20. (A)

1. A lens is placed between a source of light and a wall. It forms images of area A_1 and A_2 on the wall, for its two different positions. The area of the source of light is (source and wall are fixed)-
एक प्रकाश स्रोत व एक दीवार के बीच एक लेंस रखा जाता है। यह इसकी दो अलग-अलग स्थितियों के लिये दीवार पर A_1 व A_2 क्षेत्रफलों के प्रतिबिम्ब बनाता है। प्रकाश स्रोत का क्षेत्रफल है। (स्रोत तथा दीवार स्थिर है)

(A*) $(A_1 A_2)^{1/2}$ (B) $\frac{A_1 + A_2}{2}$ (C) $\left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)^{-1}$ (D) $\left(\frac{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}}{2}\right)^2$

Sol. From Newton's equation of lens

size of object = $O^2 = l_1 l_2$

where l_1 is size of Image of object and l_2 is size of image when positions of object & image are interchanged

So $A^2 = A_1 A_2 \Rightarrow A = \sqrt{A_1 A_2}$

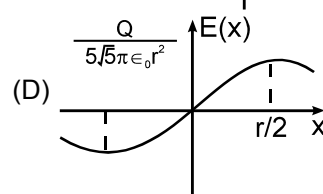
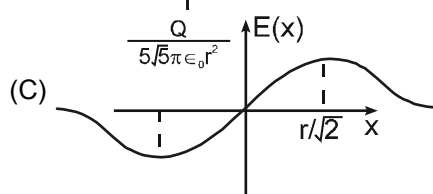
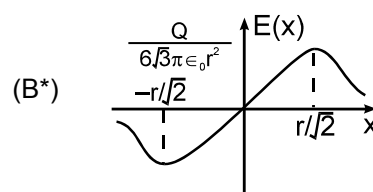
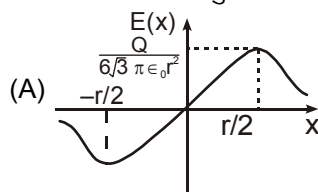
लेंस की न्यूटन की समीकरण

वस्तु का आकार = $O^2 = l_1 l_2$

जहाँ l_1 वस्तु के प्रतिबिम्ब का आकार है तथा l_2 प्रतिबिम्ब का आकार है जब प्रतिबिम्ब तथा वस्तु की स्थितियाँ आपस में बदलती हैं। इसलिये $A^2 = A_1 A_2 \Rightarrow A = \sqrt{A_1 A_2}$

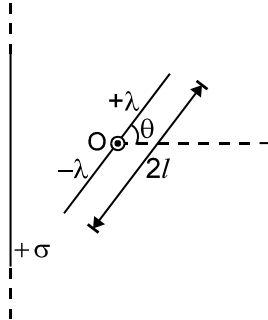
2. Which of the following graphs shows the correct variation of electric field as a function of x along the axis of a uniformly and positively charged ring of radius R and charge Q .

निम्न में कौन सा ग्राफ एक समान धनात्मक आवेशित वलय जिसकी त्रिज्या R और आवेश Q है, की अक्ष के अनुदिश x के फलन के रूप में विद्युत क्षेत्र के सही परिवर्तन को दर्शाता है।



3. A large sheet carries uniform surface charge density σ . A rod of length 2ℓ has a linear charge density λ on one half and $-\lambda$ on the second half. The rod is hinged at mid-point O and makes angle θ with the normal to the sheet. The electric force experienced by the rod is

एक बहुत बड़ी शीट का एक समान पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है। 2ℓ लम्बाई, की एक छड़ के आधे भाग पर रेखिक आवेश घनत्व λ व दूसरे आधे भाग पर रेखिक आवेश घनत्व $-\lambda$ है। छड़ मध्य बिन्दु O से कीलकित है और यह शीट के अभिलम्ब के साथ θ कोण बनाती है। छड़ के द्वारा अनुभव किया गया विद्युत बल है –



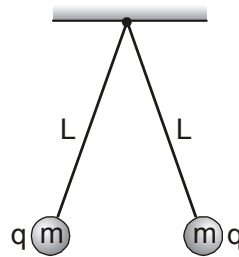
- (A*) 0 (B) $\frac{\sigma\lambda\ell^2}{2\epsilon_0}\sin\theta$ (C) $\frac{\sigma\lambda\ell^2}{\epsilon_0}\sin\theta$ (D) None of these इनमें से कोई नहीं

Sol. Nearby the plate, field is uniform. Equal and opposite forces are experienced by upper half and lower half

पास वाली प्लेट पर, एक समान क्षेत्र है, ऊपरी आधे भाग तथा निचले आधे भाग द्वारा समान तथा विपरीत बलों का अनुभव करता है।

4. Two small balls, each having equal positive charge Q are suspended by two insulating strings of equal length L from a hook fixed to a stand. If the whole set-up is transferred to a satellite in orbit around the earth, the tension in equilibrium in each string is equal to

दो छोटी गेंदे जिन पर बराबर धनात्मक आवेश Q है, को दो बराबर लम्बाई L के विद्युतरोधी धागों से एक स्थिर स्टैंड द्वारा लटकाया गया है। यदि उपरोक्त सम्पूर्ण प्रकम को पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाते उपग्रह में स्थानान्तरित किया जाये, तो साम्यावस्था में प्रत्येक धागे में तनाव होगा—



- (A) zero (B) $\frac{kQ}{L^2}$ (C) $\frac{kQ^2}{2L^2}$ (D*) $\frac{kQ^2}{4L^2}$

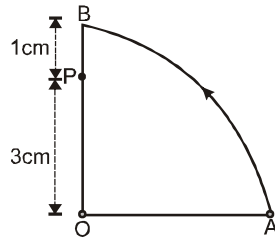
Sol. (D) A satellite is in a state of free fall & hence weightlessness. Thus only electric force is responsible for the tension

उपग्रह में तुल्य गुरुत्व शून्य होता है। अतः केवल विद्युत बल के कारण गेंदे क्षैतिज हो जाएगी और तनाव होगा –



$$T = F_e = \frac{kQ^2}{(2L)^2}$$

5. A point charge of 5 C is placed at point P (as shown). A unit positive charge is taken from A to B along the circular path shown, then the net work done by electrostatic forces is: [O is the centre of the circular path] [Where $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$]
 5 C का बिन्दु आवेश, बिन्दु P पर रखा है। (जैसा दिखाया गया है) एकांक धनात्मक आवेश को A से B तक वृत्तीय पथ के अनुदिश ले जाया जाता है तो विद्युत बलों द्वारा किया गया कुल कार्य होगा। [O वृत्त का केन्द्र है। जहाँ $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$]



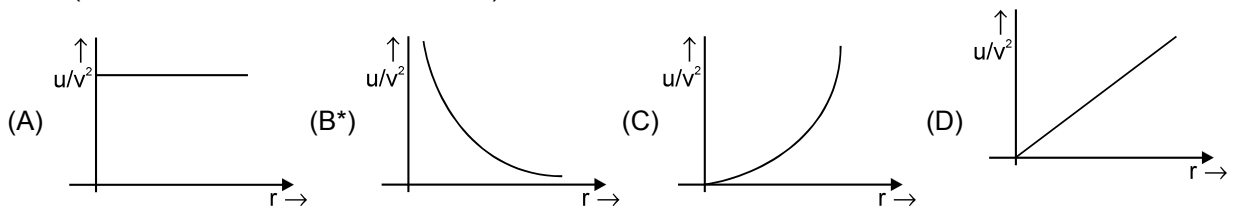
- (A) + 400 k (B) + 4 k (C*) - 400 k (D) - 4 k

Sol. Work done by electric forces = $k \cdot 5 \left(\frac{1}{.05} - \frac{1}{.01} \right) = -400 k$

विद्युत बलों द्वारा किया गया कार्य = $k \cdot 5 \left(\frac{1}{.05} - \frac{1}{.01} \right) = -400 k$

6. At distance 'r' from a point charge, the ratio $\frac{u}{v^2}$ (where 'u' is energy density and 'v' is potential) is best represented by :

एक बिन्दु आवेश से 'r' दूरी पर अनुपात $\frac{u}{v^2}$ का समय के साथ परिवर्तन निम्न में से किस ग्राफ के अनुसार प्रदर्शित होगा। (जहाँ u ऊर्जा घनत्व तथा 'v' विभवान्तर है)



Sol. $U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 K^2 Q^2}{r^4}$

$$V = \frac{KQ}{r}$$

$$\frac{U}{V^2} = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0 K^2 \frac{Q^2}{r^4}}{\frac{K^2 Q^2}{r^2}} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0}{r^2}$$

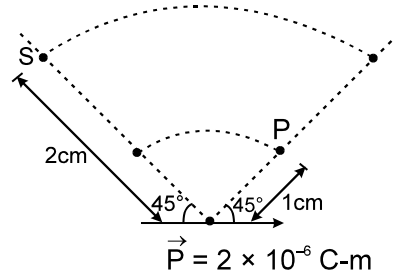
because क्योंकि $\frac{U}{V^2} \propto \frac{1}{r^2}$

so the correct option is B.

इसलिए सही कथन B है।

7. Find out work done by electric field in shifting a point charge $\frac{4\sqrt{2}}{27} \mu\text{C}$ from point P to S which are shown in the figure :

बिन्दुवत् आवेश $\frac{4\sqrt{2}}{27} \mu\text{C}$ को P बिन्दु से S बिन्दु तक चित्रानुसार स्थानान्तरित करने में वि.क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य होगा—



- (A*) $\frac{100}{3} \text{ J}$ (B) $\frac{200}{3} \text{ J}$ (C) 100 J (D) 200 J

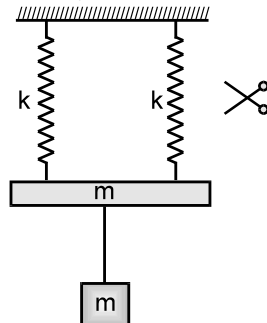
Sol. Work done by electric field :
वि. क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य

$$w = PE_i - PE_f = q [V_i - V_f] = q \left[\frac{KP \cos 45^\circ}{(1 \times 10^{-2})^2} - \frac{KP \cos 135^\circ}{(2 \times 10^{-2})^2} \right]$$

work done कार्य = $\frac{100}{3} \text{ J}$ Ans.

8. System shown in figure is in equilibrium. The magnitude of change in tension in the string just before and just after, when one of the spring is cut. Mass of both the blocks is same and equal to m and spring constant of both springs is k. (Neglect any effect of rotation)

दिए गए चित्र में निकाय साम्यावस्था में है। जब एक स्प्रिंग को काट दिया जाता है तो रस्सी में तनाव में कुल परिवर्तन स्प्रिंग के काटने के ठीक पहले और ठीक बाद में क्या होगा दोनों गुटकों का द्रव्यमान एक जैसा है और m के बराबर है और दोनों स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक K है। (घूर्णन के प्रभाव को नगण्य मानें)



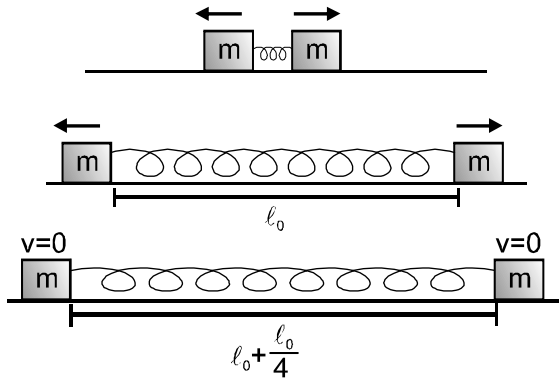
- (A*) $\frac{mg}{2}$ (B) $\frac{mg}{4}$ (C) $\frac{3mg}{4}$ (D) $\frac{3mg}{2}$

9. Two blocks each of mass m are joined together using an ideal spring of force constant K and natural length ℓ_0 . The blocks are touching each other when the system is released from rest on a rough horizontal surface. Both the blocks come to rest simultaneously first when the extension in the spring is $\frac{\ell_0}{4}$. The coefficient of friction between each block and the surface assuming it to be same for both blocks & surface is :

m द्रव्यमान के दो ब्लॉक ℓ_0 स्वाभाविक लम्बाई तथा बल नियतांक K वाली आदर्श स्प्रिंग के द्वारा एक-दूसरे से जुड़े हुए हैं। ब्लॉक एक दूसरे को स्पर्श कर रहे हैं जब निकाय खुरदरी क्षैतिज सतह पर विराम से छोड़ा जाता है। दोनों ब्लॉक एक साथ विरामावस्था में आते हैं जब स्प्रिंग में विस्तार $\frac{\ell_0}{4}$ है। प्रत्येक ब्लॉक तथा सतह के मध्य घर्षण गुणांक क्या होगा। यह मानिए कि प्रत्येक ब्लॉक तथा सतह के मध्य घर्षण गुणांक समान है।

- (A) $\frac{K\ell_0}{40mg}$ (B) $\frac{K\ell_0}{8mg}$ (C*) $\frac{3K\ell_0}{8mg}$ (D) $\frac{17 K\ell_0}{20 mg}$

Sol.



Work energy theorem, कार्य ऊर्जा प्रमेय

$$-\mu mg \left(\ell_0 + \frac{\ell_0}{4} \right) = \frac{1}{2} K \left(\frac{\ell_0}{4} \right)^2 - \frac{1}{2} K \ell_0^2$$

$$\mu = \frac{3K\ell_0}{8mg} \quad \text{Ans.}$$

10. Work done by all forces on a system of particles is equal to कणों के एक निकाय पर सभी बलों के द्वारा किया गया कार्य निम्न में से किसके बराबर है:
- (A*) Change in kinetic energy of the system (निकाय की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के)
- (B) Change in potential energy of the system (निकाय की स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन के)
- (C) Change in total energy of the system (निकाय की कुल ऊर्जा में परिवर्तन के)
- (D) Change in kinetic energy only if the forces acting are conservative. (गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर यदि केवल संरक्षित बल कार्यरत हों)

Sol. By work energy theorem.

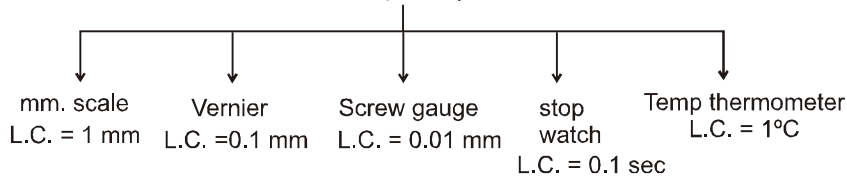
कार्य ऊर्जा प्रमेय द्वारा

Comprehension :

3. LEAST COUNT

We have studied (from page 1) that no measurement is perfect. Every instrument can measure upto a certain accuracy; called least count.

Least count : The Smallest quantity an instrument can measure



4. PERMISSIBLE ERROR

Error in measurement due to the limitation (least count) of the instrument, is called permissible error. From mm scale $\rightarrow$ we can measure upto 1 mm accuracy (least count = 1mm). From this we will get measurement like $\ell = 34$ mm



Max uncertainty can be 1 mm.

Max permissible error $(\Delta\ell) = 1$ mm.

But if from any other instrument, we get $\ell = 34.5$ mm then max permissible error $(\Delta\ell) = 0.1$ mm

and if from a more accurate instrument, we get $\ell = 34.527$ mm then max permissible error $(\Delta\ell) = 0.001$ mm
= place value of last number

Max permissible error in a measured quantity = least count of the measuring instrument and if nothing is given about least count then Max permissible error = place value of the last number

5. MAX. PERMISSIBLE ERROR IN RESULT DUE TO ERROR IN EACH MEASURABLE QUANTITY :

Let Result $f(x, y)$ contains two measurable quantity x and y

Let error in $x = \pm \Delta x$ i.e. $x \in (x - \Delta x, x + \Delta x)$

error in $y = \pm \Delta y$ i.e. $y \in (y - \Delta y, y + \Delta y)$

Case - (I) : If $f(x, y) = x + y$

$$df = dx + dy$$

$$\text{error in } f = \Delta f = \pm \Delta x \pm \Delta y$$

$$\text{max possible error in } f = (\Delta f)_{\max} = \max \text{ of } (\pm \Delta x \pm \Delta y)$$

$$(\Delta f)_{\max} = \Delta x + \Delta y$$

Case - (II) : If $f = x - y$

$$df = dx - dy$$

$$(\Delta f) = \pm \Delta x \mp \Delta y$$

$$\text{max possible error in } f = (\Delta f)_{\max} = \max \text{ of } (\pm \Delta x \mp \Delta y)$$

$$\Rightarrow (\Delta f)_{\max} = \Delta x + \Delta y$$

For getting maximum permissible error, sign should be adjusted, so that errors get added up to give maximum effect

$$\text{i.e. } f = 2x - 3y - z$$

$$(\Delta f)_{\max} = 2\Delta x + 3\Delta y + \Delta z$$

Example. In resonance tube exp. we find $\ell_1 = 25.0$ cm and $\ell_2 = 75.0$ cm. The least count of the scale used to measure ℓ is 0.1 cm. If there is no error in frequency. What will be max permissible error in speed of sound (take $f_0 = 325$ Hz.)

Solution :

$$V = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$$
$$(dV) = 2f_0 (d\ell_2 - d\ell_1)$$
$$(\Delta V)_{\max} = \max \text{ of } [2f_0(\pm \Delta\ell_2 \mp \Delta\ell_1)] = 2f_0 (\Delta\ell_2 + \Delta\ell_1)$$

$\Delta \ell_1$ = least count of the scale = 0.1 cm

$\Delta \ell_2$ = least count of the scale = 0.1 cm

So max permissible error in speed of sound $(\Delta V)_{\max} = 2(325\text{Hz}) (0.1 \text{ cm} + 0.1 \text{ cm}) = 1.3 \text{ m/s}$

Value of $V = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1) = 2(325\text{Hz}) (75.0 \text{ cm} - 25.0 \text{ cm}) = 325 \text{ m/s}$

so $V = (325 \pm 1.3) \text{ m/s}$

Case-(III) : If $f(x, y, z) = (\text{constant}) x^a y^b z^c$ to scatter all the terms, Lets take log on both sides

$$\ln f = \ln (\text{constant}) + a \ln x + b \ln y + c \ln z$$

↓ Differentiating both sides

$$\frac{df}{f} = 0 + a \frac{dx}{x} + b \frac{dy}{y} + c \frac{dz}{z}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \pm a \frac{\Delta x}{x} \pm b \frac{\Delta y}{y} \pm c \frac{\Delta z}{z}$$

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\max} = \max \left(\pm a \frac{\Delta x}{x} \pm b \frac{\Delta y}{y} \pm c \frac{\Delta z}{z} \right)$$

i.e. $f = 15 x^2 y^{-3/2} z^{-5}$

$$\frac{df}{f} = 0 + 2 \frac{dx}{x} - \frac{3}{2} \frac{dy}{y} - 5 \frac{dz}{z}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \pm 2 \frac{\Delta x}{x} \mp \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} \mp 5 \frac{\Delta z}{z}$$

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\max} = \max \left(\pm 2 \frac{\Delta x}{x} \mp \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} \mp 5 \frac{\Delta z}{z} \right)$$

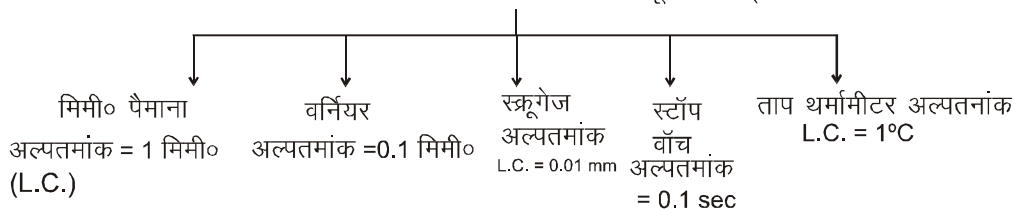
$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\max} = 2 \frac{\Delta x}{x} + \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} + 5 \frac{\Delta z}{z}$$

✪ **sign should be adjusted, so that errors get added up**

3. अल्पतमांक :

हम पढ़ (पृष्ठ -1 से) चुके हैं कि कोई भी मापन यथार्थ नहीं होता। प्रत्येक उपकरण एक निश्चित यथार्थता तक ही माप सकता है, इसे अल्पतमांक कहते हैं।

अल्पतमांक : किसी उपकरण द्वारा मापा गया न्यूनतम पाद्योंक



4. अनुमेय (Permissible) त्रुटि

प्रयोग में प्रयुक्त किये गये मापक-यन्त्रों की यथार्थता की सीमा (अल्पतमांक) के कारण आने वाली त्रुटि को अनुमेय त्रुटि कहते हैं।

मिमी० पैमाने से $\rightarrow$ 1 मिमी० यथार्थता (अल्पतमांक = 1 मिमी०) तक मापन कर सकते हैं। इससे हम निम्न प्रकार मापन प्राप्त करेंगे।

$$\ell = 34 \text{ mm}$$



अधिकतम अनिश्चितता 1 मिमी० प्राप्त होती है।

अधिकतम अनुमेय त्रुटि $(\Delta\ell) = 1 \text{ मिमी०}$ है।

परन्तु यदि अन्य उपकरण का उपयोग करने पर $\ell = 34.5 \text{ मिमी०}$ प्राप्त होती है। तो अनुमेय त्रुटि $(\Delta\ell) = 0.1 \text{ मिमी०}$ प्राप्त होती है

तथा यदि अधिक यथार्थ उपकरण का उपयोग करने पर $\ell = 34.527 \text{ मिमी०}$ प्राप्त होती है तो

अधिकतम अनुमेय त्रुटि $(\Delta\ell) = 0.001 \text{ मिमी०} =$ अंतिम संख्या का स्थानीय मान है।

मापित राशि में अधिकतम अनुमेय त्रुटि = मापक यंत्र का अल्पतमांक। और यदि अल्पतमांक के बारे में कोई जानकारी नहीं दी हो तो अधिकतम अनुमेय त्रुटि = अंतिम संख्या का स्थानीय मान

5. प्रत्येक प्रेक्षित राशि में त्रुटि के कारण परिणाम में अधिकतम अनुमेय त्रुटि :

माना परिणाम $f(x, y)$ में दो प्रेक्षित राशियां x तथा y हैं

माना x में त्रुटि $= \pm \Delta x$ अर्थात् $x \in (x - \Delta x, x + \Delta x)$

y में त्रुटि $= \pm \Delta y$ अर्थात् $y \in (y - \Delta y, y + \Delta y)$

Case : (I) यदि $f(x, y) = x + y$

$$df = dx + dy$$

$$f \text{ में त्रुटि } = \Delta f = \pm \Delta x \pm \Delta y$$

$$f \text{ में अधिकतम सम्भव त्रुटि } = (\Delta f)_{\text{अधिकतम}} = (\pm \Delta x \pm \Delta y) \text{ का अधिकतम}$$

$$(\Delta f)_{\text{max}} = \Delta x + \Delta y$$

Case : (II) यदि $f = x - y$

$$df = dx - dy$$

$$\Rightarrow \Delta f = \pm \Delta x \mp \Delta y$$

$$f \text{ में अधिकतम सम्भव त्रुटि } = (\Delta f)_{\text{अधिकतम}} = (\pm \Delta x \mp \Delta y) \text{ का अधिकतम } (\Delta f)_{\text{अधिकतम}} = \Delta x + \Delta y$$

अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करने के लिए चिन्हों को इस तरह से व्यवस्थित करते हैं, ताकि त्रुटियां जुड़ जाएँ और अधिकतम प्रभाव उत्पन्न करें

$$\text{अर्थात् } f = 2x - 3y - z$$

$$(\Delta f)_{\text{अधिकतम}} = 2\Delta x + 3\Delta y + \Delta z$$

Example

एक अनुनाद नली के प्रयोग में, $\ell_1 = 25.0 \text{ सेमी०}$ तथा $\ell_2 = 75.0 \text{ सेमी०}$ प्राप्त होता है। ℓ के मापन में प्रयुक्त पैमाने का अल्पतम मान 0.1 cm है और अनुनाद नली की आवृत्ति में कोई त्रुटि न हो तो ध्वनि की चाल ($f_0 = 325 \text{ Hz}$) में अधिकतम अनुमेय त्रुटि क्या होगी ?

Solution :

$$V = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$$

$$(dV) = 2f_0 (d\ell_2 - d\ell_1)$$

$$(\Delta V)_{\text{अधिकतम}} = [2f_0(\pm \Delta \ell_2 \mp \Delta \ell_1)] \text{ का अधिकतम } = 2f_0 (\Delta \ell_2 + \Delta \ell_1)$$

$$\Delta \ell_1 = \text{पैमाने का अल्पतमांक} = 0.1 \text{ cm}$$

$$\Delta \ell_2 = \text{पैमाने का अल्पतमांक} = 0.1 \text{ cm}$$

$$\ell_1 = 25.0 \text{ cm} \Rightarrow \Delta \ell_2 = 0.1 \text{ cm (अंतिम संख्या का स्थानीय मान)}$$

$$\text{अतः ध्वनि की चाल में अधिकतम अनुमेय त्रुटि } (\Delta V)_{\text{अधिकतम}} = 2(325 \text{ Hz}) (0.1 \text{ cm} + 0.1 \text{ cm}) = 1.3 \text{ m/s}$$

$$V \text{ का मान } = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1) = 2(325 \text{ Hz}) (75.0 \text{ cm} - 25.0 \text{ cm}) = 325 \text{ m/s}$$

$$\text{अतः } V = (325 \pm 1.3) \text{ m/s}$$



Case (III) : यदि $f(x, y, z) = (\text{नियतांक}) x^a y^b z^c$

दोनों तरफ $\log$ लेने पर

$$\ln f = \ln (\text{नियतांक}) + a \ln x + b \ln y + c \ln z$$

↓ दोनों तरफ अवकलन करने पर

$$\frac{df}{f} = 0 + a \frac{dx}{x} + b \frac{dy}{y} + c \frac{dz}{z} \Rightarrow \frac{\Delta f}{f} = \pm a \frac{\Delta x}{x} \pm b \frac{\Delta y}{y} \pm c \frac{\Delta z}{z}$$

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{अधिकतम}} = \left(\pm a \frac{\Delta x}{x} \pm b \frac{\Delta y}{y} \pm c \frac{\Delta z}{z} \right) \text{ का अधिकतम}$$

$$\text{अर्थात् } f = (15) x^2 y^{-3/2} z^{-5}$$

$$\frac{df}{f} = 0 + 2 \frac{dx}{x} - \frac{3}{2} \frac{dy}{y} - 5 \frac{dz}{z} \Rightarrow \frac{\Delta f}{f} = \pm 2 \frac{\Delta x}{x} \mp \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} \mp 5 \frac{\Delta z}{z}$$

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{अधिकतम}} = \left(\pm 2 \frac{\Delta x}{x} \mp \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} \mp 5 \frac{\Delta z}{z} \right) \text{ का अधिकतम}$$

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{अधिकतम}} = 2 \frac{\Delta x}{x} + \frac{3}{2} \frac{\Delta y}{y} + 5 \frac{\Delta z}{z}$$

❖ चिन्हों को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं जिससे कि त्रुटियाँ जुड़ती जाएं।

Example. In some observations, value of 'g' are coming as 9.81, 9.80, 9.82, 9.79, 9.78, 9.84, 9.79, 9.78, 9.79 and 9.80 m/s². Calculate absolute errors and percentage error in g.

Solution :

S.N.	Value of g	Absolute error $\Delta g = g_i - \bar{g} $
1	9.81	0.01
2	9.80	0.00
3	9.82	0.02
4	9.79	0.01
5	9.78	0.02
6	9.84	0.04
7	9.79	0.01
8	9.78	0.02
9	9.79	0.01
10	9.80	0.00
	$g_{\text{mean}} = 9.80$	$\Delta g_{\text{mean}} = \frac{\sum \Delta g_i}{10}$ $= \frac{0.14}{10} = 0.014$

$$\text{percentage error} = \frac{\Delta g_{\text{mean}}}{g_{\text{mean}}} \times 100 = \frac{0.014}{9.80} \times 100 \% = 0.14 \%$$

$$\text{so 'g' } = (9.80 \pm 0.014) \text{ m/s}^2$$

Example . किसी प्रेक्षण में 'g' के निम्न मान प्राप्त होते हैं।

9.81, 9.80, 9.82, 9.79, 9.78, 9.84, 9.79, 9.78, 9.79 तथा 9.80 m/s² तो g में परम त्रुटि तथा प्रतिशत त्रुटि ज्ञात करो ?

Solution :

क्र.सं.	g का मान	परम त्रुटि $\Delta g = g_i - \bar{g} $
1	9.81	0.01
2	9.80	0.00
3	9.82	0.02
4	9.79	0.01
5	9.78	0.02
6	9.84	0.04
7	9.79	0.01
8	9.78	0.02
9	9.79	0.01
10	9.80	0.00
	$g_{\text{माध्य}} = 9.80$	$\Delta g_{\text{माध्य}} = \frac{\sum \Delta g_i}{10}$ $= \frac{0.14}{10} = 0.014$

$$\text{प्रतिशत त्रुटि} = \frac{\Delta g_{\text{माध्य}}}{g_{\text{माध्य}}} \times 100 = \frac{0.014}{9.80} \times 100 \% = 0.14 \%$$

$$\text{अतः 'g' } = (9.80 \pm 0.014) \text{ m/s}^2$$

11. If measured value of resistance $R = 1.05 \Omega$, wire diameter $d = 0.60 \text{ mm}$, and length $\ell = 75.3 \text{ cm}$. If maximum error in resistance measurement is 0.01Ω and least count of diameter and length measuring device are 0.01 mm and 0.1 cm respectively, then find max. permissible error in

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

यदि प्रतिरोध का प्रेक्षित मान $R = 1.05 \Omega$, तार का व्यास $d = 0.60 \text{ मिमी.}$ तथा लम्बाई $\ell = 75.3 \text{ सेमी.}$ है। यदि प्रतिरोध मापन में अधिकतम त्रुटि 0.01Ω है और व्यास और लम्बाई को मापने वाले उपकरण के अल्पतमांक क्रमशः 0.01 mm

और 0.1 cm है। तो प्रतिरोधकता $\rho = \frac{R \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)}{\ell}$ में अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करो ?

(A*) 4.3 %

(B) 5.3 %

(C) 3.7 %

(D) 6.3 %

Solution : $\left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right)_{\text{max}} = \frac{\Delta R}{R} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$

$$\Delta R = 0.01 \Omega$$

$$\Delta d = 0.01 \text{ mm (least count)}$$

$$\Delta \ell = 0.1 \text{ cm (least count)}$$

$$\left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right)_{\text{max}} = \left(\frac{0.01 \Omega}{1.05 \Omega} + 2 \frac{0.01 \text{ mm}}{0.60 \text{ mm}} + \frac{0.1 \text{ cm}}{75.3 \text{ cm}} \right) \times 100 = 4.3 \%$$

Hindi $\left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)_{\text{अधिकतम}} = \frac{\Delta R}{R} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$

$$\Delta R = 0.01 \Omega$$

$$\Delta d = 0.01 \text{ मिमी} \circ (\text{अल्पमतांक})$$

$$\Delta \ell = 0.1 \text{ सेमी} \circ (\text{अल्पमतांक})$$

$$\% \left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)_{\text{अधिकतम}} = \left(\frac{0.01 \Omega}{1.05 \Omega} + 2 \frac{0.01 \text{mm}}{0.60 \text{mm}} + \frac{0.1 \text{cm}}{75.3 \text{cm}}\right) \times 100 = 4 \%$$

- 12.** In ohm's law experiment, potential drop across a resistance was measured as $v = 5.0$ volt and current was measured as $i = 2.0$ amp. If least count of the voltmeter and ammeter are 0.1 V and 0.01 A respectively then find the maximum permissible error in resistance.

ओम के नियम के अनुप्रयोग में, प्रतिरोध के सिरों पर प्रेक्षित विभवपात $v = 5.0$ वोल्ट है तथा प्रेक्षित धारा $i = 2.0$ ऐम्पियर है। यदि वोल्ट मीटर एवं अमीटर के अल्पमतांक क्रमशः 0.1 V और 0.01 A है तो प्रतिरोध में अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करो ?

- (A) 3.5 % (B) 1.5 % (C*) 2.5 % (D) None of these

Solution : $R = \frac{V}{i} = v \times i^{-1}$

$$\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{max}} = \frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta i}{i}$$

$$\Delta v = 0.1 \text{ volt (least count)}$$

$$\Delta i = 0.01 \text{ amp (least count)}$$

$$\% \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{max}} = \left(\frac{0.1}{5.0} + \frac{0.01}{2.00}\right) \times 100 \% = 2.5 \%$$

Hindi $R = \frac{V}{i} = v \times i^{-1}$; $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{अधिकतम}} = \frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta i}{i}$

$$\Delta v = 0.1 \text{ वोल्ट (अल्पमतांक)} ; \Delta i = 0.01 \text{ ऐम्पियर (अल्पमतांक)}$$

$$\% \left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{\text{अधिकतम}} = \left(\frac{0.1}{5.0} + \frac{0.01}{2.00}\right) \times 100 \% = 2.5 \%$$

दिये गये प्रेक्षण से R का मान $R = \frac{V}{i} = \frac{5.0}{2.00} = 2.5 \Omega$ अतः लिख सकते हैं $R = (2.5 \pm 2.5\%) \Omega$

- 13.** In Searle's exp to find Young's modulus, the diameter of wire is measured as $D = 0.050$ cm, length of wire is $L = 125$ cm, and when a weight, $m = 20.0$ kg is put, extension in the length of the wire was found to be 0.100 cm. Find maximum permissible error in young's modulus (Y).

सरल के प्रयोग में यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करने के लिए तार का मापित व्यास $D = 0.05$ सेमी०, तार की लम्बाई $L = 125$ सेमी० है तथा जब $m = 20.0$ किग्रा० भार रखा जाता है तो तार में 0.100 सेमी० विस्तार होता है तो यंग के प्रत्यास्थता गुणांक (Y) में अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करो ?

- (A) 4.3% (B*) 6.3% (C) 4.3% (D) None of these

Solution : $\frac{mg}{\pi d^2 / 4} = Y \left(\frac{x}{\ell}\right) \Rightarrow Y = \frac{mg \ell}{(\pi / 4) d^2 x}$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\text{max}} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta x}{x}$$

here no information of least count is given so maximum permissible error in ℓ = place value of last number.

$$m = 20.0 \text{ kg} \Rightarrow \Delta m = 0.1 \text{ kg} \quad (\text{place value of last number})$$

$$\ell = 125 \text{ cm} \Rightarrow \Delta \ell = 1 \text{ cm} \quad (\text{place value of last number})$$

$$d = 0.050 \text{ cm} \Rightarrow \Delta d = 0.001 \text{ cm} \quad (\text{place value of last number})$$

$$x = 0.100 \text{ cm} \Rightarrow \Delta x = 0.001 \text{ cm} \quad (\text{place value of last number})$$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\max} = \left(\frac{0.1 \text{ kg}}{20.0 \text{ kg}} + \frac{1 \text{ cm}}{125 \text{ cm}} + \frac{0.001 \text{ cm}}{0.05 \text{ cm}} \times 2 + \frac{0.001 \text{ cm}}{0.100 \text{ cm}}\right) \times 100\% = 6.3\%$$

Hindi $\frac{mg}{\pi d^2/4} = Y \left(\frac{x}{\ell}\right) \Rightarrow Y = \frac{mg\ell}{(\pi/4) d^2 x}$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\text{अधिकतम}} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta x}{x}$$

यहाँ अल्पतमांक की कोई जानकारी नहीं दी गई है। अतः अधिकतम अनुमेय त्रुटि = अंतिम संख्या का स्थानीय मान

$$m = 20.0 \text{ kg} \Rightarrow \Delta m = 0.1 \text{ kg} \quad (\text{अंतिम संख्या का स्थानीय मान})$$

$$\ell = 125 \text{ m} \Rightarrow \Delta \ell = 1 \text{ cm} \quad (\text{अंतिम संख्या का स्थानीय मान})$$

$$d = 0.050 \text{ cm} \Rightarrow \Delta d = 0.001 \text{ cm} \quad (\text{अंतिम संख्या का स्थानीय मान})$$

$$x = 0.100 \text{ cm} \Rightarrow \Delta x = 0.001 \text{ cm} \quad (\text{अंतिम संख्या का स्थानीय मान})$$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\text{अधिकतम}} = \left(\frac{0.1 \text{ kg}}{20.0 \text{ kg}} + \frac{1 \text{ cm}}{125 \text{ cm}} + \frac{0.001 \text{ cm}}{0.05 \text{ cm}} + \frac{0.001 \text{ cm}}{0.100 \text{ cm}}\right) \times 100\% = 6.3\%$$

14. To find the value of 'g' using simple pendulum $T = 2.00 \text{ sec}$; $\ell = 1.00 \text{ m}$ was measured. Estimate maximum permissible error in 'g'. Also find the value of 'g'. (Use $\pi^2 = 10$)

'g' का मान प्राप्त करने के लिए सरल लोलक का उपयोग करते हैं। $T = 2.00 \text{ sec}$; $\ell = 1.00 \text{ m}$ मापित है तो 'g' में अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करो? 'g' का मान भी ज्ञात करो। ($\pi^2 = 10$)

(A*) $(10.0 \pm 0.2) \text{ m/s}^2$ (B) $(10.0 \pm 0.3) \text{ m/s}^2$ (C) $(9.0 \pm 0.2) \text{ m/s}^2$ (D) $(10.0 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$

Solution : $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2}$

$$\left(\frac{\Delta g}{g}\right)_{\max} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta T}{T} = \left(\frac{0.01}{1.00} + 2 \frac{0.01}{2.00}\right) \times 100\% = 2\%$$

$$\text{value of } g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} = \frac{4 \times 10 \times 1.00}{(2.00)^2} = 10.0 \text{ m/s}^2$$

$$\left(\frac{\Delta g}{g}\right)_{\max} = 2/100 \text{ so } \frac{\Delta g_{\max}}{10.0} = \frac{2}{100} \text{ so } (\Delta g)_{\max} = 0.2 = \text{max error in 'g'}$$

$$\text{so 'g' } = (10.0 \pm 0.2) \text{ m/s}^2$$

15. Using screw gauge, the observation of the diameter of a wire are 1.324, 1.326, 1.334, 1.336 cm respectively. Find the average diameter, the mean error, the relative error and % error.

स्कूगेज से तार का व्यास मापा गया और प्रेक्षण क्रमशः 1.324, 1.326, 1.334, 1.336 cm आए। तार का औसत व्यास, माध्य त्रुटि, सापेक्ष त्रुटि और % त्रुटि ज्ञात करो।

Ans. $\bar{D} = 1.330 \text{ cm}$, $\Delta \bar{D} = 0.005 \text{ cm}$, Relative error सापेक्ष त्रुटि = + 0.004 %, error त्रुटि = 0.4%

Sol. $\bar{D} = \frac{\Sigma(D)}{N} = \frac{1.324 + 1.326 + 1.334 + 1.336}{4} = 1.330$

$$\Delta D_1 = 1.324 - 1.330 = -0.006$$

$$\Delta D_2 = 1.326 - 1.330 = -0.004$$

$$\Delta D_3 = 1.334 - 1.330 = 0.004$$

$$\Delta D_4 = 1.336 - 1.330 = 0.006$$

$$\Delta \bar{D} = \frac{|\Delta D_1| + |\Delta D_2| + |\Delta D_3| + |\Delta D_4|}{4}$$

$$= \frac{0.006 + 0.004 + 0.004 + 0.006}{4} = \frac{0.020}{4} = 0.005 \text{ cm}$$

$$\text{Relative error (सापेक्षिक त्रुटि)} = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} = \frac{0.005}{1.330} = 0.004$$

$$\% \text{ error त्रुटि} = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} \times 100 = 0.4\%$$

16. If a tuning fork of frequency (f_0) 340 Hz and tolerance $\pm 1\%$ is used in resonance column method [$v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$], the first and the second resonance are measured at $\ell_1 = 24.0$ cm and $\ell_2 = 74.0$ cm. Find max. permissible error in speed of sound.

अनुनाद नली के प्रयोग में [$v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$] के उपयोग किये जाने वाले स्वरित्र की आवृत्ति (f_0) 340 Hz है और उसमें त्रुटि (tolerance) $\pm 1\%$ है। प्रथम और द्वितीय अनुनाद क्रमशः $\ell_1 = 24.0$ cm और $\ell_2 = 74.0$ cm पर आते हैं तो ध्वनि के वेग में अधिकतम अनुमेय (permissible) त्रुटि ज्ञात करो –

Ans. 1.4%

Sol. $v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$,

$$\Rightarrow \left(\frac{\Delta v}{v} \right)_{\max} = \frac{\Delta f_0}{f_0} + \frac{\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2}{\ell_2 - \ell_1} = \frac{1}{100} + \frac{0.1 + 0.1}{74 - 24} = 1.4\%$$

17. The length of a rectangular plate is measured by a meter scale and is found to be 10.0 cm. Its width is measured by vernier callipers as 1.00 cm. The least count of the meter scale and vernier callipers are 0.1 cm and 0.01 cm respectively (Obviously). Maximum permissible error in area measurement is -

(A*) + 0.2 cm² (B) + 0.1 cm² (C) + 0.3 cm² (D) Zero

एक आयताकार प्लेट की लम्बाई एक मीटर स्केल से 10.0 cm मापी गई। इसकी चौड़ाई वर्नियर कैलीपर्स से 1.00 cm मापी गई। मीटर स्केल और वर्नियर कैलीपर्स का अल्पतमांक क्रमशः 0.1 cm और 0.01 cm है। (सामान्यतः) क्षेत्रफल मापन में अधिकतम अनुमेय (permissible) त्रुटि है –

(A*) + 0.2 cm² (B) + 0.1 cm² (C) + 0.3 cm² (D) zero शून्य

Sol. $A = \ell b = 10.0 \times 1.00 = 10.00$

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{\Delta b}{b}$$

$$\frac{\Delta A}{10.00} = \frac{0.1}{10.0} + \frac{0.01}{1.00} \Rightarrow \Delta A = 10.00 \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{100} \right) = 10.00 \left(\frac{2}{100} \right) = \pm 0.2 \text{ cm}^2$$

18. In the previous question, minimum possible error in area measurement can be -

(A) + 0.02 cm² (B) + 0.01 cm² (C) + 0.03 cm² (D*) Zero

पिछले प्रश्न में क्षेत्रफल मापन में न्यूनतम सम्भव त्रुटि है

(A) + 0.02 cm² (B) + 0.01 cm² (C) + 0.03 cm² (D*) शून्य

Sol. $\left(\frac{\Delta A}{A} \right)_{\min} = \left| \left(\frac{\Delta \ell}{\ell} - \frac{\Delta b}{b} \right) \right| = \left| \frac{1}{100} - \frac{1}{100} \right| = 0$

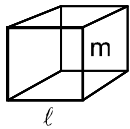
19. For a cubical block, error in measurement of sides is + 1% and error in measurement of mass is + 2%, then maximum possible error in density is -

(A) 1% (B*) 5% (C) 3% (D) 7%

घनाकार ब्लॉक में भुजाओं के मापन में त्रुटि + 1% है, और द्रव्यमान मापन में त्रुटि + 2% है तो घनत्व मापन में अधिकतम सम्भव त्रुटि कितनी होगी –

(A) 1% (B*) 5% (C) 3% (D) 7%

Sol.



$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{l^3}$$

Given दिया गया है : $\frac{\Delta m}{m} = \pm 2\% = \pm 2 \times 10^{-2}$ $\frac{\Delta l}{l} = \pm 1\% = \pm 1 \times 10^{-2}$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta \rho}{\rho} &= \frac{\Delta m}{m} + 3 \frac{\Delta l}{l} \\ &= 2 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-2} = 5\% \end{aligned}$$

20. To estimate 'g' (from $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$), error in measurement of L is + 2% and error in measurement of T is + 3%. The error in estimated 'g' will be -
 (A*) + 8% (B) + 6% (C) + 3% (D) + 5%
- 'g' का मान ($g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$ से), ज्ञात करने के प्रयोग में L के मापन में त्रुटि $\pm 2\%$ है और T के मापन में त्रुटि $\pm 3\%$ है।
 'g' में त्रुटि होगी
 (A*) + 8% (B) + 6% (C) + 3% (D) + 5%

Sol. (A) $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$

$$\frac{\Delta L}{L} = 2\% = \pm 2 \times 10^{-2} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \pm 3\% = \pm 3 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{2\Delta T}{T} = 2 \times 10^{-2} + 2 \times 3 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} = \pm 8\%$$

DPP No. : B18 (JEE-Advanced)
Total Marks : 34
Max. Time : 29 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.6
(3 marks, 2 min.) [18, 12]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.7
(4 marks 2 min.) [04, 02]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.10
(4 marks 5 min.) [12, 15]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B18
1. (C) 2. (B) 3. (B) 4. (B) 5. (A) 6. (B) 7. (A) (D)
8. $\bar{D} = 1.330 \text{ cm}$, $\Delta \bar{D} = 0.005 \text{ cm}$, Relative error सापेक्षिक त्रुटि = + 0.004 %, error त्रुटि = 0.4%
9. 1.4% 10. $a_0 = \frac{4g}{7} \text{ m/s}^2$

1. The external and internal diameters of a hollow cylinder are measured to be $(4.23 \pm 0.01) \text{ cm}$ and $(3.89 \pm 0.01) \text{ cm}$. The thickness of the wall of the cylinder is
 (A) $(0.34 \pm 0.02) \text{ cm}$ (B) $(0.17 \pm 0.02) \text{ cm}$ (C*) $(0.17 \pm 0.01) \text{ cm}$ (D) $(0.34 \pm 0.01) \text{ cm}$
 एक खोखले बेलन की बाह्य और आन्तरिक व्यास क्रमशः $(4.23 \pm 0.01) \text{ cm}$ और $(3.89 \pm 0.01) \text{ cm}$ है। बेलन की दीवार की मोटाई होगी—

(A) $(0.34 \pm 0.02) \text{ cm}$ (B) $(0.17 \pm 0.02) \text{ cm}$ (C*) $(0.17 \pm 0.01) \text{ cm}$ (D) $(0.34 \pm 0.01) \text{ cm}$

Sol. $D = (4.23 \pm 0.01) \text{ cm}$

$d = (3.89 \pm 0.01) \text{ cm}$

$\Delta t = (D - d)/2$

$$= \frac{(4.23 \pm 0.01) - (3.89 \pm 0.01)}{2} = \frac{(4.23 - 3.89) \pm (0.01 + 0.01)}{2}$$

$$= (0.34 \pm 0.02)/2 \text{ cm}$$

$$= (0.17 \pm 0.01) \text{ cm}$$

2. The mass of a ball is 1.76 kg. The mass of 25 such balls is

(A) $0.44 \times 10^3 \text{ kg}$ (B*) 44.0 kg (C) 44 kg (D) 44.00 kg

एक बॉल का द्रव्यमान 1.76 kg है ऐसे 25 बॉल का द्रव्यमान कितना होगा —

(A) $0.44 \times 10^3 \text{ kg}$ (B*) 44.0 kg (C) 44 kg (D) 44.00 kg

Sol. $m = 1.76 \text{ kg}$

$M = 25 \text{ m}$

$$= 25 \times 1.76$$

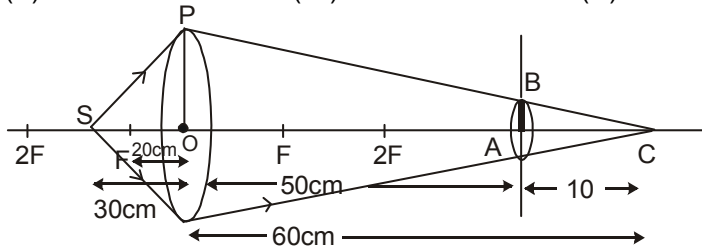
$$= 44.0 \text{ kg}$$

Note : Mass of one unit has three significant figures and it is just multiplied by a pure number (magnified). So result should also have three significant figures.

टिप्पणी : एक इकाई के द्रव्यमान में तीन सार्थक अंक है व इसे शुद्ध अंक से गुणा किया गया है। अतः परिणाम में तीन सार्थक अंक होने चाहिए।

3. A lens of focal length 20.0 cm and aperture radius 2.0 cm is placed at a distance 30.0 cm from a point source of light. On the other side a screen is placed at a distance 50.0 cm from the lens. The radius of spot of light formed on screen is. (Neglect spherical aberration through lens)
 20.0 सेमी० फोकस दूरी एवं 2.0 सेमी० द्वारक त्रिज्या का एक लेंस, किसी बिन्दुवत् प्रकाश स्रोत से 30.0 सेमी० दूरी पर रखा है। लेंस के दूसरी तरफ 50.0 सेमी० दूर एक पर्दा है। पर्दे पर बने धब्बे की त्रिज्या होगी ? (लेंस से होने वाले गोलीय विपथन को नगण्य मानें)

(A) 0.5 cm (B*) 0.3 cm (C) 0.2 cm (D) 1.0 cm



Sol.

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{20} = -\frac{1}{+30} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{1}{60}$$

$$v = 60 \text{ cm}$$

As triangles OPC & ABC are similar
 चूंकि त्रिभुज OPC तथा ABC समरूप है

$$\therefore \frac{2}{60} = \frac{x}{10} \Rightarrow x = \frac{1}{3} = 0.3 \text{ cm.}$$

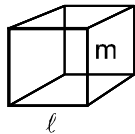
4. For a cubical block, error in measurement of sides is + 1% and error in measurement of mass is + 2%, then maximum possible error in density is -

(A) 1% (B*) 5% (C) 3% (D) 7%

घनाकार ब्लॉक में भुजाओं के मापन में त्रुटि + 1% है, और द्रव्यमान मापन में त्रुटि + 2% है तो घनत्व मापन में अधिकतम सम्भव त्रुटि कितनी होगी -

(A) 1% (B*) 5% (C) 3% (D) 7%

Sol.



$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{l^3}$$

$$\text{Given दिया गया है : } \frac{\Delta m}{m} = \pm 2\% = \pm 2 \times 10^{-2} \quad \frac{\Delta l}{l} = \pm 1\% = \pm 1 \times 10^{-2}$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta m}{m} + 3 \frac{\Delta l}{l}$$

$$= 2 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-2} = 5\%$$

5. To estimate 'g' (from $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$), error in measurement of L is + 2% and error in measurement of T is + 3%. The error in estimated 'g' will be -

(A*) + 8% (B) + 6% (C) + 3% (D) + 5%

'g' का मान ($g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$ से), ज्ञात करने के प्रयोग में L के मापन में त्रुटि $\pm 2\%$ है और T के मापन में त्रुटि $\pm 3\%$ है।

'g' में त्रुटि होगी

(A*) + 8% (B) + 6% (C) + 3% (D) + 5%

Sol. (A) $g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2}$

$$\frac{\Delta \ell}{\ell} = 2\% = \pm 2 \times 10^{-2}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \pm 3\% = \pm 3 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{2\Delta T}{T} = 2 \times 10^{-2} + 2 \times 3 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} = \pm 8\%$$

6. The least count of a stop watch is 0.2 second. The time of 20 oscillations of a pendulum is measured to be 25 seconds. The percentage error in the time period is

(A) 16% (B*) 0.8% (C) 1.8% (D) 8%

एक विराम घड़ी का अल्पतमांक 0.2 सैकण्ड है। उस घड़ी से एक सरल लोलक को 20 दोलन करने में लगा समय 25 सैकण्ड मापा गया। आवर्तकाल में अधिकतम प्रतिशत त्रुटि है –

(A) 16% (B*) 0.8% (C) 1.8% (D) 8%

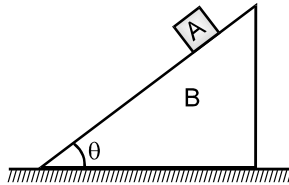
Sol. $\Delta t = 0.2 \text{ s}$

$t = 25 \text{ s}$

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta t}{t} = \frac{0.2}{25} = 0.8\%$$

7. In the figure shown, A & B are free to move. All the surfaces are smooth. ($0 < \theta < 90^\circ$)

चित्र में दर्शाए अनुसार A तथा B गति करने के लिए स्वतन्त्र है। सभी सतह चिकनी है। ($0 < \theta < 90^\circ$)



(A*) the acceleration of A will be more than $g \sin \theta$

A का त्वरण $g \sin \theta$ से ज्यादा होगा।

(B) the acceleration of A will be less than $g \sin \theta$

A का त्वरण $g \sin \theta$ से कम होगा।

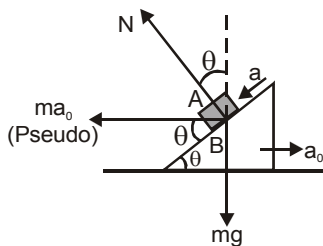
(C) normal force on A due to B will be more than $mg \cos \theta$

B के कारण A पर अभिलम्ब बल $mg \cos \theta$ से अधिक होगा।

(D*) normal force on A due to B will be less than $mg \cos \theta$

A पर B के कारण अभिलम्ब बल $mg \cos \theta$ से कम होगा।

Sol.



$$ma_0 \sin \theta + N = mg \cos \theta$$

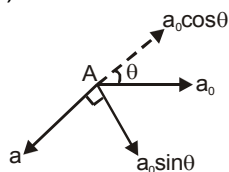
$$\Rightarrow mg \cos \theta$$

$$\Rightarrow N = mg \cos \theta - ma_0 \sin \theta$$

$$\Rightarrow N < mg \cos \theta$$

Hence, (D) is true.

अतः, (D) सत्य है.



$$ma_0 \cos \theta + mg \sin \theta = ma$$

$$\Rightarrow a = g \sin \theta + a_0 \cos \theta$$

Hence acceleration of A

अतः A का त्वरण

$$= \sqrt{(a - a_0 \cos \theta)^2 + (a_0 \sin \theta)^2} > g \sin \theta.$$

8. Using screw gauge, the observation of the diameter of a wire are 1.324, 1.326, 1.334, 1.336 cm respectively. Find the average diameter, the mean error, the relative error and % error.

स्क्रूगेज से तार का व्यास मापा गया और प्रेक्षण क्रमशः 1.324, 1.326, 1.334, 1.336 cm आए। तार का औसत व्यास, माध्य त्रुटि, सापेक्ष त्रुटि और % त्रुटि ज्ञात करो।

Ans. $\bar{D} = 1.330$ cm, $\Delta \bar{D} = 0.005$ cm, Relative error सापेक्षिक त्रुटि = + 0.004 %, error त्रुटि = 0.4%

Sol. $\bar{D} = \frac{\Sigma(D)}{N} = \frac{1.324 + 1.326 + 1.334 + 1.336}{4} = 1.330.$

$$\Delta D_1 = 1.324 - 1.330 = -0.006$$

$$\Delta D_2 = 1.326 - 1.330 = -0.004$$

$$\Delta D_3 = 1.334 - 1.330 = 0.004$$

$$\Delta D_4 = 1.336 - 1.330 = 0.006$$

$$\Delta \bar{D} = \frac{|\Delta D_1| + |\Delta D_2| + |\Delta D_3| + |\Delta D_4|}{4}$$

$$= \frac{0.006 + 0.004 + 0.004 + 0.006}{4} = \frac{0.020}{4} = 0.005 \text{ cm}$$

$$\text{Relative error (सापेक्षिक त्रुटि)} = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} = \frac{0.005}{1.330} = 0.004$$

$$\% \text{ error त्रुटि} = \frac{\Delta \bar{D}}{\bar{D}} \times 100 = 0.4\%.$$

9. If a tuning fork of frequency (f_0) 340 Hz and tolerance $\pm 1\%$ is used in resonance column method [$v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$], the first and the second resonance are measured at $\ell_1 = 24.0$ cm and $\ell_2 = 74.0$ cm. Find max. permissible error in speed of sound.

अनुनाद नली के प्रयोग में [$v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1)$] के उपयोग किये जाने वाले स्वरित्र की आवृत्ति (f_0) 340 Hz है और उसमें त्रुटि (tolerance) $\pm 1\%$ है। प्रथम और द्वितीय अनुनाद क्रमशः $\ell_1 = 24.0$ cm और $\ell_2 = 74.0$ cm पर आते हैं तो ध्वनि के वेग में अधिकतम अनुमेय (permissible) त्रुटि ज्ञात करो –

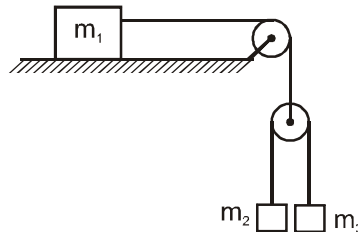
Ans. 1.4%

Sol. $v = 2f_0 (\ell_2 - \ell_1),$

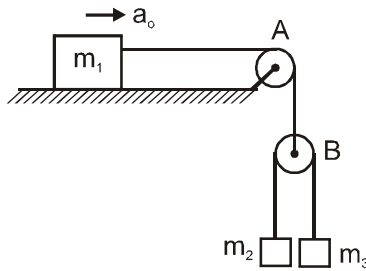
$$\Rightarrow \left(\frac{\Delta v}{v} \right)_{\max} = \frac{\Delta f_0}{f_0} + \frac{\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2}{\ell_2 - \ell_1} = \frac{1}{100} + \frac{0.1 + 0.1}{74 - 24} = 1.4\%.$$

10. Three blocks of mass $m_1 = 4$ kg, $m_2 = 2$ kg and $m_3 = 4$ kg are connected as shown in figure. All surfaces are smooth and pulley is massless, find the acceleration of mass m_1 ?

$m_1 = 4$ kg, $m_2 = 2$ kg व $m_3 = 4$ kg द्रव्यमान के तीन ब्लॉक चित्रानुसार जुड़े हुए हैं। सभी सतह चिकनी व घिरनी द्रव्यमानहीन हैं, m_1 द्रव्यमान का त्वरण ज्ञात कीजिए ?



Sol.



Let acceleration of block having mass m_1 is a_0 , as shown in figure acceleration of pulley (B) is also a_0 (downward) w.r.t. pulley let mass m_2 moves upward with acceleration a (say) and mass m_3 moves downward with same acceleration

माना m_1 द्रव्यमान का त्वरण a_0 है चित्रानुसार पुली (B) का त्वरण भी नीचे की ओर a_0 होगा पुली के सापेक्ष माना कि m_2 द्रव्यमान ऊपर की ओर a त्वरण से गति करता है। एवं द्रव्यमान m_3 समान त्वरण से नीचे की ओर गति करता है।

w.r.t. ground

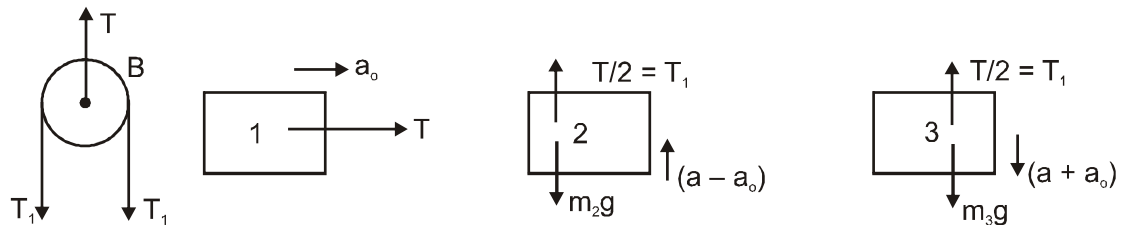
जमीन के सापेक्ष

$$\text{acceleration of } m_2 = a - a_0 \quad (\uparrow)$$

$$m_2 \text{ का त्वरण} = a - a_0 \quad (\uparrow)$$

$$\text{acceleration of } m_3 = a + a_0 \quad (\downarrow)$$

$$m_3 \text{ का त्वरण} = a + a_0 \quad (\downarrow)$$



pulley पुली $T_1 = \frac{T}{2}$

for Block (1) $T = m_1 a_0$ (1)

ब्लॉक (1) के लिए $T = m_1 a_0$ (1)

for Block (2) $m_2 g - \frac{T}{2} = -m_2 (a - a_0)$ (2)

ब्लॉक (2) के लिए

for Block (3) $m_3 g - \frac{T}{2} = m_3 (a + a_0)$ (3)

ब्लॉक (3) के लिए

From (1), (2) and (3), we get (1), (2) व (3) से $a_0 = \frac{g}{1 + \frac{m_1}{4} \left(\frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right)} \Rightarrow \frac{g}{1 + \frac{4}{4} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right)}$

or या $a_0 = \frac{g}{1 + \frac{3}{4}} = \frac{4g}{7}$ $a_0 = \frac{4g}{7} \text{ m/s}^2$

DPP No. : B19 (JEE-Advanced)

Total Marks : 39

Max. Time : 29 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1

(3 marks, 2 min.) [03, 02]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.2 to Q.7

(4 marks 2 min.) [24, 12]

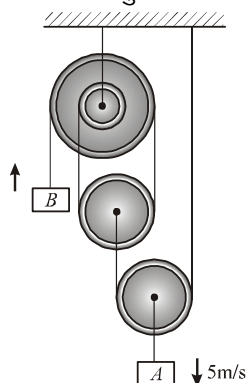
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.10

(4 marks 5 min.) [12, 15]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B19

- | | | | | | |
|------------|------------|-------------|--|------------|--------|
| 1. (C) | 2. (A) (B) | 3. (B) (C) | 4. (A) (B) (D) | 5. (A) (D) | 6. (B) |
| 7. (A) (C) | 8. 5 | 9. 24 m/sec | 10. $W_{OAC} = 8 \text{ J}$, $W_{OBC} = 2 \text{ J}$; $W_{ODC} = 19/3 \text{ J}$, No] | | |

1. In the pulley system shown in figure, at an instant if block A is going down at 5 m/s, find speed of block B : (In step pulley the ratio of radii is 1 : 2)
चित्र में दर्शाये घिरनी निकाय में किसी क्षण यदि ब्लॉक A, 5 m/s से नीचे की ओर जा रहा है, तब ब्लॉक B की चाल ज्ञात कीजिए (स्टेप घिरनी में त्रिज्याओं का अनुपात 1 : 2 है।)



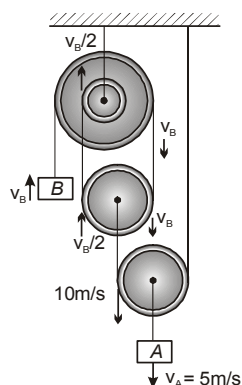
(A) 5 m/s

(B) 20 m/s

(C*) 40 m/s

(D) 80 m/s

Sol.



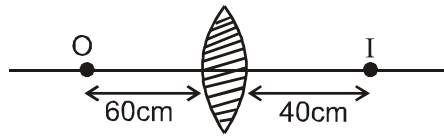
$$v_B = 10 + r\omega$$

$$\frac{v_B}{2} = \omega r - 10$$

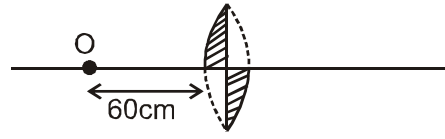
$$\frac{v_B}{2} = 20$$

$$v_B = 40 \text{ m/s}$$

2. A converging equiconvex lens forms real image of a particle as shown in case I. If now lens is cut as shown in case II then select the correct alternative/alternatives :
 एक अभिसारी समोत्तल पतला लेंस एक कण का वास्तविक प्रतिबिंब प्रकरण I में दर्शाएनुसार बनाता है। यदि प्रकरण II में दर्शाएनुसार लेंस को काटा जाए, तो सही विकल्प/विकल्पों का चयन कीजिए।



Case I



Case II

- (A*) Image in case II will be at 240 cm from lens.
 (B*) Image is real.
 (C) Image in case II will be at the same location of case I.
 (D) There will be two distinguished images.
 (A*) प्रकरण II में प्रतिबिंब लेंस से 240 cm पर बनेगा
 (B*) प्रतिबिंब वास्तविक होगा
 (C) प्रकरण II में प्रतिबिंब की स्थिति प्रकरण I में प्रतिबिंब की स्थिति पर ही होगी
 (D) दो स्वतंत्र प्रतिबिंब होंगे।

Sol. $\frac{1}{40} - \frac{1}{-60} = \frac{1}{f}$ (1)

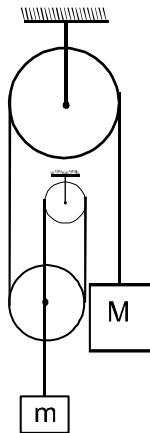
$\frac{1}{v} - \frac{1}{-60} = \frac{1}{2f}$ (2)

$\frac{1}{v} + \frac{1}{60} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{60} \right)$

$\Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{60} = \frac{1}{2} \cdot \frac{100}{40 \times 60}$

$\Rightarrow -\frac{1}{v} = \frac{1}{48} - \frac{1}{60} \Rightarrow v = 240 \text{ cm}$

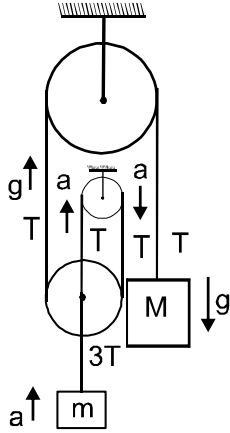
3. All pulleys are light & smooth, strings are light & inextensible. Consider the case when $M \rightarrow \infty$ (see fig.)
 सभी घिरनियों हल्की व चिकनी हैं, डोरियाँ हल्की व अविस्तार्य हैं। $M \rightarrow \infty$ की स्थिति पर विचार कीजिए। (चित्र देखें)



- (A) acceleration of m is g upward
 (B*) Net force on m is $\frac{mg}{3}$ upward
 (C*) Tension in the string connecting M is $\frac{4mg}{9}$
 (D) Tension in the string connecting m is 2 mg

- (A) m का त्वरण ऊपर की ओर g है।
 (B*) m पर परिणामी बल $mg/3$ ऊपर की ओर है।
 (C*) M से जुड़ी डोरी में तनाव $\frac{4mg}{9}$ है।
 (D) m से जुड़ी डोरी में तनाव $2mg$ है।

Sol.



$$a = \frac{g-a}{2} \Rightarrow a = \frac{g}{3}$$

$$3T - mg = ma \Rightarrow T = \frac{4mg}{9}$$

$$\& 3T = \frac{4mg}{3}$$

Net force on $m \Rightarrow ma = mg/3$ upward
 m पर परिणामी बल $\Rightarrow ma = mg/3$ ऊपर की ओर है।

4. Two infinite, parallel, non-conducting sheets carry equal positive charge density σ . One is placed in the yz plane and the other at distance $x = a$. Take potential $V = 0$ at $x = 0$.
 दो अनन्त, समान्तर, अचालक पट्टिकाओं पर बराबर धनात्मक आवेश घनत्व σ है। एक को y - z तल में तथा दूसरी को $x = a$ दूरी पर रखते हैं। $x = 0$ पर विभव $V = 0$ मानें।

- (A*) For $0 \leq x \leq a$, potential $V_x = 0$.
 (B*) For $x \geq a$, potential $V_x = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a)$
 (C) For $x \geq a$, potential $V_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a)$
 (D*) For $x \leq 0$ potential $V_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0}x$

- (A*) $0 \leq x \leq a$ के लिए, विभव $V_x = 0$.
 (B*) $x \geq a$ के लिए, विभव $V_x = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a)$
 (C) $x \geq a$ के लिए, विभव $V_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a)$
 (D*) $x \leq 0$ के लिए, विभव $V_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0}x$

Sol. $0 \leq x \leq a : V_x = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a) = 0$ (as $E_x = 0$)

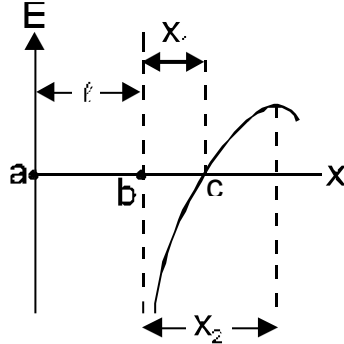
$$x \geq a ; V_x = -\int_a^x E_x dx + V_{(a)} = \left[-\int_a^x \frac{\sigma}{\epsilon_0} dx \right] + V_{(a)} = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}(x-a)$$

$$x \leq 0 ; V_x = -\int_0^x E_x dx + V_{(0)} = -\left[-\frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot x \right] + V_{(0)} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot x$$

COMPREHENSION

Two point charges are placed at point a and b. The field strength to the right of the charge Q_b on the line that passes through the two charges varies according to a law that is represented graphically in the figure. The electric field is taken positive if its direction is towards right and negative if its direction is towards left.

दो बिन्दुवत आवेश 'a' व 'b' बिन्दुओं पर स्थित हैं। Q_b आवेश के दायाँ ओर दोनों आवेशों से गुजरने वाली रेखा पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता उस नियम के अनुसार परिवर्तित होती है जिसका ग्राफीय निरूपण चित्र में दर्शाया गया है। विद्युत क्षेत्र की दिशा दायीं ओर होने पर इसे धनात्मक व बायीं ओर होने पर ऋणात्मक लेना है।



5. Choose the correct statement regarding the signs of the charges.

आवेशों के चिन्हों के संगत सही कथन छांटिए –

(A*) Charge at point a is positive and charge at point b is negative.

बिन्दु a पर आवेश धनात्मक है तथा बिन्दु b पर आवेश ऋणात्मक है।

(B) Charge at point a is negative and charge at point b is positive.

बिन्दु a पर आवेश ऋणात्मक है तथा बिन्दु b पर आवेश धनात्मक है।

(C) Point C is position of stable equilibrium for small displacement along x-axis of positive test charge
धनात्मक परीक्षण आवेश के लिये x-दिशा के अनुदिश अल्प विस्थापन के लिये बिन्दु C स्थायी साम्यावस्था को प्रदर्शित करता है।

(D*) Point C is position of unstable equilibrium for small displacement along x-axis of positive test charge

धनात्मक परीक्षण आवेश के लिये x-दिशा के अनुदिश अल्प विस्थापन के लिये बिन्दु C अस्थायी साम्यावस्था को प्रदर्शित करता है।

6. Ratio of magnitudes of charges $\left| \frac{Q_a}{Q_b} \right|$ will be equal to :

आवेशों के अनुपात $\left| \frac{Q_a}{Q_b} \right|$ का परिमाण बराबर होगा –

- (A) $\left(1 + \frac{\ell}{x_1} \right)$ (B*) $\left(1 + \frac{\ell}{x_1} \right)^2$ (C) $1 + \left(\frac{\ell}{x_1} \right)^2$ (D) $\left(1 + \frac{\ell}{x_1} \right)^4$

7. Choose the correct option
सही विकल्पों का चयन कीजिये।

(A*) The distance x_2 from point b where the field is maximum, will be $\frac{\ell}{\left(\frac{\ell + x_1}{x_1} \right)^{2/3} - 1}$

(B) The distance x_2 from point b where the field is maximum, will be $\frac{\ell}{\left(\frac{\ell + x_1}{x_1} \right)^{1/3} - 1}$

(C*) At point C potential due to system of charges at a and b is maximum in region $x > b$

(D) At point C potential due to system of charges at a and b is minimum in region $x > b$

(A*) जहाँ क्षेत्र अधिकतम है उस स्थिति की बिन्दु b से दूरी x_2 का मान $\frac{\ell}{\left(\frac{\ell+x_1}{x_1}\right)^{2/3} - 1}$ है।

(B) जहाँ क्षेत्र अधिकतम है उस स्थिति की बिन्दु b से दूरी x_2 का मान $\frac{\ell}{\left(\frac{\ell+x_1}{x_1}\right)^{1/3} - 1}$ है।

(C*) a तथा b पर स्थित आवेशों के निकाय के कारण बिन्दु C पर विभव क्षेत्र $x > b$ में अधिकतम है।

(D) a तथा b पर स्थित आवेशों के निकाय के कारण बिन्दु C पर विभव क्षेत्र $x > b$ में न्यूनतम है।

Sol.

∴ Electric field near point b is $-\infty$

∴ 'b' should be negative electric field at x_1 is 0 which possible only if 'a' and 'b' are of opposite sign.

∴ 'a' is positive

Charge b is negative and charge a is positive

∴ बिन्दु b के पास विद्युत क्षेत्र $-\infty$

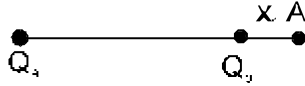
∴ 'b' ऋणात्मक, ; x_1 पर वि. क्षे. 0 जो सम्भव है केवल यदि 'a' व 'b' के चिन्ह विपरीत है।

∴ 'a' धनात्मक है।

आवो b ऋणात्मक व आवो a धनात्मक है।

displacing particle from equilibrium position C, forces acts to move the particle away from equilibrium position

∴ position C is unstable equilibrium.



E at A = 0 (A = 0 पर E = 2)

$$\frac{|Q_a|}{(\ell+x_1)^2} = \frac{|Q_b|}{(x_1)^2} \quad \therefore \quad \left| \frac{Q_a}{Q_b} \right| = \left(\frac{\ell+x_1}{x_1} \right)^2 = \left(1 + \frac{\ell}{x_1} \right)^2$$

$$E \text{ at a general } X \text{ (सामान्य } x \text{ पर } E) = \frac{K|Q_a|}{(\ell+x)^2} - \frac{K|Q_b|}{(x)^2} = K|Q_a| \left\{ \frac{1}{(\ell+x)^2} - \left| \frac{Q_b}{Q_a} \right| \frac{1}{x^2} \right\}$$

$$\text{If } E \text{ is a maximum, } \frac{dE}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{-2}{(\ell+x)^3} + \left(\frac{x_1}{\ell+x_1} \right)^2 \frac{2}{x^3} = 0$$

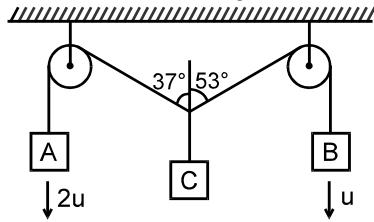
$$(\ell+x)^3 = x^3 \left(\frac{\ell+x_1}{x_1} \right)^2; \ell+x = x \left(\frac{\ell+x_1}{x_1} \right)^{2/3}$$

$$x_2 = \frac{\ell}{\left(\frac{\ell+x_1}{x_1} \right)^{2/3} - 1}$$

$$\text{Ans: } x_2 = \frac{\ell}{\left(\frac{\ell+x_1}{x_1} \right)^{2/3} - 1}, \quad \left| \frac{Q_a}{Q_b} \right| = \left(1 + \frac{\ell}{x_1} \right)^2$$

Charge b is negative and charge a is positive (आवेश b ऋणात्मक व आवेश a धनात्मक है।)

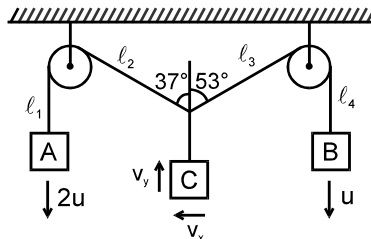
8. Two blocks A and B move down with speeds u m/s and $2u$ m/s respectively. It is given that $u = \sqrt{5}$ m/s. Find the speed (in m/s) of block C at the instant shown in the diagram.
 दो ब्लॉक A तथा B क्रमशः u m/s तथा $2u$ m/s की चाल से नीचे की ओर गति करते हैं। यह दिया गया है कि $u = \sqrt{5}$ m/s है। उस क्षण प्रदर्शित चित्रानुसार ब्लॉक C की चाल (m/s में) ज्ञात कीजिये।



Ans. 5
 Sol.

Let the x and y components of velocity of block C be v_x and v_y respectively.
 माना ब्लॉक C के वेग के x तथा y घटक क्रमशः v_x तथा v_y हैं।

$$\ell_1 + \ell_2 = \text{constant (नियत)} \Rightarrow \frac{d\ell_1}{dt} + \frac{d\ell_2}{dt} = 0$$



$$\Rightarrow 2u - (v_y \cos 37^\circ + v_x \cos 53^\circ) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

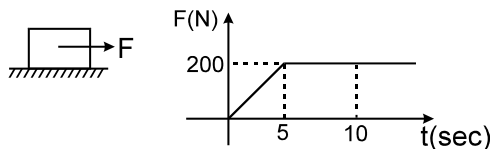
$$\ell_3 + \ell_4 = \text{constant नियत}$$

$$\frac{d\ell_3}{dt} + \frac{d\ell_4}{dt} = 0 \Rightarrow (v_x \cos 37^\circ - v_y \cos 53^\circ) + u = 0$$

Solving we get हल करने पर

$$v_x = \left(\frac{2u}{5}\right) \text{ and तथा } v_y = \left(\frac{11u}{5}\right) \Rightarrow \text{speed चाल} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5} u = 5$$

9. A 20 kg block is originally at rest on a horizontal surface for which the coefficient of friction is 0.6. If a horizontal force F is applied such that it varies with time as shown in figure. Determine speed of block at 10 sec.
 20 kg का एक ब्लॉक 0.6 घर्षण गुणांक वाले एक क्षैतिज तल पर स्थिर रखा हुआ है। यदि एक क्षैतिज बल F इस प्रकार लगाया जाता है कि चित्र में दर्शाये अनुसार यह समय के साथ परिवर्तित होता है तो 10 sec पर ब्लॉक की चाल ज्ञात कीजिये।



Sol. Block will move when. F_{ext} becomes more than $F_{\text{max}} = 0.6 \times 20 \times 10 = 120$ N. This happens at time > 3 s.

ब्लॉक तब गति करेगा जब F_{ext} , $F_{\text{max}} = 0.6 \times 20 \times 10 = 120$ N से अधिक होग। यह समय > 3 s पर होता है।



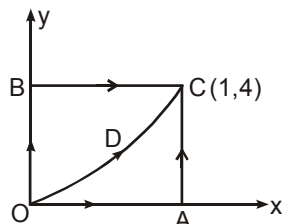
$$\frac{F - 120}{20} = \frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^v dv = \int_3^{10} \frac{F - 120}{20} dt = \int_3^5 \frac{40t - 120}{20} dt + \int_5^{10} \left(\frac{200 - 120}{20}\right) dt = 28.8 \text{ m/sec}$$

Ans. 24 m/sec

10. A particle is moved along the different paths OAC, OBC & ODC as shown in the fig. Path ODC is a parabola, $y = 4x^2$. Find the work done by a force $\vec{F} = xy \hat{i} + x^2y \hat{j}$ on the particle along these paths. Is this force a conservative force ?

एक कण अलग-अलग रास्तों OAC, OBC तथा ODC से चित्रानुसार चलाया जाता है। पथ ODC एक परवलय $y = 4x^2$ है। बल $\vec{F} = xy \hat{i} + x^2y \hat{j}$ द्वारा इन रास्तों से जाने पर कण पर किया गया कार्य क्या होगा। क्या यह बल संरक्षी है ?



[Ans.: $w_{OAC} = 8 \text{ J}$, $w_{OBC} = 2 \text{ J}$; $w_{ODC} = 19/3 \text{ J}$, No]

Sol. $(W_F)_{OAC} = \int_O^A (xy \, dx + x^2y \, dy) + \int_A^C (xy \, dx + x^2y \, dy)$

ON OA path ;

$y = 0$, $dy = 0$ and on AC path

$x = 1$, $dx = 0$

So $(W_F)_{OAC} = \int_0^1 (0 \cdot dx + 0 \cdot dy) + \int_0^4 (0 + 1 \cdot y \, dy) = 8 \text{ J}$

$(W_F)_{OBC} = 0 + \int_B^C (xy \, dx + x^2y \, dy)$

$= \int_{x=0}^1 \{x \cdot 4 \, dx + x^2 \cdot 4 \cdot (0)\}$
 $= 2 \text{ J}$

$(W_F)_{ODC} = \int_{y=4x^2}^C (x \cdot y \, dx + x^2 \cdot y \, dy)$

$= \int_0^1 (x \cdot 4x^2 \, dx + x^2 \cdot 4x^2 \cdot 8x \, dx) = 1 + \frac{32}{6} = \frac{19}{3} \text{ J}$

DPP No. : B20 (JEE-Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.10

Comprehension ('-1' negative marking) Q.11 to Q.20

Max. Time : 40 min.

(3 marks, 2 min.)

[30, 20]

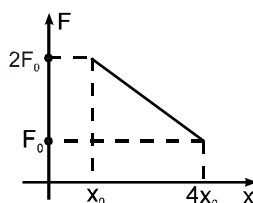
(3 marks 2 min.)

[30, 20]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B20

- | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|---------|------------------------------------|-----------------------|---------|--------|
| 1. (D) | 2. (B) | 3. (D) | 4. (D) | 5. (A) | 6. (C) | 7. (A) |
| 8. (A) | 9. (D) | 10. (C) | 11. $1.32 \Omega/\text{m}, 0.52\%$ | 12. 1.70 mm | | |
| 13. 4.7×10^8 | 14. 1.65% | 15. (A) | 16. (A) | 17. (B) | 18. (B) | |
| 19. (D) | 20. (C) | | | | | |

1. A particle of mass m moving along a straight line experiences force F which varies with the distance x travelled as shown in the figure. If the velocity of the particle at x_0 is $\sqrt{\frac{2F_0x_0}{m}}$, then velocity at $4x_0$ is:
- m द्रव्यमान का एक कण सरल रेखा में F बल के कारण गति करता है, जिसके द्वारा तय दूरी चित्रानुसार बदलती है। यदि x_0 दूरी पर वेग $\sqrt{\frac{2F_0x_0}{m}}$, हो तो $4x_0$ दूरी पर वेग होगा :

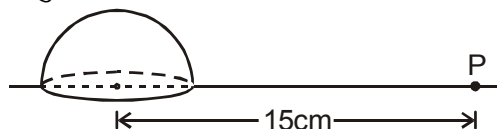


- (A) $2\sqrt{\frac{2F_0x_0}{m}}$ (B) $2\sqrt{\frac{F_0x_0}{m}}$ (C) $\sqrt{\frac{F_0x_0}{m}}$ (D*) none of these इनमें से कोई नहीं

Sol. Increase in KE = work done
गतिज ऊर्जा में वृद्धि = किया गया कार्य

$$\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m x \left(\frac{2F_0x_0}{m} \right) = \frac{1}{2} (2F_0 + F_0) 3x_0 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{11F_0x_0}{m}}$$

2. Figure shows a solid hemisphere with a charge of 5 nC distributed uniformly through its volume. The hemisphere lies on a plane and point P is located on the plane, along a radial line from the centre of curvature at distance 15 cm . The electric potential at point P due to the hemisphere, is :
- चित्र में एक अर्द्ध ठोस गोला दर्शाया गया है जिस पर 5 nC आवेश आयतन में एक समान रूप से वितरित है। अर्द्धगोला, समतल पर रखा है तथा समतल में त्रिज्या रेखा के अनुदिश वक्रता केन्द्र से 15 सेमी. की दूरी पर बिन्दु P स्थित है। बिन्दु P पर अर्द्धगोले के कारण विद्युत विभव है -



- (A) 150 V (B*) 300 V (C) 450 V (D) 600 V

Sol. By argument of symmetry (it will be half of the potential produced by the full sphere)
समिहित के तर्क पर (यह पूरे गोले द्वारा उत्पन्न विभव का आधा होगा)

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{K(2Q)}{R} = \frac{KQ}{R}$$

$$V = \frac{KQ}{R} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{15 \times 10^{-2}} = 300 \text{ V}$$

3. An experiment measures quantities x , y , z and then t is calculated from the data as $t = \frac{xy^2}{z^3}$. If percentage errors in x , y and z are respectively 1%, 3%, 2%, then percentage error in t is :
(A) 10 % (B) 4 % (C) 7 % (D*) 13 %

एक प्रयोग में राशियों x , y , z को मापा जाता है और फिर t का मान सूत्र $t = \frac{xy^2}{z^3}$ से ज्ञात किया जाता है। यदि x , y और z में प्रतिशत त्रुटि क्रमशः 1%, 3%, 2% हो, तो t में प्रतिशत त्रुटि होगी :

(A) 10 % (B) 4 % (C) 7 % (D*) 13 %

Sol. $\frac{\Delta x}{x} = 1\% = 10^{-2}$

$$\frac{\Delta y}{y} = 3\% = 3 \times 10^{-2}$$

$$\frac{\Delta z}{z} = 2\% = 2 \times 10^{-2}$$

$$t = \frac{xy^2}{z^3}$$

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{2\Delta y}{y} + \frac{3\Delta z}{z} = 10^{-2} + 2 \times 3 \times 10^{-2} + 3 \times 2 \times 10^{-2}$$

$$= 13 \times 10^{-2} \therefore \% \text{ error in } t = \frac{\Delta t}{t} \times 100 = 13\%$$

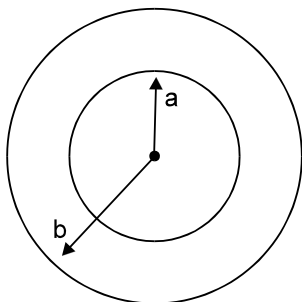
$$= 13 \times 10^{-2} \therefore \% \text{ त्रुटि } t = \frac{\Delta t}{t} \times 100 = 13\%$$

4. An electron (of charge $-e$) revolves around a long wire with uniform charge density λ in a circular path of radius r . Its kinetic energy is given by
एक लम्बे तार जिस पर एक समान आवेश घनत्व λ है, के चारों ओर एक इलेक्ट्रॉन (आवेश, $-e$) r त्रिज्या के वृत्ताकार पथ में चक्कर लगाता है। इसकी गतिज ऊर्जा निम्न होगी—

(A) $\frac{\lambda e}{2\pi \epsilon_0 r}$ (B) $\frac{\lambda e}{4\pi \epsilon_0 r}$ (C) $\frac{\lambda e}{2\pi \epsilon_0}$ (D*) $\frac{\lambda e}{4\pi \epsilon_0}$

Sol. (D) $\frac{mv^2}{r} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r} \cdot e \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{\lambda e}{4\pi \epsilon_0}$

5. If the electric potential of the inner shell is 10 volt & that of the outer shell is 5 volt, then the potential at the centre will be: (the shells are uniformly charged)
यदि आन्तरिक कोश का विद्युत विभव 10 वोल्ट व बाह्य कोश का 5 वोल्ट है तब केन्द्र पर विभव होगा (कोश एक समान रूप से आवेशित हैं) —



(A*) 10 volt (B) 5 volt (C) 15 volt (D) 0

Sol. Let q_1 = charge on inner sphere
 q_2 = charge on outer sphere
 C = common centre
माना q_1 = आंतरिक गोले पर आवेश
 q_2 = बाह्य गोले पर आवेश
 C = उभयनिष्ठ केन्द्र

$$\frac{kq_1}{a} + \frac{kq_2}{b} = 10, V_C = \frac{kq_1}{a} + \frac{kq_2}{b} = 10 \text{ Ans. (A)}$$

6. A mercury drop of water has potential 'V' on its surface. 1000 such drops combine to form a new drop. Find the potential on the surface of the new drop.
पारे की एक बूंद के पृष्ठ पर विभव V है। इस प्रकार की 1000 बूंदें मिलकर एक नई बूंद बनाती है। नई बूंद के पृष्ठ पर विभव होगा—

(A) V (B) 10V (C*) 100V (D) 1000V

Sol. (C) Let the radius of each mercury drop be r .
If q is charge on each drop

$$\text{The potential of drop } V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \text{or} \quad q = 4\pi\epsilon_0 rV \quad \dots(1)$$

Let R be the radius of the new drop formed by combination of 1000 drops of radius r .

$$\frac{4\pi}{3} R^3 = 1000 \frac{4\pi}{3} r^3 \Rightarrow R = 10r \quad \dots(2)$$

$$\therefore \text{Potential of new drop } \frac{(1000 q)}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{(1000 q)}{4\pi\epsilon_0 10r} = 100V$$

Sol. (C) माना प्रत्येक पारे के बूंद की त्रिज्या r है।
यदि प्रत्येक बूंद पर q आवेश है तो

$$\text{बूंद का विभव } V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \text{or या } q = 4\pi\epsilon_0 rV \quad \dots(1)$$

माना R नयी बूंद की त्रिज्या है। जो r त्रिज्या की 1000 बूंदों के संयोजन से बनी है।

$$\frac{4\pi}{3} R^3 = 1000 \frac{4\pi}{3} r^3 \Rightarrow R = 10r \quad \dots(2)$$

$$\therefore \text{नयी बूंद का विभव } \frac{(1000 q)}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{(1000 q)}{4\pi\epsilon_0 10r} = 100V$$

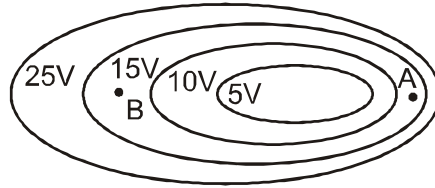
7. Potential difference between centre and the surface of sphere of radius R and having uniform volume charge density ρ within it will be :

एक समान आयतन आवेश घनत्व ρ व R त्रिज्या के एक गोले के केन्द्र व पृष्ठ के बीच विभवान्तर होगा—

(A*) $\frac{\rho R^2}{6\epsilon_0}$ (B) $\frac{\rho R^2}{4\epsilon_0}$ (C) 0 (D) $\frac{\rho R^2}{2\epsilon_0}$

Sol. $V_C - V_S = \frac{3}{2} \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{R}$
 $= \frac{KQ}{2R} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{4}{3} \right) \pi R^3 \rho = \frac{R^2 \rho}{6\epsilon_0}$

8. The figure shows several equipotential lines. Comparing between points A and B, pick up the best possible statement



- (A*) the electric field has a greater magnitude at point A and is directed to left.
 (B) the electric field has a greater magnitude at point A and is directed to right.
 (C) the electric field has a greater magnitude at point B and is directed to left.
 (D) the electric field has a greater magnitude at point B and is directed to right.

चित्र में कई समविभव रेखाएँ दिखाई गई हैं। A तथा B बिन्दुओं की तुलना करते हुये, सबसे उचित कथन चुनिये।

- (A*) विद्युत क्षेत्र का बिन्दु A पर परिमाण अधिक होगा तथा इसकी दिशा बांयी ओर होगी।
 (B) विद्युत क्षेत्र का बिन्दु A पर परिमाण अधिक होगा तथा इसकी दिशा दांयी ओर होगी।
 (C) विद्युत क्षेत्र का बिन्दु B पर परिमाण अधिक होगा तथा इसकी दिशा बांयी ओर होगी।
 (D) विद्युत क्षेत्र का बिन्दु B पर परिमाण अधिक होगा तथा इसकी दिशा दांयी ओर होगी।

Sol. The magnitude of the electric field is maximum where the equipotentials are close together. The direction of the field is from high potential to low potential.

विद्युत क्षेत्र का परिमाण वहाँ पर अधिकतम होता है जहाँ समविभव रेखाएँ पास-पास होती हैं। क्षेत्र की दिशा उच्च विभव से निम्न विभव की ओर होती है।

9. An electric dipole is kept on the axis of a uniformly charged ring at distance $\frac{R}{\sqrt{2}}$ from the centre of the ring. The direction of the dipole moment is along the axis. The dipole moment is P, charge of the ring is Q & radius of the ring is R. The force on the dipole is

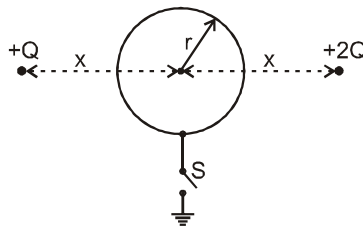
एक विद्युत द्विध्रुव को एक समान आवेशित वलय की अक्ष पर केन्द्र से $\frac{R}{\sqrt{2}}$ दूरी पर रखा गया है। द्विध्रुव आघूर्ण P अक्ष के अनुदिश है। वलय पर आवेश Q है तथा R वलय की त्रिज्या है। द्विध्रुव पर बल का मान होगा।

- (A) $\frac{4kPQ}{3\sqrt{3}R^2}$ (B) $\frac{4kPQ}{3\sqrt{3}R^3}$ (C) $\frac{2kPQ}{3\sqrt{3}R^3}$ (D*) zero शून्य

Sol. चूँकि as $r = \frac{R}{2}$, $E = E_{\max}$ $\Rightarrow \frac{dE}{dx} = 0$, for a on dipole एक द्विध्रुव के लिये $= P \frac{dE}{dx} = 0$.

10. Two particles having positive charges +Q and +2Q are fixed at equal distance x from centre of a conducting sphere having zero net charge and radius r as shown. Initially the switch S is open. After the switch S is closed, the net charge flowing out of sphere is

दो धनात्मक आवेश +Q तथा +2Q एक चालक गोले के केन्द्र से बराबर दूरी x पर हैं व चालक गोले का परिणामी आवेश शून्य है। चालक गोले की त्रिज्या r है। प्रारम्भ में स्विच S खुला है। स्विच S को बन्द (चालू) करने के बाद गोले से बहकर बाहर निकलने वाला परिणामी आवेश है—



- (A) $\frac{Qr}{x}$ (B) $-\frac{Qr}{x}$ (C*) $\frac{3Qr}{x}$ (D) $-\frac{3Qr}{x}$

Sol. Initially the potential at centre of sphere is
प्रारम्भ में गोले के केन्द्र पर विभव

$$V_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{x}$$

After the sphere is grounded, potential at centre becomes zero. Let the net charge on sphere finally be q .

गोले को भूसम्पर्कित करने के बाद, केन्द्र पर विभव शून्य बनता है। माना गोले पर अन्तिम परिणामी आवेश q है।

$$\therefore \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{x} = 0 \quad \text{or} \quad q = -\frac{3Q}{x} r$$

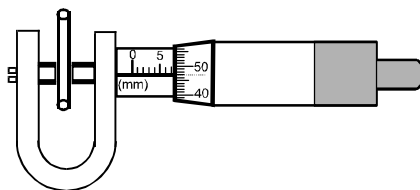
$\therefore$ The charge flowing out of sphere is $\frac{3Qr}{x}$.

अतः गोले से बहने वाला आवेश $\frac{3Qr}{x}$.

Comprehension :

EXPERIMENT - 1

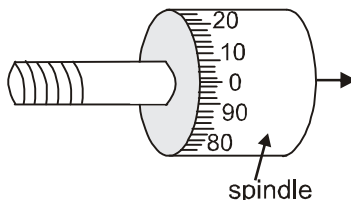
Screw gauge (Micrometer)



Screw gauge is used to measure closely upto $\left(\frac{1 \text{ mm}}{100}\right)$. How can it divide 1 mm in 100 parts !

To divide 1 mm in 100 parts, a screw is used. In one rotation, the screw (spindle) moves forward by 1 mm. (Called pitch of the screw)

The rotation of the screw (spindle) is divided in 100 parts (called circular scale), hence 1 mm is divided in 100 parts



1 rotation $\equiv$ 1 mm

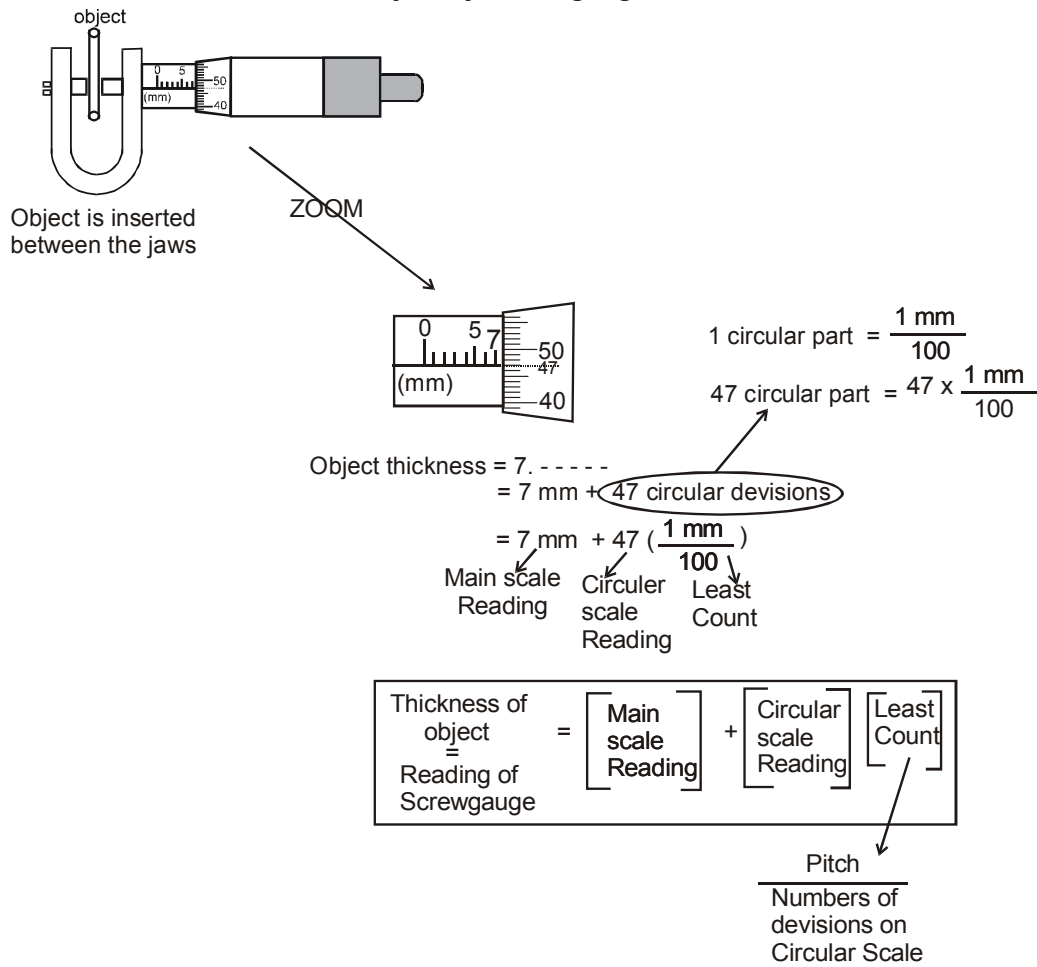
100 circular parts $\equiv$ 1 mm

so 1 circular part $\equiv \frac{1 \text{ mm}}{100}$ = Least count of screw gauge

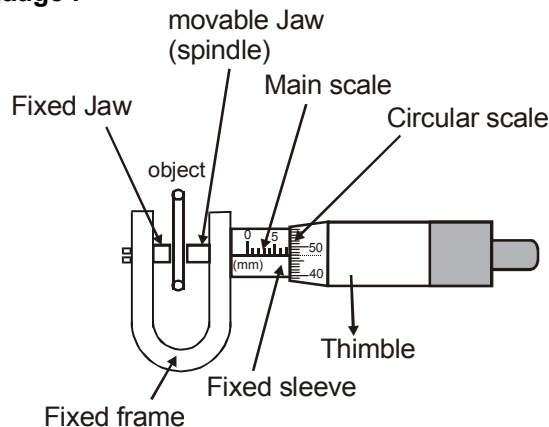
So lets generalize it

Least count of a screw gauge	=	$\frac{1 \text{ mm}}{100}$	$\xrightarrow{\text{pitch of screw}}$
			$\xrightarrow{\text{number of divisions on circular scale}}$

How to find thickness of an object by screw gauge !



Description of screw gauge :



The object to be measured is put between the jaws. The sleeve is hollow part, fixed with the frame and main scale is printed on it.

The spindle and thimble are welded, and move together by means of a screw. The circular scale is printed on the thimble as shown. It generally consists of 100 divisions (sometime 50 divisions also)

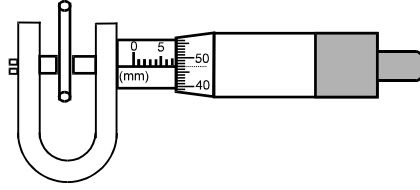
The main scale has mm marks (Sometimes it also has 1/2 mm marks below mm marks.)

(Usually if pitch of the screw gauge is 1mm then there are 1mm marks on main scale and if pitch is 1/2 mm then there are 1/2 mm marks also)

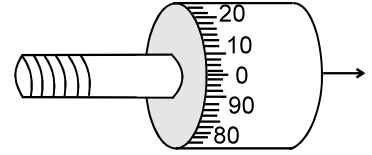
This instrument can read upto 0.01 mm (10 μ m) accuracy that is why it is called micrometer

प्रयोग # 1

स्क्रूगेज (सूक्ष्ममापी)



स्क्रूगेज का उपयोग $\left(\frac{1 \text{ mm}}{100}\right)$ जितना निकट मापन प्राप्त करने के लिए लिया जाता है। देखते हैं कि यह 1 मिमी० को 100 बराबर भागों में विभाजित करता है। एक घूर्णन में स्क्रू (spindle) 1 mm आगे बढ़ जाता है (इसे स्क्रू का पिच (चूड़ी अन्तराल) कहते हैं)। स्क्रू के घूर्णन को 100 भागों में बाँटा जाता है। (जिसे वृत्ताकार पैमाना कहते हैं) इस प्रकार 1 मिमी० को 100 भागों में विभाजित किया जाता है।



1 घूर्णन $\equiv 1 \text{ mm}$

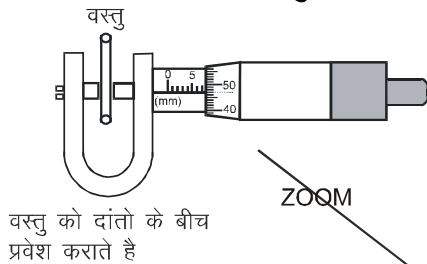
100 वृत्ताकार भाग $\equiv 1 \text{ mm}$

अतः 1 वृत्ताकार भाग $\equiv \frac{1 \text{ mm}}{100}$ = स्क्रूगेज का अल्पतमांक

अतः व्यापक रूप से

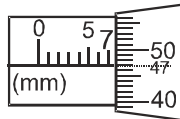
स्क्रूगेज का अल्पतमांक	=	$\frac{1 \text{ mm}}{100}$	→ स्क्रूगेज की पिच (चूड़ी अन्तराल)
			→ वृत्ताकार पैमाने पर भागों की संख्या

स्क्रूगेज की सहायता से किसी वस्तु की मोटाई ज्ञात करना !



वस्तु को दांतों के बीच प्रवेश कराते हैं

ZOOM



वस्तु की मोटाई = 7.

= 7 mm + 47 वृत्ताकार भाग

= 7 mm + $47 \left(\frac{1 \text{ mm}}{100} \right)$

मुख्य पैमाने का पाठ्यांक

वृत्ताकार पैमाने का पाठ्यांक

1 वृत्ताकार भाग = $\frac{1 \text{ mm}}{100}$

47 वृत्ताकार भाग = $47 \times \frac{1 \text{ mm}}{100}$

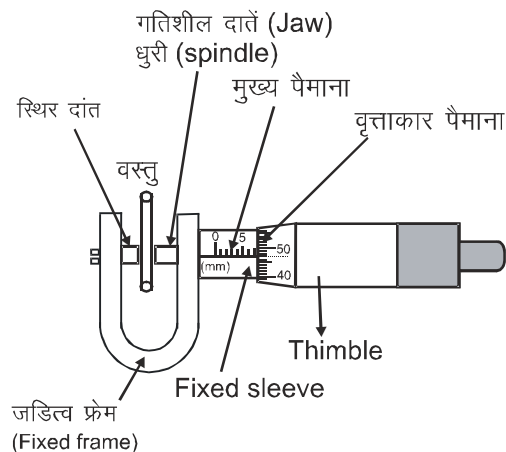
अल्पतमांक

वस्तु की मोटाई	=	$\left[\begin{array}{c} \text{मुख्य पैमाने} \\ \text{का पाठ्यांक} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{वृत्ताकार पैमाने का} \\ \text{पाठ्यांक} \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} \text{अल्पतमांक} \end{array} \right]$
स्क्रूगेज का पाठ्यांक		

पिच

वृत्ताकार पैमाने पर भागों की संख्या

स्क्रूगेज का विवरण :



जिस वस्तु का मापन करना है उसे दांतों के बीच में रखा जाता है। sleeve एक खोखला भाग है जो कि फ्रेम के साथ जुड़ा रहता है तथा मुख्य पैमाना इस पर अंकित होता है।

spindle तथा thimble को जोड़कर, स्क्रू के साथ गति करवाया जाता है। चित्रानुसार thimble पर वृत्ताकार पैमाना अंकित है। इसमें साधारणतया 100 भाग होते हैं (कभी-कभी 50 भाग भी होते हैं।)

मुख्य पैमाने में मिमी० चिन्ह होते हैं। (कभी-कभी इसमें मिमी० चिन्ह के नीचे 1/2 मिमी० चिन्ह भी अंकित होते हैं।)

(साधारणतया स्क्रूगेज का पिच 1 मिमी० हो तो मुख्य पैमाने पर 1 मिमी० चिन्ह होता है तथा यदि पिच 1/2 मिमी० हो तो इसमें 1/2 मिमी० चिन्ह भी होते हैं।)

यह उपकरण 0.01 मिमी० (10 μ m) यथार्थता तक पढ़ सकता है। इस कारण इसे सूक्ष्ममापी (micrometer) कहते हैं।

Example. Read the normal screwgauge

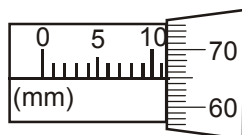
*Main scale has only mm marks.

*In a complete rotation, the screw advances by 1 mm.

*Circular scale has 100 divisions

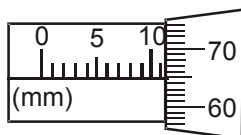
Hindi दिये गये सामान्य स्क्रूगेज का पाठ्यांक ज्ञात करो।

- * मुख्य पैमाने में केवल मिमी० के चिन्ह अंकित हैं।
- * वृत्ताकार पैमाने में 100 भाग हैं।
- * एक पूर्ण घूर्णन में स्क्रूगेज 1 मिमी० से आगे बढ़ जाता है।



Solution :

$$\text{Soln: Object thickness} = 11 \text{ mm} + 65 \left(\frac{1 \text{ mm}}{100} \right) \\ = 11.65 \text{ mm}$$



$$\text{Soln: वस्तु की मोटाई} = 11 \text{ mm} + 65 \left(\frac{1 \text{ mm}}{100} \right) \\ = 11.65 \text{ mm}$$

Example. Read the screwgauge

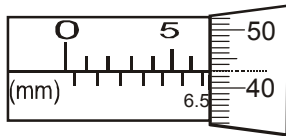
- * Main scale has $\frac{1}{2}$ mm marks.
- * In complete rotation, the screw advances by $\frac{1}{2}$ mm.
- * Circular scale has 50 division.

Hindi

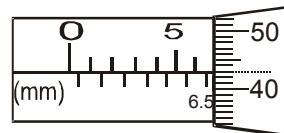
दिये गये स्क्रूगेज का पाठ्यांक ज्ञात करो।

- * मुख्य पैमाने में $\frac{1}{2}$ मिमी० के चिन्ह हैं।
- * वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग है।
- * पूर्ण घूर्णन में, स्क्रू $\frac{1}{2}$ मिमी० आगे बढ़ जाता है।

Solution :



Soln: Object thickness = 6.5 ----
 Object thickness = 6.5 mm + 43 $\left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50}\right)$
 = 6.93 mm



Soln: वस्तु की मोटाई = 6.5 ----
 वस्तु की मोटाई = 6.5 mm + 43 $\left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50}\right)$
 = 6.93 mm

Example. Read the screwgauge shown bellow:

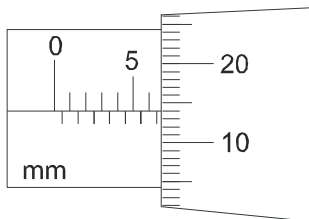
- * Main scale has $\frac{1}{2}$ mm marks.
- * In complete rotation, the screw advances by $\frac{1}{2}$ mm.
- * Circular scale has 50 division.

Hindi

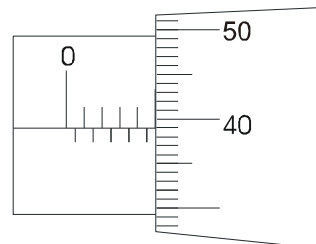
नीचे दिये गये दोनों स्क्रूगेज के पाठ्यांक ज्ञात करो।

- * मुख्य पैमाने पर $\frac{1}{2}$ मिमी० चिन्ह हैं।
- * वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग है।
- * एक पूर्ण घूर्णन में, स्क्रू $\frac{1}{2}$ मिमी० आगे बढ़ जाता है।

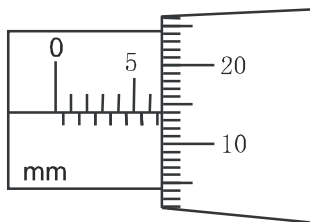
Solution :



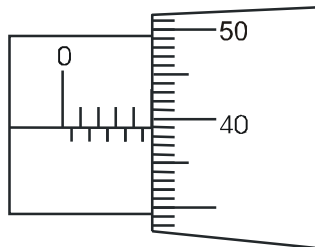
Object thickness = 6.5 mm + 14 $\left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50}\right)$
 = 6.64 mm



Object thickness = 4.5 mm + 39 $\left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50}\right)$
 = 4.89 mm



$$\text{वस्तु की मोटाई} = 6.5 \text{ mm} + 14 \left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50} \right) = 6.64 \text{ mm}$$



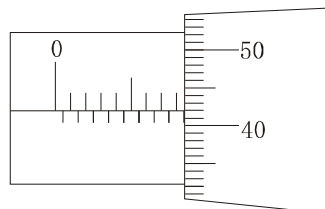
$$\text{वस्तु की मोटाई} = 4.5 \text{ mm} + 39 \left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50} \right) = 4.89 \text{ mm}$$

11. A wire of resistance $R = 100.0 \Omega$ and length $l = 50.0 \text{ cm}$ is put between the jaws of screw gauge. Its reading is shown in figure. Pitch of the screw gauge is 0.5 mm and there are 50 divisions on circular scale. Find its resistivity in correct significant figures and maximum permissible error in ρ (resistivity).

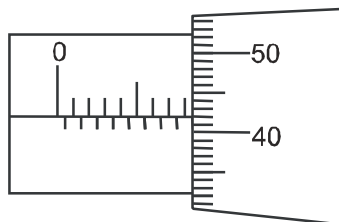
$R = 100.0 \Omega$ प्रतिरोध तथा $l = 50.0 \text{ cm}$ लम्बाई के तार को स्कूगेज के दांतों के बीच रखा जाता है। इसका पाठ्यांक चित्र में प्रदर्शित है। स्कूगेज का चूड़ी अंतराल 0.5 mm है और इसके वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग हैं। इसकी प्रतिरोधकता सही सार्थक अंकों में तथा ρ में अधिकतम सम्भव अनुमेय त्रुटि क्रमशः ज्ञात करो ?

Ans. $1.32 \Omega/\text{m}$, 0.52%

Solution :



$$\text{Object thickness} = 8 \text{ mm} + 42 \left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50} \right) = 8.42 \text{ mm}$$



Soln:

$$\text{वस्तु की मोटाई} = 8 \text{ mm} + 42 \left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50} \right) = 8.42 \text{ mm}$$

$$R = \frac{\rho l}{\pi d^2 / 4} \Rightarrow \rho = \frac{R \pi d^2}{4 l} = \frac{(100.0) (3.14) (8.42 \times 10^{-3})}{4(50.0 \times 10^{-2})} = 1.32 \Omega/\text{m}$$

$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{dR}{R} + \frac{2d(D)}{D} + \frac{d\ell}{\ell} = \frac{0.1}{100.0} + 2 \times \frac{0.01}{8.42} + \frac{0.1}{50} = 0.00537 (0.52\%)$$

12. In a complete rotation, spindle of a screw gauge advances by $\frac{1}{2}$ mm. There are 50 divisions on circular scale. The main scale has $\frac{1}{2}$ mm marks $\rightarrow$ (is graduated to $\frac{1}{2}$ mm or has least count = $\frac{1}{2}$ mm)

If a wire is put between the jaws, 3 main scale divisions are clearly visible, and 20 division of circular scale co-inside with the reference line. Find diameter of wire in correct S.F.

एक पूर्ण घूर्णन में, स्क्रूगेज का spindle $\frac{1}{2}$ मिमी० से आगे बढ़ जाता है। वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग हैं। मुख्य पैमाने में $\frac{1}{2}$ मिमी० चिह्न है $\rightarrow$ ($\frac{1}{2}$ मिमी० तक अंशांकित तथा इसका अल्पमतांक = $\frac{1}{2}$ मिमी० है।)
यदि तार को दांतों के बीच रखा जाता है तो मुख्य पैमाने के 3 भाग स्पष्ट दिखते हैं तथा वृत्ताकार पैमाने के 20 भाग निर्देश रेखा के सम्पाती होते हैं। उपयुक्त सार्थक अंकों में तार का व्यास ज्ञात करें।

Ans. 1.70 mm

Solution : Diameter of wire $(3 \times \frac{1}{2} \text{ mm}) + (20) \left(\frac{1/2 \text{ mm}}{50} \right) = 1.5 + 0.20 = 1.70 \text{ mm}$ (The answer should be upto two decimal places because this screwgauges can measure upto 0.01 mm accuracy).
तार का व्यास $(3 \times \frac{1}{2} \text{ मिमी०}) + (20) \left(\frac{1/2 \text{ मिमी०}}{50} \right) = 1.5 + 0.20 = 1.70 \text{ मिमी०}$ चूंकि स्क्रूगेज 0.01 mm सार्थकता से माप सकता है। अतः उत्तर दो सार्थक अंकों में होना चाहिए।

13. In the previous question if the mass of the wire is measured as 0.53 kg and length of the wire is measured by an mm scale and is found to be 50.0 cm, find the density of the wire in correct significant figures.

यदि उपरोक्त प्रश्न में तार का मापित द्रव्यमान 0.53 किग्रा० तथा मिमी० पैमाने से तार की मापित लम्बाई 50.0 सेमी० प्राप्त होती है तो तार का घनत्व सही सार्थक अंकों में ज्ञात करो।

Ans. 4.7×10^8

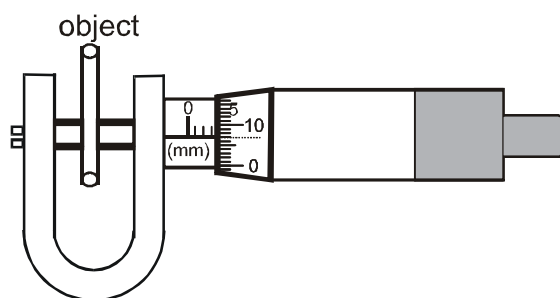
Solution : $\rho = \frac{m}{\left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \ell} = \frac{(0.53 \times 10^3) \times 4}{(3.14) (1.70 \times 10^{-3})^2 (50 \times 10^{-2})} \text{ g/m}^3 = 4.7 \times 10^8$ (2 S.F.) (2 सार्थक अंक)

14. Two measure diameter of a wire, a screwgauge is used. The main scale division is of 1 mm. In a complete rotation, the screw advances by 1 mm and the circular scale has 100 divisions. The reading of screwgauge is as shown in figure.

If there is no error in mass measurement, but error in length measurement is 1%, then find max. Possible error in density.

तार के व्यास का मापन करने के लिए एक स्क्रूगेज को प्रयुक्त किया जाता है। मुख्य पैमाने का भाग 1 mm का है एक पूर्ण घूर्णन में स्क्रू 1 mm से आगे खिसक जाता है तथा वृत्ताकार पैमाने के भाग 100 हैं। स्क्रूगेज का पाठ्यांक चित्र में प्रदर्शित है।

यदि द्रव्यमान मापन में कोई त्रुटि नहीं होती किन्तु लम्बाई के मापन में त्रुटि एक प्रतिशत है तब घनत्व में अधिकतम सम्भव त्रुटि ज्ञात करें



Ans. 1.65%.

Solution :

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

$$\left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right) = 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

$$\Delta d = \text{least count of अल्पतमांक} = \frac{1 \text{ mm}}{100} = 0.01 \text{ mm}$$

and $d = 3.07 \text{ mm}$ from the figure

तथा $d = 3.07 \text{ mm}$ चित्र से

$$\text{so अतः } \left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)_{\max} = \left(2 \times \frac{0.01}{3.07} + \frac{1}{100}\right) \times 100\%$$

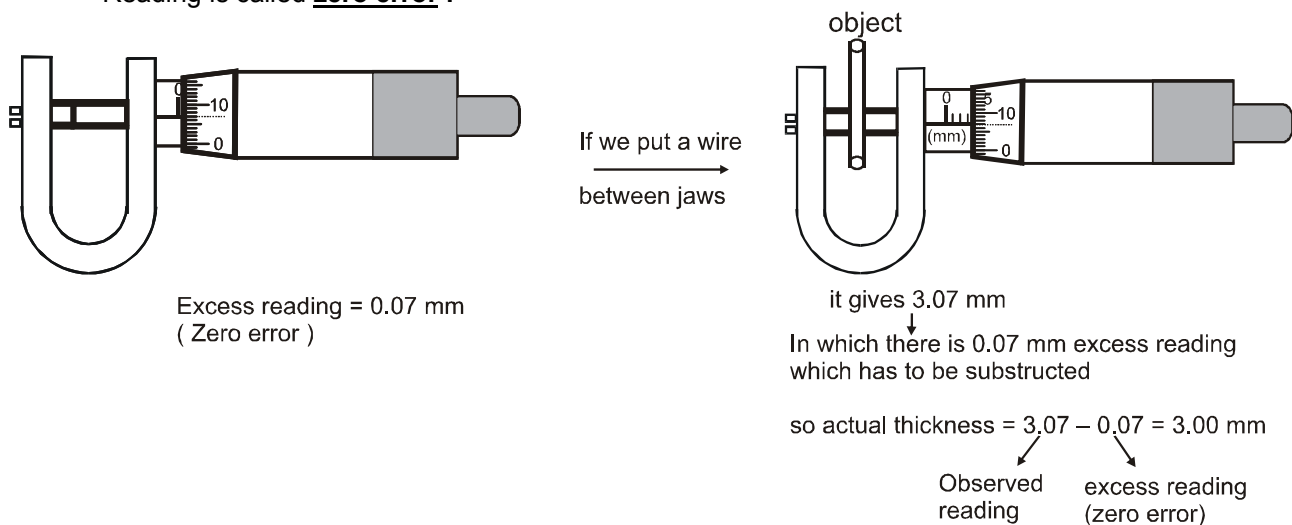
$$\left(\frac{\Delta \rho}{\rho}\right)_{\max} = 1.65\%.$$

Comprehension :

Zero Error :

If there is no object between the jaws (i.e. jaws are in contact), the screwgauge should give zero reading. But due to extra material on jaws, even if there is no object, it gives some excess reading. This excess.

Reading is called **zero error** :



Actual reading = observed reading - excess reading (zero error)

ZERO CORRECTION :

Zero correction is invert of zero error :

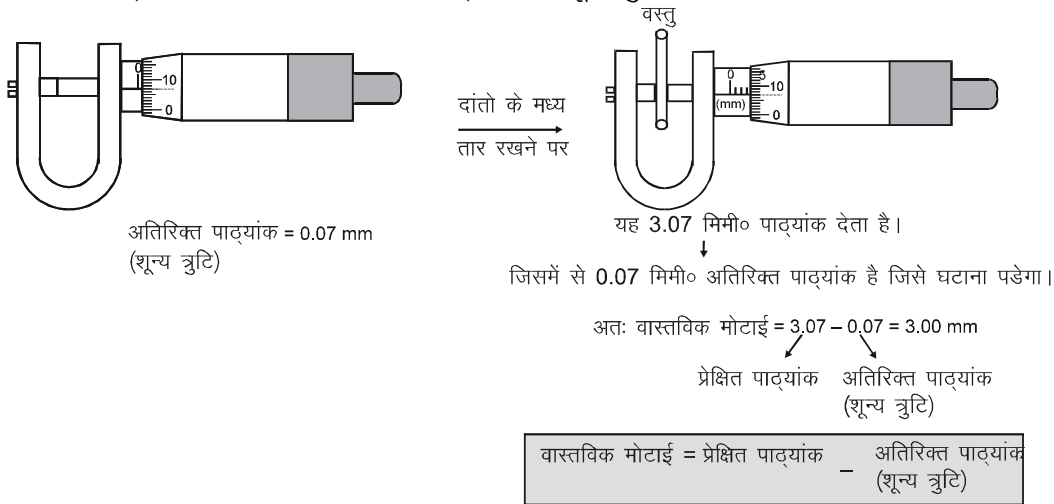
zero correction = - (zero error)

Actual reading = observed reading - zero error

= observed reading + Zero correction

शून्य त्रुटि :

यदि स्क्रूगेज के दांतों के मध्य कोई वस्तु न हो तो (अर्थात् दांते सम्पर्क में हो), स्क्रूगेज शून्य पाठ्यांक देना चाहिये, लेकिन दांतों के बीच पदार्थ (material) की वजह से, जब दांतों के बीच कोई वस्तु नहीं हो तब भी, यह कुछ अतिरिक्त पाठ्यांक देता है। इस अतिरिक्त पाठ्यांक को शून्य त्रुटि कहते हैं।



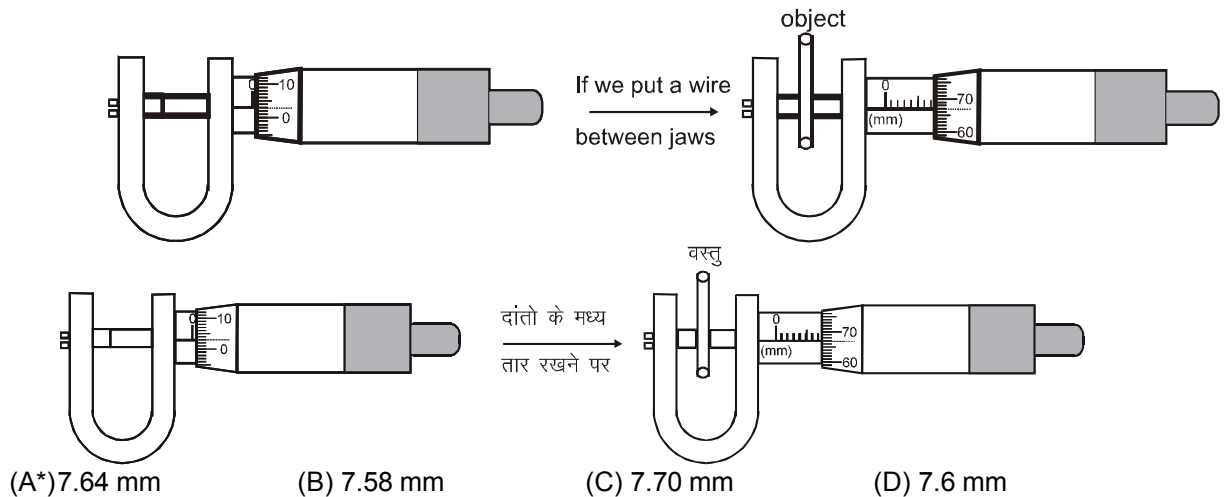
शून्य संशोधन :

शून्य संशोधन शून्य त्रुटि का व्युत्क्रम है :

शून्य संशोधन = - (शून्य त्रुटि)

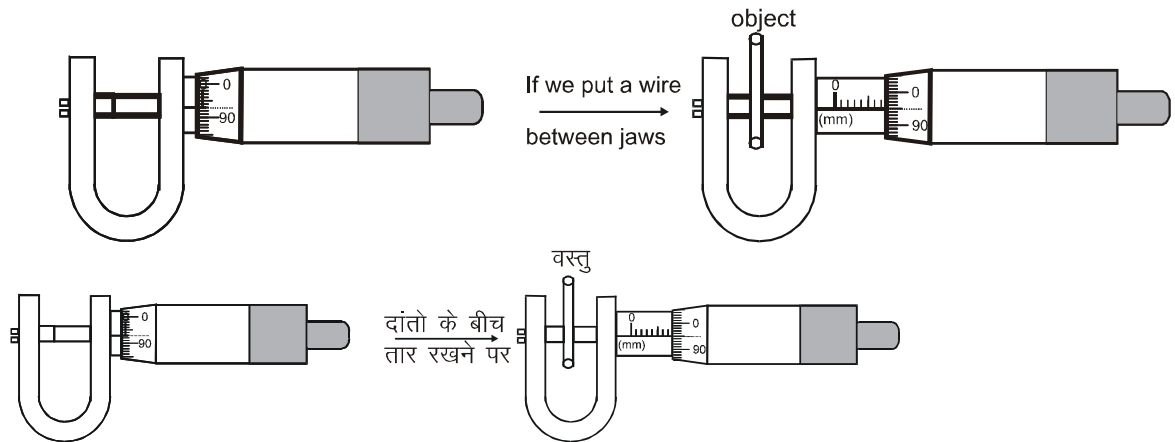
वास्तविक पाठ्यांक = प्रेक्षित पाठ्यांक - शून्य त्रुटि = प्रेक्षित पाठ्यांक + शून्य संशोधन

15. Find the thickness of the wire. The main scale division is of 1 mm. In a complete rotation, the screw advances by 1 mm and the circular scale has 100 divisions.
तार की मोटाई ज्ञात करो। मुख्य पैमाने में 1 मिमी० के चिन्ह हैं। वृत्ताकार पैमाने में 100 भाग हैं। पूर्ण घूर्णन में, स्क्रू 1 मिमी० आगे बढ़ जाता है।



Solution : Excess reading (Zero error) = 0.03 mm It is giving 7.67 mm in which there is 0.03 mm excess reading, which has to be removed (subtracted)
so actual reading = 7.67 - 0.03 = 7.64 mm
अतिरिक्त पाठ्यांक (शून्य त्रुटि) = 0.03 मिमी० इससे 7.67 मिमी० पाठ्यांक प्राप्त होता है, जिसमें से 0.03 मिमी० तो अतिरिक्त पाठ्यांक है। वास्तविक पाठ्यांक प्राप्त करने के लिए इसे घटाना पड़ेगा। अतः वास्तविक पाठ्यांक = 7.67 - 0.03 = 7.64 मिमी०

16. Find the thickness of the wire. The main scale division is of 1 mm. In a complete rotation, the screw advances by 1 mm and the circular scale has 100 divisions. If no object is placed between the jaws, the zero of main scale is barely visible and 93rd circular division matches with the main scale line. तार की मोटाई ज्ञात करो। मुख्य पैमाने में 1 मिमी० के चिन्ह हैं। पूर्ण घूर्णन में, स्कू 1 मिमी० आगे बढ़ जाता है तथा वृत्ताकार पैमाने में 100 भाग है। यदि जबड़ों के मध्य कोई वस्तु नहीं है, तब मुख्य पैमाने का शून्य ठीक स्पष्ट होता है तथा 93 वें वृत्ताकार पैमाने का भाग मुख्य पैमाने की रेखा के साथ सम्पाती होता है।



(A*) 8.02 mm

(B) 7.87 mm

(C) 7.80 mm

(D) None of these

Solution : Excess reading (Zero error)
= $(-1 \text{ mm}) + (93)(0.01) = -0.07 \text{ mm}$

Solution. अतिरिक्त पाठ्यांक (शून्य त्रुटि) = -0.07 mm

It is giving 7.95 mm in which there is -0.07 mm excess reading, which has to be removed (subtracted)
so actual reading = $7.95 - (-0.07) = 8.02 \text{ mm}$
इससे 7.95 मिमी० पाठ्यांक प्राप्त होता है। इसमें से -0.07 मिमी० तो अतिरिक्त पाठ्यांक है। इसको (घटाकर) हटाना पड़ेगा। अतः वास्तविक पाठ्यांक = $7.95 - (-0.07) = 8.02 \text{ मिमी०}$

17. A screw gauge with a pitch of 1 mm has 100 divisions on its circular scale. When the screw gauge is used to measure the diameter of a uniform wire of length 5.6 cm, the main scale reading is 1 mm and the circular scale reading is 47. Calculate the area of the curved surface of the wire in cm^2 to appropriate significant figures, using $\pi = \frac{22}{7}$. There is no zero error in the screw gauge.

एक स्कूगेज में 1mm लम्बाई के चूड़ी अन्तराल तथा वृत्ताकार पैमाने में 100 समान भाग है तथा इसे 5.6 cm लम्बाई के तार का व्यास मापने के लिए उपयोग किया जाता है। मुख्य पैमाने का पाठ्यांक 1 mm है तथा 47 वाँ वृत्ताकार भाग मुख्य पैमाने के सम्पाती है। तो तार का पृष्ठीय क्षेत्रफल (cm^2 में) सही सार्थक अंकों तक होगा। (उपयोग करें $\pi = \frac{22}{7}$)

(A) 2.2 cm^2

(B*) 2.6 cm^2

(C) 3.6 cm^2

(D) 4.6 cm^2

Ans. The area is 2.6 cm^2 . क्षेत्रफल 2.6 cm^2 है।

18. The pitch of a screw gauge is 0.5 mm and there are 100 divisions on its circular scale. The instrument reads +2 circular scale divisions when nothing is put in-between its jaws. In measuring the diameter of a wire, there are 8 divisions on the main scale and 83rd circular scale division coincides with the reference line. Then the diameter of the wire is

(A) 4.05 mm

(B*) 4.405 mm

(C) 3.05 mm

(D) 1.25 mm

स्कूगेज की पिच 0.5 mm है तथा इसके वृत्ताकार पैमाने में 100 भाग है। जब दांतों (jaws) के बीच कोई वस्तु नहीं रखी हो तो यह यंत्र वृत्तीय पैमाने के +2 भाग पढ़ता है। तार का व्यास मापने पर मुख्य पैमाने के 8 भाग, और वृत्तीय पैमाने के 83 वें भाग निर्देश रेखा से सम्पाती होते हैं तो तार का व्यास होगा –

(A) 4.05 mm

(B) 4.405 mm

(C) 3.05 mm

(D) 1.25 mm

Sol.

(B)

$$\Delta \ell = 0.5 \text{ mm}$$

N = 100 divisions अंश

zero correction शून्य संशोधन = 2 divisions अंश

Reading पाठ्यांक = Measured value मापित मान + zero correction शून्य संशोधन

$$= (8 \times 0.5) \text{ mm} + (83 - 2) \times \frac{0.5}{100}$$

$$= 4 \text{ mm} + 81 \times \frac{0.5}{100} \text{ mm}$$

$$= 4.405 \text{ mm}$$

19.

The pitch of a screw gauge is 1 mm and there are 50 divisions on its circular scale. When the two jaws of the screw gauge are in contact with each other, the zero of the circular scale lies 6 division above the line of graduation. When a wire is placed between the jaws, 3 main scale divisions are clearly visible while 31st division on the circular scale coincide with the reference line. The diameter of the wire is :

(A) 3.62 mm

(B) 3.50 mm

(C) 3.5 mm

(D*) 3.74 mm

एक स्क्रूगेज जिसके वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग हैं। इसका पिच 1 mm है। जब स्क्रूगेज के दो दांते (jaws) सम्पर्क में होते हैं तो वृत्ताकार पैमाने का शून्य अंशांकन रेखा से 6 भाग ऊपर होता है। यदि इस वायर को जबड़ों के बीच रखते हैं तो मुख्य पैमाने के 3 भाग तो स्पष्ट रूप से दिखते हैं जबकि वृत्ताकार पैमाने पर 31वाँ भाग निर्देश रेखा के सम्पाती होता है तो तार का व्यास होगा ?

(A) 3.62 mm

(B) 3.50 mm

(C) 3.5 mm

(D*) 3.74 mm

Sol.

(D)

$$\Delta \ell = 1 \text{ mm}$$

N = 50 division अंश

zero error शून्य त्रुटि = -6 Divisions अंश

$$= -0.12 \text{ mm}$$

Diameter व्यास = Measured value मापित मान + zero correction शून्य संशोधन

$$= 3 \times 1 + (6 + 31) \times \frac{1}{50}$$

$$= 3 + 0.74 = 3.74 \text{ mm}$$

20._

To measure the diameter of a wire, a screwgauge is used. In a complete rotation, spindle of the screw gauge advances by $\frac{1}{2}$ mm and its circular scale has 50 deviations. The main scale is graduated to

$\frac{1}{2}$ mm. If the wire is put between the jaws, 4 main scale divisions are clearly visible and 10 deviations of circular scale co-inside with the reference line. The resistance of the wire is measured to be $(10\Omega \pm 1\%)$. Length of the wire is measured to be 10 cm using a scale of least count 1mm. Maximum permissible error in resistivity measurement is :

तार के व्यास में मापन के लिए एक स्क्रूगेज को प्रयुक्त किया जाता है। एक पूर्ण चक्र में स्क्रूगेज का स्पिन्दिल $\frac{1}{2}$ mm से

आगे खिसक जाता है तथा इसके वृत्ताकार पैमाने पर 50 भाग हैं। मुख्य पैमाना $\frac{1}{2}$ mm तक चिह्नित है। यदि तार को जबड़ों के मध्य रखा जाता है। तब मुख्य पैमाने का चौथा भाग स्पष्ट रूप से दिखाई देना है तथा वृत्ताकार पैमाने का 10 वाँ भाग निर्देश रेखा से संपाती है। तार का प्रतिरोध $(10\Omega \pm 1\%)$ मापा गया है। 1 mm अल्पतमांक के पैमाने को प्रयुक्त करने पर तार की लम्बाई 10 cm प्राप्त होती है। प्रतिरोधकता मापन में अधिकतम अनुमेय त्रुटि होगी।

(A) 1.5%

(B) 2%

(C*) 2.9%

(D) 3%

Sol. L.C. of screw gauge स्क्रूगेज का अल्पतमांक = $\frac{1/2 \text{ mm}}{50} = 0.01 \text{ mm}$

Diameter of wire is measured by तार का व्यास निम्न प्रकार मापा जाता है।

The screwgauge स्क्रूगेज = $4 \times \frac{1}{2} + 10 \times 0.01$

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

$$\left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right)_{\max} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

$$\left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right)_{\max} = \frac{1}{100} + \frac{2 \times 0.01}{2.1} + \frac{1}{100} = 2.9\%$$

DPP No. : B21 (JEE-Advanced)

Total Marks : 34	Max. Time : 23 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.4	(3 marks, 2 min.) [12, 08]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.5 to Q.7	(4 marks 2 min.) [12, 06]
Comprehension ('-1' negative marking) Q.8 to Q.9	(3 marks 2 min.) [06, 04]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.10	(4 marks 5 min.) [04, 05]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B21

1. (B)	2. (D)	3. (B)	4. (B)	5. (B)(C)	6. (B)(C)
7. (B) (C)(D)	8. (C)	9. (D)	10. 5		

1. The pitch of a screw gauge is 0.5 mm and there are 100 divisions on its circular scale. The instrument reads +2 circular scale divisions when nothing is put in-between its jaws. In measuring the diameter of a wire, there are 8 divisions on the main scale and 83rd circular scale division coincides with the reference line. Then the diameter of the wire is

(A) 4.05 mm (B*) 4.405 mm (C) 3.05 mm (D) 1.25 mm

स्क्रूगेज की पिच 0.5 mm है तथा इसके वृत्ताकार पैमाने में 100 भाग हैं। जब दांतों (jaws) के बीच कोई वस्तु नहीं रखी हो तो यह यंत्र वृत्तीय पैमाने के +2 भाग पढ़ता है। तार का व्यास मापने पर मुख्य पैमाने के 8 भाग, और वृत्तीय पैमाने के 83 वें भाग निर्देश रेखा से सम्पाती होते हैं तो तार का व्यास होगा –

(A) 4.05 mm (B) 4.405 mm (C) 3.05 mm (D) 1.25 mm

Sol.

(B)

$\Delta \ell = 0.5 \text{ mm}$

$N = 100$ divisions अंश

zero correction शून्य संशोधन = 2 divisions अंश

Reading पाठ्यांक = Measured value मापित मान + zero correction शून्य संशोधन

$$= (8 \times 0.5) \text{ mm} + (83 - 2) \times \frac{0.5}{100}$$

$$= 4 \text{ mm} + 81 \times \frac{0.5}{100} \text{ mm} = 4.405 \text{ mm}$$

2. The pitch of a screw gauge is 1 mm and there are 50 divisions on its circular scale. When the two jaws of the screw gauge are in contact with each other, the zero of the circular scale lies 6 division above the line of graduation. When a wire is placed between the jaws, 3 main scale divisions are clearly visible while 31st division on the circular scale coincide with the reference line. The diameter of the wire is :

(A) 3.62 mm (B) 3.50 mm (C) 3.5 mm (D*) 3.74 mm

एक स्क्रूगेज जिसके वृत्ताकार पैमाने में 50 भाग हैं। इसका पिच 1 mm है। जब स्क्रूगेज के दो दांते (jaws) सम्पर्क में होते हैं तो वृत्ताकार पैमाने का शून्य अंशांकन रेखा से 6 भाग ऊपर होता है। यदि इस वायर को जबड़ों के बीच रखते हैं तो मुख्य पैमाने के 3 भाग तो स्पष्ट रूप से दिखते हैं जबकि वृत्ताकार पैमाने पर 31वाँ भाग निर्देश रेखा के सम्पाती होता है तो तार का व्यास होगा ?

(A) 3.62 mm (B) 3.50 mm (C) 3.5 mm (D*) 3.74 mm

Sol.

(D)

$$\Delta \ell = 1 \text{ mm}$$

N = 50 division अंश

zero error शून्य त्रुटि = -6 Divisions अंश

$$= -0.12 \text{ mm}$$

Diameter व्यास = Measured value मापित मान + zero correction शून्य संशोधन

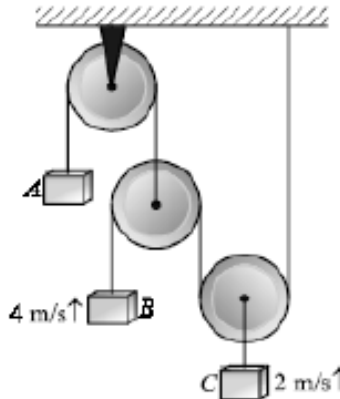
$$= 3 \times 1 + (6 + 31) \times \frac{1}{50}$$

$$= 3 + 0.74 = 3.74 \text{ mm}$$

3.

In the pulley system shown in figure, block C is going up at 2 m/s and block B is going up at 4 m/s, then the velocity of block A on the string shown in figure, is equal to :

चित्रानुसार एक घिरनी निकाय के लिए ब्लॉक C, 2 m/s के वेग से ऊपर की ओर तथा ब्लॉक B, 4 m/s, के वेग से ऊपर की ओर गति कर रहा है तो रस्सी पर स्थित ब्लॉक A का वेग होगा।

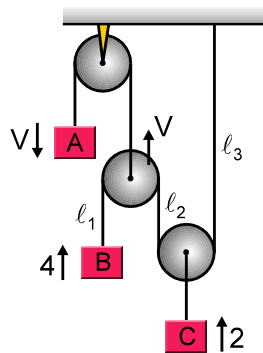


(A) 2 m/s ↓

(B*) 4 m/s ↓

(C) 6 m/s ↓

(D) 8 m/s ↓



Sol.

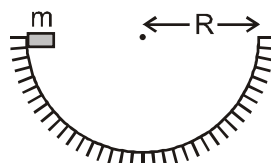
$$l_1 + l_2 + l_3 = \text{constant नियत}$$

$$\dot{l}_1 + \dot{l}_2 + \dot{l}_3 = 0$$

$$(V - 4) + (V - 2) + (-2) = 0 \Rightarrow 2V = 8 \Rightarrow V = 4 \text{ m/s} \downarrow$$

4.

In the figure shown, a small block of mass m moves in fixed semicircular smooth track of radius R in vertical plane. It is released from the top. The resultant force on the block at the lowest point of track is. दिखाये गये चित्र में एक छोटा ब्लॉक जिसका द्रव्यमान m है यह R त्रिज्या के अर्धवृत्ताकार चिकने स्थिर पथ पर ऊर्ध्वाधर तल में गति करता है। इसको शीर्ष से मुक्त किया जाता है। ब्लॉक पर अपने पथ की सबसे निम्नतम स्थिति पर परिणामी बल है -



(A) 3 mg

(B*) 2 mg

(C) mg

(D) zero शून्य

Sol. From conservation of energy, the kinetic energy of block at the lowest position is
ऊर्जा संरक्षण से, निम्नतम स्थिति पर ब्लॉक की गतिज ऊर्जा

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR$$

Centripetal force on block at lowest position = $\frac{mv^2}{R} = 2mg$

Since speed of block is maximum at lowest position, its tangential acceleration is zero.

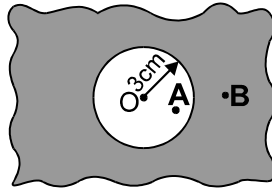
∴ Net force on block at lowest position = centripetal force = **2mg upwards.**

निम्नतम स्थिति पर अभिकेन्द्रीय बल = $\frac{mv^2}{R} = 2mg$

निम्नतम स्थिति पर ब्लॉक की चाल अधिकतम है इस स्पर्श रेखीय त्वरण शून्य है।

निम्नतम स्थिति पर ब्लॉक पर परिणामी बल = अभिकेन्द्रीय बल = **2mg ऊपर की तरफ**

- 5.** The figure shows a point charge of $0.5 \times 10^{-6}C$ at the centre of a spherical cavity of radius 3cm in a large piece of metal. The electric field at
चित्र में धातु के एक बहुत बड़े टुकड़े में स्थित 3 सेमी त्रिज्या की गोलीय गुहा के केन्द्र पर $0.5 \times 10^{-6} C$ का एक बिन्दुवत् आवेश दिखाया गया है। विद्युत क्षेत्र



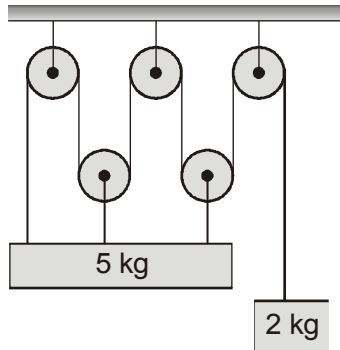
- (A) A (2 cm from the charge) is 0
(C*) B (5 cm from the charge) is 0
(A) A (आवेश से 2 cm दूर) पर 0 है।
(C*) B (आवेश से 5 cm दूर) पर 0 है।

- (B*) A (2cm from the charge) is $1.125 \times 10^7 N/c$
(D) B (5 cm from the charge) is $1.8 \times 10^6 N/c$
(B*) A (आवेश से 2 सेमी दूर) पर $1.125 \times 10^7 N/c$ है।
(D) B (आवेश से 5 सेमी दूर) पर $1.8 \times 10^6 N/c$ है।

Sol. $E_B = 0$
and तथा

$$E_A = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 0.5 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} = 1.125 \times 10^7 N/C.$$

- 6.** In the figure shown, two blocks one of mass 5 kg and the other of mass 2 kg are connected by light and inextensible string. Pulleys are light and frictionless. Choose the **correct** statement.
प्रदर्शित चित्र में 5 kg तथा 2 kg द्रव्यमान के दो ब्लॉक हल्की तथा अविटान्य डोरी से जुड़े हुए हैं। घिरनिया हल्की तथा घर्षण रहित हैं। सही वक्तव्य का चयन कीजिए –



(A) The acceleration of 5 kg mass is $\frac{5g}{11} m/s^2$

(B*) The acceleration of 2 kg mass is $\frac{5g}{11} m/s^2$

(C*) Tension in the string is $\frac{12g}{11} N$

(D) Tension in the string is $\frac{10g}{11} N$

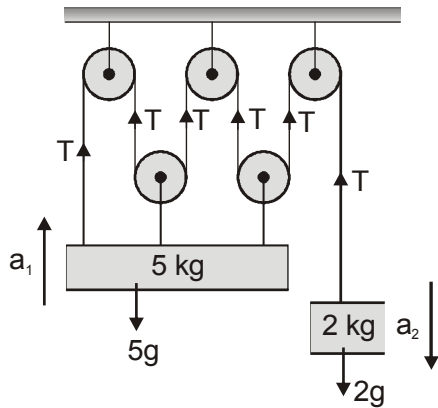
(A) 5 kg द्रव्यमान का त्वरण $\frac{5g}{11} m/s^2$ है।

(B*) 2 kg द्रव्यमान का त्वरण $\frac{5g}{11} m/s^2$ है।

(C*) डोरी में तनाव $\frac{12g}{11} N$ है।

(D) डोरी में तनाव $\frac{10g}{11} N$ है।

Sol.



$$5T - 5g = 5a_1 \quad \dots(i)$$

$$2g - T = 2a_2 \quad \dots(ii)$$

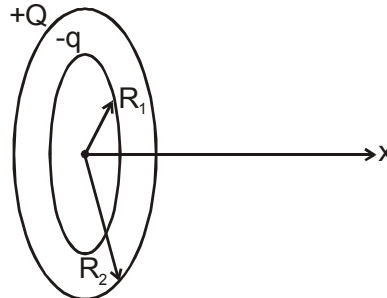
$$5a_1 = a_2 \quad \dots(iii)$$

$$\text{by (i), (ii) \& (iii) से} \Rightarrow a_1 = \frac{g}{11} \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = \frac{5g}{11} \text{ m/s}^2$$

$$T = \frac{12g}{11} \text{ N}$$

7. Two concentric fixed rings of radii $R_1 = \sqrt{6} \text{ m}$ and $R_2 = 4 \text{ m}$ are placed in y - z plane with their centres at origin. They have uniform charge $-q$ and $+Q = 2\sqrt{2}q$ on the inner and outer rings respectively. Consider the electrostatic potential to be zero at infinity. Then
- त्रिज्याओं $R_1 = \sqrt{6} \text{ m}$ और $R_2 = 4 \text{ m}$ की दो संकेन्द्रीय वलयें y - z तल में स्थित हैं, उनके केन्द्र मूलबिन्दु पर हैं। आन्तरिक और बाह्य वलयों पर एक समान आवेश क्रमशः $-q$ और $+Q = 2\sqrt{2}q$ है। अनन्त पर विद्युत विभव शून्य है तो—



- (A) The electric potential is zero at origin.
 (B*) The electric field intensity is zero at $r = 2 \text{ m}$.
 (C*) A positive charged particle disturbed from origin along the x -axis will restore back to origin.
 (D*) Where potential is maximum on the x -axis, field intensity is zero.
 (A) मूलबिन्दु पर विद्युत विभव शून्य है।
 (B*) $r = 2 \text{ m}$ पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता शून्य है।
 (C*) x -अक्ष के अनुदिश मूलबिन्दु से थोड़ा विस्थापित करने पर एक धनावेशित कण मूलबिन्दु पर वापस आ जायेगा।
 (D*) x -अक्ष पर जहाँ विभव अधिकतम है, विद्युत क्षेत्र की तीव्रता शून्य है।

Sol.

V at origin $\neq 0$

मूलबिन्दु पर $V \neq 0$

$$\begin{aligned} E(r = 2 \text{ m}) &= \frac{K(-q) r}{(R_1^2 + r^2)^{3/2}} + \frac{K \cdot Q \cdot r}{(R_2^2 + r^2)^{3/2}} \\ &= K \cdot r \left[-\frac{1}{10^{3/2}} + \frac{2\sqrt{2}}{2^{3/2} \cdot 10^{3/2}} \right] = 0 \end{aligned}$$

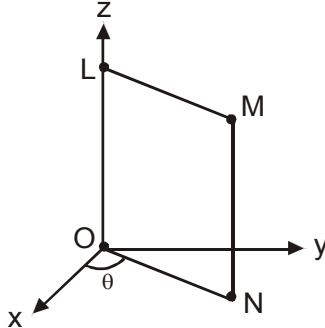
From origin to $r = 2$, field is towards origin.

मूलबिन्दु से $r = 2$, क्षेत्र मूलबिन्दु की ओर है।

Comprehension अनुच्छेद

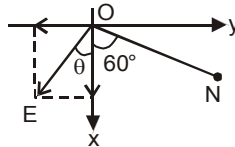
The electric field intensity at all points in space is given by $\vec{E} = \sqrt{3} \hat{i} - \hat{j}$ volts/metre. A square frame LMNO of side 1 metre is shown in figure. The point N lies in x-y plane. The initial angle between line ON and x-axis is $\theta = 60^\circ$

किसी क्षेत्र में सभी बिन्दुओं पर विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \sqrt{3} \hat{i} - \hat{j}$ volts/metre द्वारा दिया जाता है। एक वर्गाकार फ्रेम LMNO जिसकी भुजा 1 मीटर है, चित्र में दिखाया गया है। बिन्दु N तथा x-y समतल में स्थित है। रेखा ON तथा x-अक्ष के बीच प्रारम्भिक कोण $\theta = 60^\circ$ है।



8. The magnitude of electric flux through area enclosed in square frame LMNO is -
वर्गाकार फ्रेम LMNO के क्षेत्रफल में घिरे हुये विद्युत फ्लक्स का परिमाण है -
(A) 0 volt metre (B) 1 volt metre (C*) 2 volt metre (D) 4 volt metre
9. The square frame LMNO is now rotated about z-axis by an angle 30° , such that θ either increases or decreases. Then pick up the correct statement .
वर्गाकार फ्रेम LMNO को उस z-अक्ष के परितः 30° के कोण से घुमा दिया जाता है ताकि θ या तो बढ़ता है या घटता है। तब सही कथन छांटिये—
(A) The magnitude of electric flux increases from initial value as θ is increased.
(B) The magnitude of electric flux increases from initial value as θ is decreased.
(C) The magnitude of electric flux may increase or decrease from initial value as θ is changed.
(D*) The magnitude of electric flux will decrease from initial value as θ is changed.
(A) विद्युत फ्लक्स का परिमाण प्रारम्भिक मान से बढ़ता है जब θ बढ़ाया जाता है।
(B) विद्युत फ्लक्स का परिमाण प्रारम्भिक मान से बढ़ता है जब θ घटाया जाता है।
(C) विद्युत फ्लक्स का परिमाण प्रारम्भिक मान से बढ़ या घट सकता है जब θ परिवर्तित किया जाता है।
(D*) विद्युत फ्लक्स का परिमाण प्रारम्भिक मान से घटेगा जब θ परिवर्तित किया जाता है।

Sol. The direction of electric field is in x-y plane as shown in figure
x-y समतल में विद्युत क्षेत्र की दिशा चित्र में दिखायी गयी है।



The magnitude of electric field is $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{3+1} = 2\text{V/m}$.

विद्युत क्षेत्र का परिमाण $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{3+1} = 2\text{V/m}$.

The direction of electric field is given by $\theta = \tan^{-1} \frac{E_y}{E_x} = \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{3}} = 30^\circ$

विद्युत क्षेत्र की दिशा $\theta = \tan^{-1} \frac{E_y}{E_x} = \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{3}} = 30^\circ$

Hence electric field $\vec{E}$ is normal to square frame LMNO as shown in figure.

अतः विद्युत क्षेत्र वर्गाकार फ्रेम LMNO के अभिलम्बवत् है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

$\therefore$ electric flux $= \vec{E} \cdot \vec{A} = E A \cos 0 = 2 \times 1 = 2 \text{ V/m}$

$$\text{विद्युत फ्लक्स} = \vec{E} \cdot \vec{A} = E A \cos 0 = 2 \times 1 = 2 \text{ V/m}$$

∴ C is correct option of Q. 15.

(C) है Q.15 का सही विकल्प है।

Since flux is maximum at $\theta = 60^\circ$, rotation by 30° either way would lead to decrease in flux.

∴ D is correct option of Q.16.

चूँकि फ्लक्स $\theta = 60^\circ$ पर अधिकतम है, 30° से किसी भी दिशा में घूर्णन फ्लक्स को घटायेगा।

∴ D है Q. 16 का सही विकल्प है।

Lines ON and NM are both normal to uniform electric field $\vec{E}$. Hence work done by electric field as a point charge $1 \mu\text{C}$ is taken from O to M is zero.

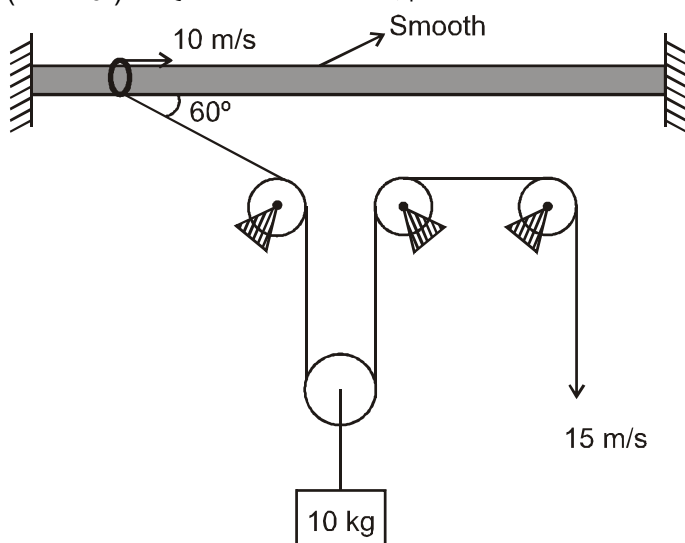
ON तथा NM रेखाएँ दोनों समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ पर लम्ब है। अतः विद्युत क्षेत्र द्वारा बिन्दु आवेश $1 \mu\text{C}$ को O से M तक ले जाने में किया गया कार्य शून्य होगा।

10. All the pulleys are ideal, string is massless then rate of work done by gravity at the given instant is

$(-x \times 10^2) \text{ W}$ then calculate x :

सभी घिरनिया आदर्श है, डोरी द्रव्यमानहीन है तब दिये गये क्षण पर गुरुत्व द्वारा किये गये कार्य की दर

$(-x \times 10^2) \text{ W}$ है तब x की गणना करें।



Ans. 5

Sol.
$$v_p = \frac{-5 + 15}{2} = 5 \text{ m/s}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{V} = -mgV$$

$$= -100 \times 5 = -500 \text{ W}$$

DPP No. : B22 (JEE-Advanced)

Total Marks : 38	Max. Time : 26 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.2	(3 marks, 2 min.) [06, 04]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.3 to Q.8	(4 marks 2 min.) [24, 12]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.9 to Q.10	(4 marks 5 min.) [08, 10]

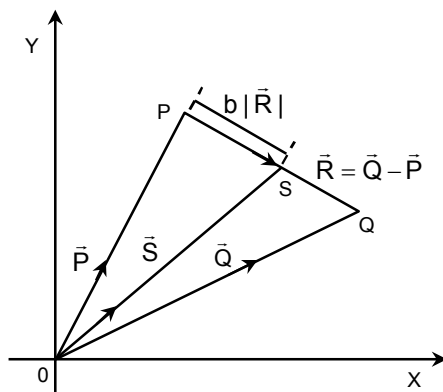
ANSWER KEY OF DPP NO. : B22

1. (D) 2. (D) 3. (A) (B) (C) 4. (A) 5. (A) 6. (A)

7. (B) (D) 8. (A) (D) 9. 1 10. $x = L_0$ and $v_{\max} = \frac{3L_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$

1. Three vectors $\vec{P}$, $\vec{Q}$ and $\vec{R}$ are shown in the figure. Let S be any point on the vector $\vec{R}$. The distance between the point P and S is $b|\vec{R}|$. The general relation among vectors $\vec{P}$, $\vec{Q}$ and $\vec{S}$ is :

तीन वेक्टर $\vec{P}$, $\vec{Q}$ एवं $\vec{R}$ चित्र द्वारा दर्शाए गए हैं। वेक्टर $\vec{R}$ पर एक बिन्दु S दर्शाया गया है। बिन्दु P एवं बिन्दु S के बीच की दूरी $b|\vec{R}|$ है। $\vec{P}$, $\vec{Q}$ एवं $\vec{S}$ वेक्टरों के बीच सम्बन्ध है



(A) $\vec{S} = (b-1)\vec{P} + b\vec{Q}$ (B) $\vec{S} = (1-b^2)\vec{P} + b\vec{Q}$ (C) $\vec{S} = (1-b)\vec{P} + b^2\vec{Q}$ (D*) $\vec{S} = (1-b)\vec{P} + b\vec{Q}$

Ans. (D)

Sol. $\vec{S} = \vec{P} + b\vec{R} = \vec{P} + b(\vec{Q} - \vec{P}) = \vec{P}(1-b) + b\vec{Q}$

2. A person measures the depth of a well by measuring the time interval between dropping a stone and receiving the sound of impact with the bottom of the well. The error in his measurement of time is $\delta T = 0.01$ seconds and he measures the depth of the well to be $L = 20$ meters. Take the acceleration due to gravity $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ and the velocity of sound is 300 ms^{-1} . Then the fractional error in the measurement $\frac{\delta L}{L}$, is closest to :

एक व्यक्ति एक पत्थर को कुएँ में गिराते समय और कुएँ की तली में सघट से उत्पन्न ध्वनि के समय अंतराल का मापन करके कुएँ की गहराई का पता लगाता है। वह समयांतराल के मापन में त्रुटि $\delta T = 0.01$ सेकेंड एवं कुएँ की गहराई $L = 20 \text{ m}$ मापता है। गुरुत्वाकर्षण त्वरण $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ एवं ध्वनि गति 300 ms^{-1} दी गई है। $\frac{\delta L}{L}$ के मापन में निकटतम

आंशिक त्रुटि (fractional error) है

- (A) 0.2 % (B) 3% (C) 5% (D*) 1%

Ans. (D)

Sol. $t = \sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{L}{v}$

$$dt = \frac{1}{\sqrt{g}} \frac{1}{2} L^{-1/2} dL + \left(\frac{1}{v} dL \right)$$

$$dt = \frac{1}{2\sqrt{g}} \frac{1}{\sqrt{L}} dL + \frac{dL}{v} = 0.01$$

$$dL \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{300} \right) = 0.01$$

$$dL \left[\frac{15}{300} \right] = 0.01$$

$$dL = \frac{3}{16}$$

$$\frac{dL}{L} \times 100 = \frac{3}{16} \times \frac{1}{20} \times 100 = \frac{15}{16} \approx 1\%$$

3. Which of the following is/are conservative force(s) ?

निम्न में कौन सा/से संरक्षी बल है

- (A*) $\vec{F} = 2r^3 \hat{r}$ (B*) $\vec{F} = -\frac{5}{r} \hat{r}$ (C*) $\vec{F} = \frac{3(x\hat{i} + y\hat{j})}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$ (D) $\vec{F} = \frac{3(y\hat{i} + x\hat{j})}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$

Sol. (A, B, C) Since $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$

Clearly for forces (A) and (B) the integration do not require any information of the path taken.

$$\text{For (C): } W_c = \int \frac{3(x\hat{i} + y\hat{j})}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j})$$

$$= 3 \int \frac{x dx + y dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

Taking : $x^2 + y^2 = t$

$$2x dx + 2y dy = dt$$

$$\Rightarrow x dx + y dy = \frac{dt}{2} \Rightarrow W_c = 3 \int \frac{dt/2}{t^{3/2}} = \frac{3}{2} \int \frac{dt}{t^{3/2}}$$

which is solvable.

Hence (A), (B) and (C) are conservative forces.

But (D) requires some more information on path. Hence non-conservative.

हल (A,B, C) चूंकि ; $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$

(A) तथा (B) ढालों के समाकलन के लिए पथ की जानकारी होना आवश्यक नहीं है।

$$(C) \text{ के लिए : } W_c = \int \frac{3}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \cdot (dx \hat{i} + dy \hat{j})$$

$$= 3 \int \frac{x dx + y dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$x^2 + y^2 = t$ लेने पर

$$2x dx + 2y dy = dt$$

$$x dx + y dy = \frac{dt}{2} \Rightarrow W_c = 3 \int \frac{dt/2}{t^{3/2}} = \frac{3}{2} \int t^{-3/2} dt$$

इसको हल कर सकते हैं।

अतः (A), (B) तथा (C) संरक्षी बल है

परन्तु (D) के लिए पथ की जानकारी होना आवश्यक है। अतः यह असंरक्षी है।

Comprehension

अनुच्छेद

A block of mass 1 kg is placed on a rough horizontal surface. A spring is attached to the block whose other end is joined to a rigid wall, as shown in the figure. A horizontal force is applied on the block so

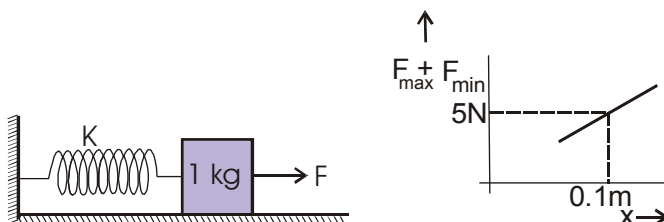
that it remains at rest while the spring is elongated by x ($x \geq \frac{\mu mg}{k}$). Let $F_{\max}$ and $F_{\min}$ be the maximum

and minimum values of force F for which the block remains in equilibrium. For a particular x , $F_{\max} - F_{\min} = 2 \text{ N}$. Also shown is the variation of $F_{\max} + F_{\min}$ versus x , the elongation of the spring.

1 किग्रा द्रव्यमान का ब्लॉक खुरदरी क्षैतिज सतह पर रखा है। एक स्प्रिंग ब्लॉक से जुड़ी है तथा इसका दूसरा सिरा दृढ़ दीवार से बंधा हुआ है। जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। ब्लॉक पर एक क्षैतिज बल इस प्रकार आरोपित करते हैं कि ब्लॉक

स्थिरावस्था में रहता है, जबकि स्प्रिंग x खिंची हुई है ($x \geq \frac{\mu mg}{k}$)। माना $F_{\text{अधिकतम}}$ व $F_{\text{न्यूनतम}}$ बल F के अधिकतम व

न्यूनतम मान है जिनके लिए ब्लॉक साम्यावस्था में रहता है। x के किसी भी मान के लिए $F_{\text{अधिकतम}} - F_{\text{न्यूनतम}} = 2 \text{ N}$ तथा $F_{\text{अधिकतम}} + F_{\text{न्यूनतम}}$ का स्प्रिंग में खिंचाव x , के साथ परिवर्तन चित्र में प्रदर्शित है।



4. The coefficient of friction between the block and the horizontal surface is :

क्षैतिज सतह व ब्लॉक के मध्य घर्षण गुणांक है —

(A*) 0.1

(B) 0.2

(C) 0.3

(D) 0.4

Sol.

$$F_{\max} = kx + \mu mg$$

$$F_{\min} = kx - \mu mg$$

$$\therefore F_{\max} - F_{\min} = 2 \mu mg$$

$$\text{or } 2 = 2 \mu \cdot 10$$

$$\therefore \mu = 0.1$$

5.

The spring constant of the spring is:

स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक है —

(A*) 25 N/m

(B) 20 N/m

(C) 2.5 N/m

(D) 50 N/m

Sol.

$$F_{\max} + F_{\min} = 2 kx \quad \dots (1)$$

$$\text{from graph } F_{\max} + F_{\min} = 5$$

$$\text{and } x = 0.1$$

$$\text{Putting in equation (1)}$$

$$5 = 2 k(0.1)$$

$$k = 25 \text{ N/m.}$$

हल. $F_{\max} + F_{\min} = 2 kx$ (1)

ग्राफ से $F_{\max} + F_{\min} = 5$

तथा $x = 0.1$

समी. (1) में रखने पर

$$t = 2 k(0.1)$$

$$k = 25 \text{ N/m.}$$

6. The value of $F_{\min}$, if $x = 3 \text{ cm}$ is :

यदि $x = 3 \text{ सेमी.}$ हो तो $F_{\text{न्यूनतम}}$ का मान है -

(A*) 0

(B) 0.2N

(C) 5N

(D) 1N

Sol. When $x = 0.03$

$$kx = 25 \times 0.03$$

$$= 0.75 \text{ N, which is less than } \mu mg = 0.1 \times 10 = 1 \text{ N}$$

$\therefore$ The block will be at rest, without applying force F .

हल. जब $x = 0.03$

$$kx = 25 \times 0.03$$

$$= 0.75 \text{ N, जो कि } \mu mg = 0.1 \times 10 = 1 \text{ N से कम है।}$$

$\therefore$ बिना बल F आरोपित किये भी ब्लॉक स्थिर रहेगा।

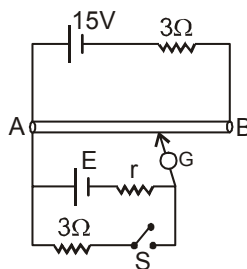
COMPREHENSION

A wire AB (of length 1m, area of cross section $\pi \text{ m}^2$) is used in potentiometer experiment to calculate emf and internal resistance (r) of battery.

The emf and internal resistance of driving battery are 15 V and 3Ω respectively. The resistivity of wire AB varies as $\rho = \rho_0 x$ (where x is distance from A in meters and $\rho_0 = 24\pi \Omega$)

एक तार AB (लम्बाई 1m, अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल $\pi \text{ m}^2$) विभवमापी प्रयोग में बैटरी का विद्युत वाहक बल तथा आन्तरिक प्रतिरोध (r) ज्ञात करने के लिए प्रयुक्त किया जाता है।

आरोपित बैटरी का विद्युत वाहक बल तथा आन्तरिक प्रतिरोध 15 V तथा 3Ω है तार AB की प्रतिरोधकता $\rho = \rho_0 x$ (जहाँ x , बिन्दु A से मीटर में दूरी तथा $\rho_0 = 24\pi \Omega$ है)



The distance of null point from A is obtained at $\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ m}$ when switch 'S' is open and at $\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ m}$ when switch is closed.

बिन्दु A से शून्य विक्षेप बिन्दु की दूरी $\sqrt{\frac{2}{3}} \text{ m}$ प्राप्त होती है, जब स्विच 'S' खुला है तथा $\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ m}$ प्राप्त होती है जब स्विच बन्द (चालू) है।

7. Which of the following option(s) is/are correct :

निम्न में से सही विकल्पों का चयन कीजिये

(A) The resistance of whole wire AB is 18Ω

(B*) The resistance of whole wire AB is 12Ω

(C) The current through 15 V battery is 1 A only when switch S is closed

(D*) The current through 15 V battery is 1A in both cases

- (A) सम्पूर्ण तार AB का प्रतिरोध 18Ω है।
 (B*) सम्पूर्ण तार AB का प्रतिरोध 12Ω है।
 (C) जब केवल स्विच S को बन्द करते हैं तो 15 V की बैटरी से गुजरने वाली धारा 1 A है।
 (D*) दोनों स्थितियों में 15 V की बैटरी से गुजरने वाली धारा 1 A है।

8. Which of the following option(s) is/are correct :

निम्न में से सही विकल्पों का चयन कीजिये

- (A*) The emf (E) of battery is 8V
 (B) The emf (E) of battery is 6V
 (C) Internal resistance of battery E is 2Ω
 (D*) Internal resistance of battery E is 1Ω
 (A*) बैटरी का विद्युत वाहक बल (E), 8V है।
 (B) बैटरी का विद्युत वाहक बल (E), 6V है।
 (C) बैटरी (E) का आंतरिक प्रतिरोध 2Ω है।
 (D*) बैटरी (E) का आंतरिक प्रतिरोध 1Ω है।

Sol.(7-8)

Resistance of wire AB is - तार AB का प्रतिरोध होगा

$$R_{AB} = \left(\frac{\rho_0 \ell}{2} \right) \frac{\ell}{A} = \frac{24\pi}{2\pi} = 12\Omega \quad \left\{ R = \int_0^1 \frac{\rho dx}{A} \right\}$$

$$\text{Current in wire AB is } I = \frac{15}{12+3} = 1\text{A}$$

$$\text{तार AB में धारा } I = \frac{15}{12+3} = 1\text{A}$$

when switch is open, null point at C (AC = x)

जब स्विच खुला है, C पर विक्षेप बिन्दु (AC = x)

$$R_{AC} = \left(\frac{\rho_0 x}{2} \right) \left(\frac{x}{A} \right) = \frac{\rho_0 x^2}{2A} = \frac{24\pi \frac{x^2}{3}}{2\pi} = 8\Omega$$

$$\text{EMF } E = 1 \times 8 = 8\text{ V}$$

when switch closed null point at D (AD = x)

जब स्विच बन्द है, D पर विक्षेप बिन्दु (AD = x)

$$R_{AD} = \left(\frac{\rho_0 x}{2} \right) \left(\frac{x}{A} \right) = \frac{\rho_0 x^2}{2A} = \frac{24\pi \frac{x^2}{2}}{2\pi} = 6\Omega$$

$$\Delta V_{\text{battery}} = 6 \times 1$$

$$\Delta V_{\text{बैटरी}} = 6 \times 1$$

$$8 - \frac{8}{r+3} r = 6$$

$$r = 1\Omega$$

9. A trinary star system has time period $T = 3$ year, while the distance between its components is 2 astronomical unit. If mass of the sun is represented by M_s , then the total mass of this multiple star system will be $\frac{\alpha}{\beta} M_s$. Find minimum value of $\beta - \alpha$.

Note: (1) System of three star, orbiting around centre of mass of system, is called trinary star system, for simplicity assume all three components to be identical.

(2) 1 astronomical unit = distance between earth and sun.

(3) 1 year = time period of earth to complete one full revolution around sun

त्रि-तारा निकाय का आवर्तकाल $T = 3$ वर्ष है, जबकि किन्ही भी दो तारों के मध्य दूरी 2 खगोलीय इकाई के बराबर है।

यदि सूर्य का द्रव्यमान M_s से प्रदर्शित किया जाये, तो सभी तारों का कुल द्रव्यमान $\frac{\alpha}{\beta} M_s$ है। $\beta - \alpha$ का न्यूनतम मान

ज्ञात करो।

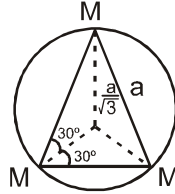
- नोट : (1) त्रि-तारा निकाय, तीन तारों का समूह है जो इनके उभयनिष्ठ द्रव्यमान केन्द्र के चारों ओर परिक्रमण कर रहे हैं। सरलता के लिए सभी तारों को एकसमान मानते हैं।
 (2) 1 खगोलिय इकाई = पृथ्वी तथा सूर्य के मध्य दूरी
 (3) 1 वर्ष = पृथ्वी द्वारा सूर्य के चारों ओर एक परिक्रमण करने में लिया गया समय

Ans. 1

Sol. For earth and sun system पृथ्वी तथा सूर्य निकाय के लिए

$$T_0^2 = \frac{4\pi^2}{GM_s} R^3 \quad \dots\dots\dots(i)$$

For trinary star system त्रि-तारा निकाय के लिए



$$2 \frac{Gm^2}{a^2} \frac{\sqrt{3}}{2} = m\omega^2 \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \frac{3Gm}{a^3}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{\omega^2} = \frac{4\pi^2}{3Gm} a^3 \quad \dots\dots\dots(ii)$$

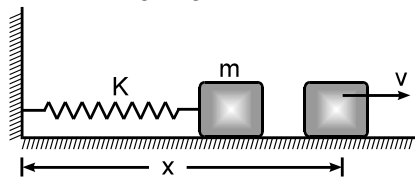
Given दिया है, $T = 3T_0$ $a = 2R$

$$9T_0^2 = \frac{4\pi^2}{3Gm} 8R^3$$

$$\Rightarrow 9 \frac{4\pi^2}{GM_s} R^3 = \frac{8}{3} \frac{4\pi^2}{Gm} R^3 \Rightarrow m = \frac{8M_s}{27}$$

Total mass कुल द्रव्यमान $= 3m = \frac{8}{9} M_s$.

- 10.** A block of mass 'm' is pushed against a spring of spring constant 'k' fixed at one end to a wall. The block can slide on a frictionless table as shown in the figure. The natural length of the spring is L_0 and it is compressed to one-fourth of natural length and the block is released. Find its velocity as a function of its distance (x) from the wall and maximum velocity of the block. The block is not attached to the spring
 एक 'm' द्रव्यमान के ब्लॉक को चित्रानुसार K स्प्रिंग नियतांक की एक आदर्श स्प्रिंग जिसका दुसरा सिरा दिवार से जुड़ा है, के विरुद्ध धकेला जाता है। यदि स्प्रिंग की सामान्य लम्बाई L_0 है तथा इसे सामान्य लम्बाई की एक चौथाई लम्बाई तक संपीड़ित करते हैं। अब m को मुक्त कर दिया जाता है तो दिवार तथा ब्लॉक के बीच दूरी (x) के फलन के रूप में वेग का मान ज्ञात करो। (ब्लॉक स्प्रिंग से जुड़ा नहीं है।), साथ ही ब्लॉक का अधिकतम वेग क्या होगा। दर्शायी गई टेबल घर्षणहीन क्षैतिज है तथा ब्लॉक स्प्रिंग से जुड़ा हुआ नहीं है।



Sol. $\frac{1}{2} k \left(\frac{3L_0}{4} \right)^2 = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} k (L_0 - x)^2$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{k}{m} \left[\left(\frac{3L_0}{4} \right)^2 - (L_0 - x)^2 \right]}$$

velocity is maximum when $x = L_0$ and $v_{\max} = \frac{3L_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$

वेग अधिकतम है जब $x = L_0$ तथा $v_{\max} = \frac{3L_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$

DPP No. : B23 (JEE-Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.12

Comprehension ('-1' negative marking) Q.13 to Q.20

Max. Time : 40 min.

(3 marks, 2 min.)

[36, 24]

(3 marks 2 min.)

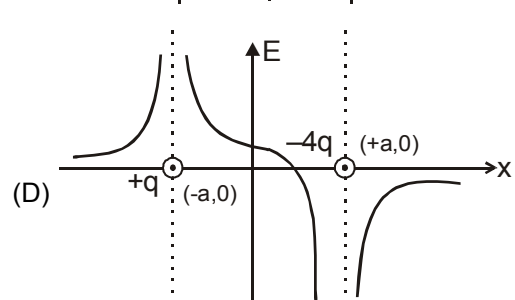
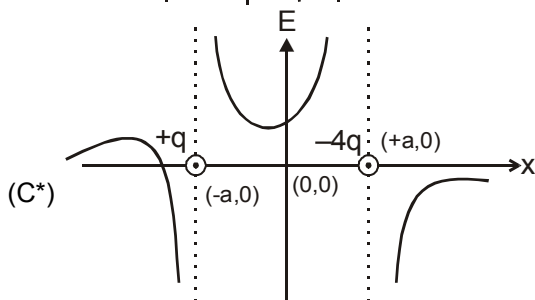
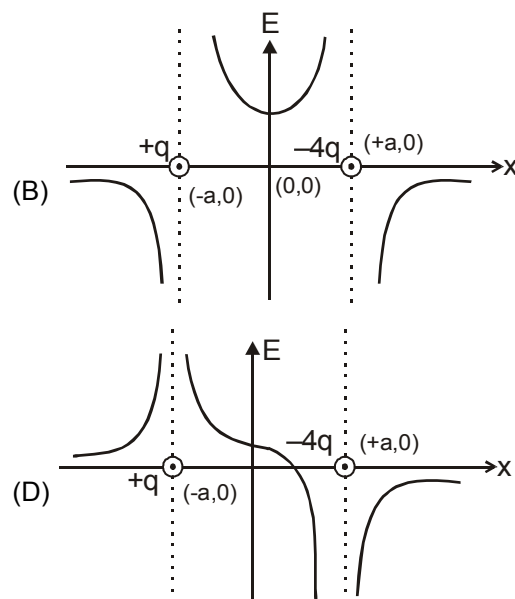
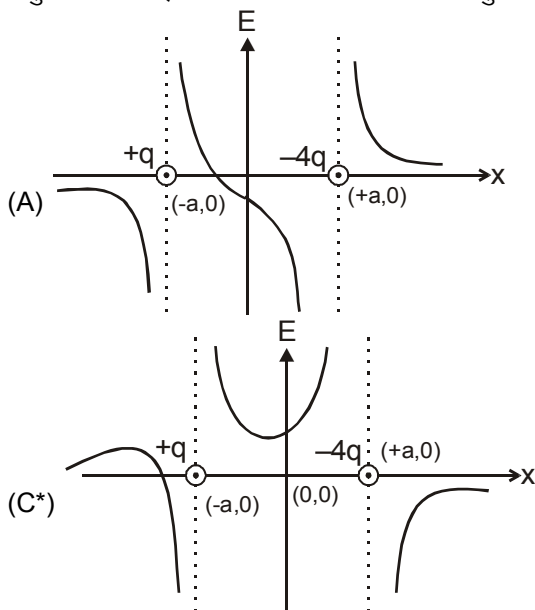
[24, 16]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B23

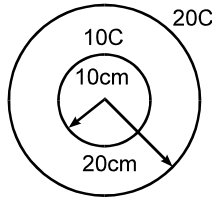
- | | | | | | | |
|-------------|--|-------------|---|-------------|--------------|--------|
| 1. (C) | 2. (A) | 3. (B) | 4. (A) | 5. (A) | 6. (A) | 7. (B) |
| 8. (D) | 9. (D) | 10. (C) | 11. (C) | 12. (B) | 13. 13.60 mm | |
| 14. 3.09 cm | 15. 2.7 gm/cm ³ (in two S.F.) | 16. 12.2 mm | 17. The maximum possible error is $1.1 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$. | 18. 0.00265 | 19. (A) | |
| 20. (D) | | | | | | |

1. Two point charges $+q$ and $-4q$ are placed at $(-a, 0)$ and $(+a, 0)$. Take electric field intensity to be positive if it is along positive x-direction. The variation of the electric field intensity as one moves along the x-axis is

दो बिन्दु आवेश $+q$ तथा $-4q$, बिन्दु $(-a, 0)$ तथा $(+a, 0)$ पर रखे गये हैं। यदि विद्युत क्षेत्र तीव्रता धनात्मक x-दिशा के अनुदिश है तो इसे धनात्मक लेंगे। x-अक्ष के अनुदिश गति करने पर विद्युत क्षेत्र तीव्रता में परिवर्तन है –



2. Two concentric uniformly charged spheres of radius 10 cm & 20 cm are arranged as shown in the figure. Potential difference between the spheres is :
 दो संकेन्द्री एक समान आवेशित गोलों की त्रिज्याएँ 10 cm व 20 cm हैं। इनको चित्रानुसार व्यवस्थित किया गया है। गोलों के बीच विभवान्तर है।



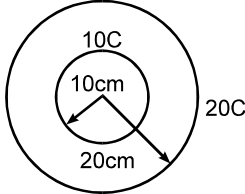
(A*) $4.5 \times 10^{11} \text{ V}$

(B) $2.7 \times 10^{11} \text{ V}$

(C) 0

(D) none of these इनमें से कोई नहीं

Sol.



potential difference due to inner 10C charge

आन्तरिक 10C आवेश के कारण विभवान्तर

$$= K 10 \left(\frac{1}{.1} - \frac{1}{.2} \right) = 9 \times 10^{10} (5) = 45 \times 10^{10} = 4.5 \times 10^{11} \text{ V}$$

potential difference due to outer charge = 0

बाह्य आवेश के कारण विभवान्तर = 0

$$\therefore \text{p.d.} = 4.5 \times 10^{11} \text{ V}$$

3. Weight of an object is :

एक वस्तु का भार है —

(A) Normal reaction between ground and the object

धरातल तथा वस्तु के मध्य अभिलम्ब प्रतिक्रिया

(B*) Gravitational force exerted by earth on the object.

पृथ्वी द्वारा वस्तु पर लगाया गया गुरुत्वीय बल

(C) dependent on frame of reference. निर्देश तन्त्र पर निर्भर

(D) net force on the object वस्तु पर कुल बल

Sol.

Weight of an object is the gravitational force exerted on the object.

For object close to surface of earth, it is approximately equal to gravitational force on the object by the earth.

एक वस्तु का भार वस्तु पर लगाया गया गुरुत्वीय बल है। पृथ्वी की सतह के समीप वस्तु के लिए यह पृथ्वी द्वारा वस्तु पर लगाये गये गुरुत्वीय बल के बराबर होगा।

4. A diverging lens of focal length -10 cm is moving towards right with a velocity 5 m/s . An object, placed on Principal axis is moving towards left with a velocity 3 m/s . The velocity of image at the instant when the lateral magnification produced is $1/2$ is : (All velocities are with respect to ground)

(A*) 3 m/s towards right (B) 3 m/s towards left (C) 7 m/s towards right (D) 7 m/s towards left

-10 cm फोकस दूरी का एक अपसारी लैन्स 5 m/s के वेग से दांयी ओर गति कर रहा है। मुख्य अक्ष पर रखी एक वस्तु 3 m/s के वेग से बांयी ओर गति कर रही है उस क्षण प्रतिबिम्ब का वेग क्या होगा जब उत्पन्न पार्श्व आवर्धन $1/2$ है, (सभी वेग धरातल के सापेक्ष हैं)

(A*) 3 m/s दांयी ओर (B) 3 m/s बांयी ओर (C) 7 m/s दांयी ओर (D) 7 m/s बांयी ओर

Ans. $\frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{u^2} \cdot \frac{du}{dt}$ (where $\frac{dv}{dt}$ denotes image speed w.r.t. lens and $\frac{du}{dt}$ denotes object speed w.r.t. lens)

$$= m^2 \cdot \frac{du}{dt} = \frac{1}{4} \cdot 8 = 2$$

Therefore image speed w.r.t. lens is 2 m/s towards left.

Therefore image speed w.r.t. ground is 3 m/s towards right.

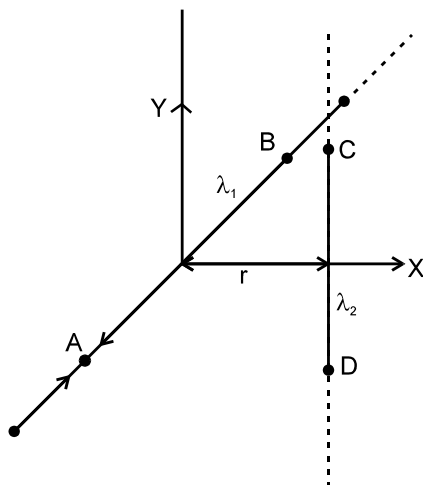
Ans. (जहाँ लेंस के सापेक्ष प्रतिबिम्ब चाल को बताता है तथा लेंस के सापेक्ष वस्तु की चाल को बताता है)

$$= m^2 \cdot \frac{du}{dt} = \frac{1}{4} \cdot 8 = 2$$

इसलिये प्रतिबिम्ब चाल लेन्स के सापेक्ष 2 m/s बांयी तरफ है।

5. AB and CD are uniform line charges of infinite length having charge density λ_1 and λ_2 and lying along the z axis and y-axis respectively. The force between them depends on the perpendicular distance between them, 'r' as, $F = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2\epsilon_0 r^n}$, then the value of n is :

AB और CD अनन्त लम्बाई के समरूपीय रैखिक आवेश हैं, जिन पर आवेश घनत्व क्रमशः λ_1 तथा λ_2 हैं तथा ये क्रमशः z-अक्ष तथा y-अक्ष के अनुदिश रखे हैं। उनके मध्य लगने वाला बल उनके बीच लम्बवत् दूरी 'r' पर $F = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2\epsilon_0 r^n}$, के अनुसार निर्भर करता है। तो n का मान है :



(A*) 0

(B) 1/2

(C) 1

(D) 2

Sol. Solve dimensionally विमीय रूप से हल करने पर

$$[F] = \left[\frac{\lambda_1 \lambda_2}{2\epsilon_0 r^n} \right] \Rightarrow [F] = \left[\frac{Q^2}{2\epsilon_0 r^2 r^n} \right]$$

Comparing with coulomb's law, कूलॉम नियम से तुलना करने पर $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow n = 0$

6. Assuming the earth to be a homogeneous sphere of radius R, its density in terms of G (constant of gravitation) and g (acceleration due to gravity on the surface of the earth) पृथ्वी को R त्रिज्या का समांगी गोला मानते हुये इसका घनत्व, G (गुरुत्वाकर्षण नियतांक) और g (पृथ्वी सतह पर गुरुत्वीय त्वरण) के पदों में ज्ञात करो।

(A*) $3g/(4\pi RG)$

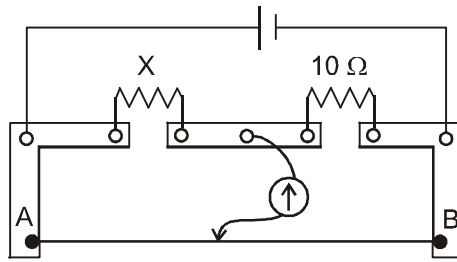
(B) $4\pi g/(3RG)$

(C) $4\pi Rg/(3G)$

(D) $4\pi RG/(3g)$

Sol. $g = \frac{GM}{R^2}$ or $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{GM}{G \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{g}{G \frac{4}{3}\pi R}$ or $\frac{3g}{4\pi RG} = \rho$

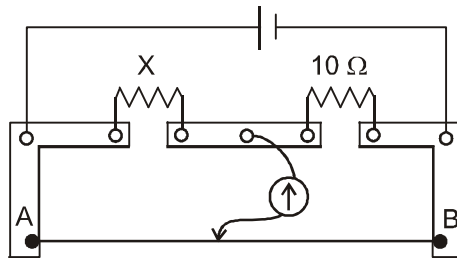
7. A meter bridge is set-up as shown, to determine an unknown resistance 'X' using a standard 10 ohm resistor. The galvanometer shows null point when tapping-key is at 52 cm mark. The end-corrections are 1 cm and 2 cm respectively for the ends A and B. The determined value of 'X' is [JEE 2011, 3/160,-1]



- (A) 10.2 ohm (B*) 10.6 ohm (C) 10.8 ohm (D) 11.1 ohm

Error and Measurement

अज्ञात प्रतिरोध 'X' को मालूम करने के लिए 10 ohm के मानक प्रतिरोध का उपयोग करके एक मीटर-ब्रिज को लगाया गया है (चित्र देखिये)। टैपिंग-कुंजी को 52 cm निशान पर रखने पर गैलवानोमीटर में null-point प्राप्त होता है। A व B सिरों पर end-corrections क्रमशः 1 cm व 2 cm हैं। ज्ञात किया गया 'X' का मान है [JEE 2011, 3/160,-1]



- (A) 10.2 ohm (B*) 10.6 ohm (C) 10.8 ohm (D) 11.1 ohm

Sol.

$$l_1 = 52 + 1 = 53 \text{ cm}$$

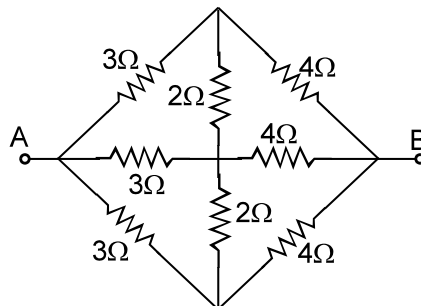
$$l_2 = 48 + 2 = 50 \text{ cm}$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{x}{R} \Rightarrow \frac{53}{50} = \frac{x}{10}$$

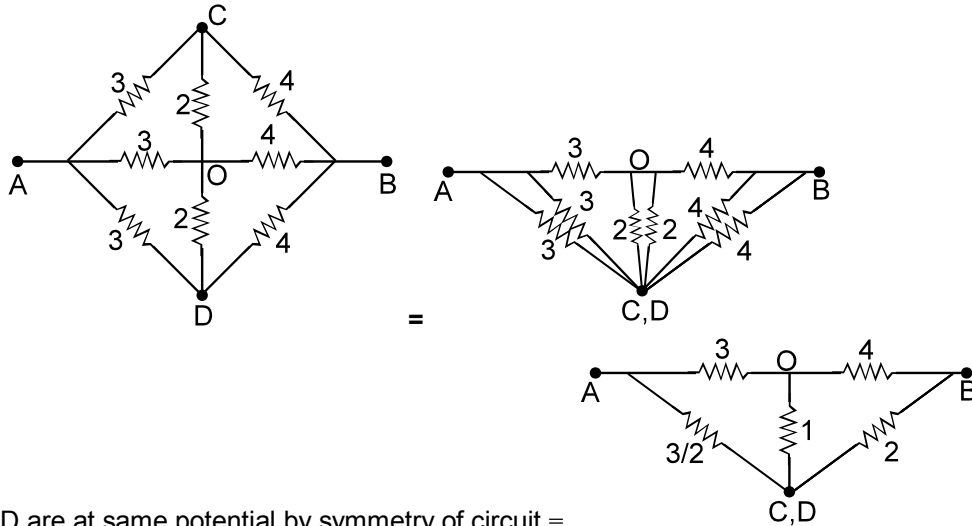
$$x = 10.6 \Omega$$

8. The equivalent resistance between A and B will be (in Ω)

A व B के मध्य तुल्य प्रारोध (Ω में) होगा -

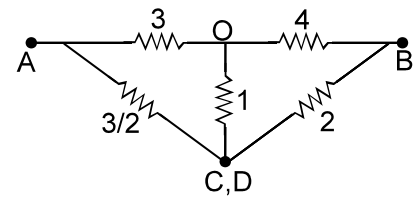


- (A) 2/7 (B) 8 (C) 4/3 (D*) 7/3



HINT :

As C & D are at same potential by symmetry of circuit = balanced wheat-stone bridge can be solved.

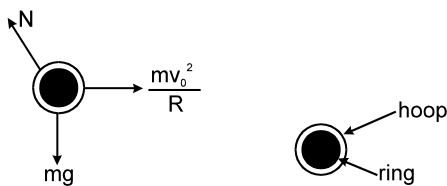


चूंकि C तथा D परिपथ की सममीति के कारण समविभव पर है = balanced wheat-stone bridge can be solved.
सन्तुलित व्हीट स्टोन सेतु को हल कर सकते हैं।

9. A small hoop of mass m is given an initial velocity of magnitude v_0 on the horizontal circular ring of radius ' r '. If the coefficient of kinetic friction is μ_k the tangential acceleration of the hoop immediately after its release is (assume the horizontal ring to be fixed and not in contact with any supporting surface)
- एक m द्रव्यमान के छोटे मोती (hoop) को क्षैतिज वृत्तीय वलय (त्रिज्या ' r ') पर v_0 परिमाण का वेग दिया गया है। यदि गतिक घर्षण गुणांक का मान μ_k हो तो मोती के चलने के तुरन्त बाद इसका स्पर्श रेखीय त्वरण क्या होगा। (माना कि वलय हवा में स्थिर है तथा अन्य किसी सतह के सम्पर्क में नहीं है)

(A) $\mu_k g$ (B) $\mu_k \frac{v_0^2}{r}$ (C) $\mu_k \sqrt{g^2 + \frac{v_0^2}{r}}$ (D*) $\mu_k \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{r^2}}$

Sol.

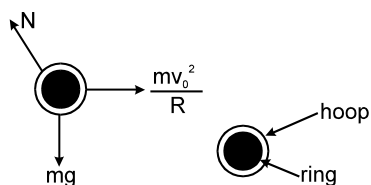


The free body diagram of hoop is

$\therefore$ The normal reaction $N = \sqrt{m^2 g^2 + \frac{m^2 v_0^4}{r^2}}$

$\therefore$ Frictional force $= \mu_k N = \mu_k \sqrt{m^2 g^2 + \frac{m^2 v_0^4}{r^2}}$

$\therefore$ tangential acceleration $= \frac{\mu_k N}{m} = \mu_k \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{r^2}}$



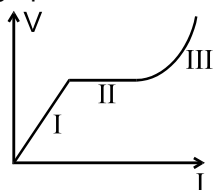
मोती का मुक्त वस्तु चित्र है

$$\therefore \text{अभिलम्ब प्रतिक्रिया} \quad N = \sqrt{m^2 g^2 + \frac{m^2 v_0^4}{r^2}}$$

$$\therefore \text{घर्षण बल} = \mu_k N = \mu_k \sqrt{m^2 g^2 + \frac{m^2 v_0^4}{r^2}}$$

$$\therefore \text{स्पर्शरेखीय त्वरण} = \frac{\mu_k N}{m} = \mu_k \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{r^2}}$$

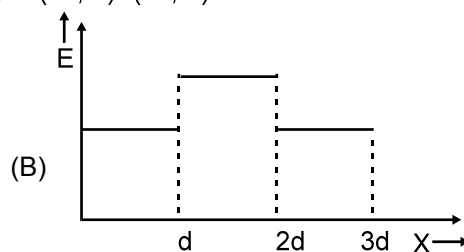
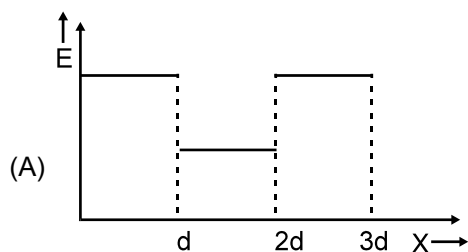
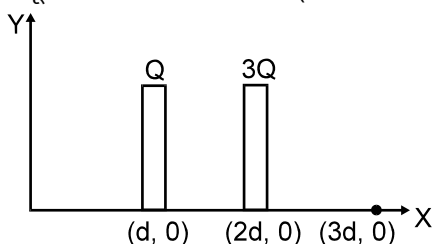
10. Voltage V v/s I graph is shown in the figure. चित्र में विभव V एवं धारा I ग्राफ दर्शाया गया है।

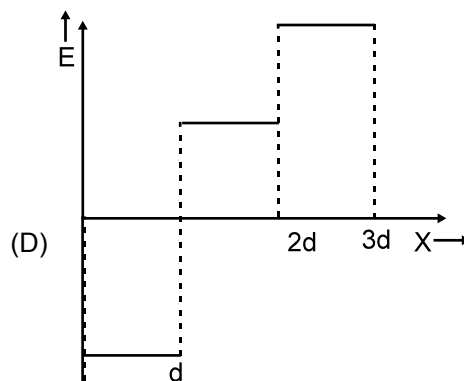
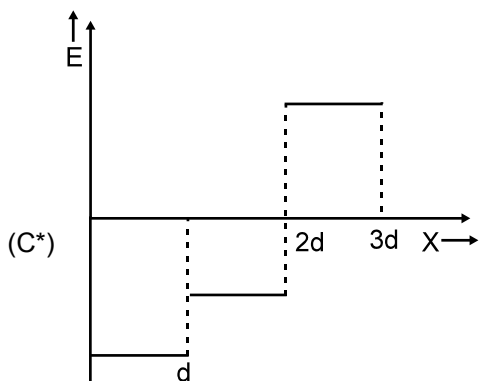


- (A) resistance in region I is ohmic, II & III are non-ohmic
I क्षेत्र में प्रतिरोध ओमिक व II और III में ओमिक नहीं है।
- (B) resistance in region II is zero and III is ohmic
क्षेत्र II में प्रतिरोध शून्य है व III में ओमिक है।
- (C*) resistance in region II is zero and III is non-ohmic
क्षेत्र II में प्रतिरोध शून्य है व III में ओमिक नहीं है।
- (D) in I it is ohmic, in II it is non-ohmic.
I में ओमिक, II में ओमिक नहीं है।

11. Two very large thin conducting plates having same cross-sectional area are placed as shown in figure they are carrying charges ' Q ' and ' $3Q$ ' respectively. The variation of electric field as a function of x (for $x = 0$ to $x = 3d$) will be best represented by.

दो बहुत लम्बी पतली चालक प्लेटें जिनके अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल समान हैं, चित्रानुसार रखी हैं। इन पर क्रमशः ' Q ' तथा ' $3Q$ ' आवेश उपस्थित हैं। विद्युत क्षेत्र में दूरी x के फलन के रूप में ($x = 0$ से $x = 3d$ तक) परिवर्तन का सही प्रदर्शन है।





Sol. Using the formula for electric field produced by large sheet $E = \frac{Q}{2A\epsilon_0}$

बड़ी पट्टिका के कारण उत्पन्न विक्षेत्र के सूत्र से $E = \frac{Q}{2A\epsilon_0}$

We get ; हम प्राप्त करते हैं :

$$E_A = \frac{4Q}{2A\epsilon_0} (-\hat{i}) ; \quad E_B = \frac{2Q}{2A\epsilon_0} (-\hat{i}), \quad E_C = \frac{4Q}{2A\epsilon_0} (+\hat{i})$$

- 12.** The diameter of a cylinder is measured using a vernier callipers with no zero error. It is found that the zero of the vernier scale lies between 5.10 cm and 5.15 cm of the main scale. The vernier scale has 50 division equivalent to 2.45 cm. The 24th division of the vernier scale exactly coincides with one of the main scale divisions. The diameter of the cylinder is :

एक बेलन का व्यास मापने के लिए शून्य त्रुटि रहित एक वर्नियर कैलिपर्स का उपयोग होता है। मापने के दौरान पैमाने का शून्य, मुख्या पैमाने के 5.10 cm और 5.15 cm के बीच में पाया जाता है। वर्नियर पैमाने 50 भाग 2.45 cm के तुल्य है। इस वर्नियर पैमाने का चौबीसवाँ (24th) भाग मुख्य पैमाने के एक भाग से सटीक सम्पाती होता है। बेलन का व्यास है :

(A) 5.112 cm (B*) 5.124 cm (C) 5.136 cm (D) 5.148 cm

Ans.

(B)

Sol. 50 VSD = 2.45 cm

$$1 \text{ VSD} = \frac{2.45}{50} \text{ cm} = 0.049 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Least count of vernier} &= 1\text{MSD} - 1 \text{ VSD} \\ &= 0.05 \text{ cm} - 0.049 \text{ cm} \\ &= 0.001 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Thickness of the object} &= \text{Main scale reading} + \text{vernier scale reading} \times \text{least count} \\ &= 5.10 + (24)(0.001) \\ &= 5.124 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Hindi. 50 VSD = 2.45 cm

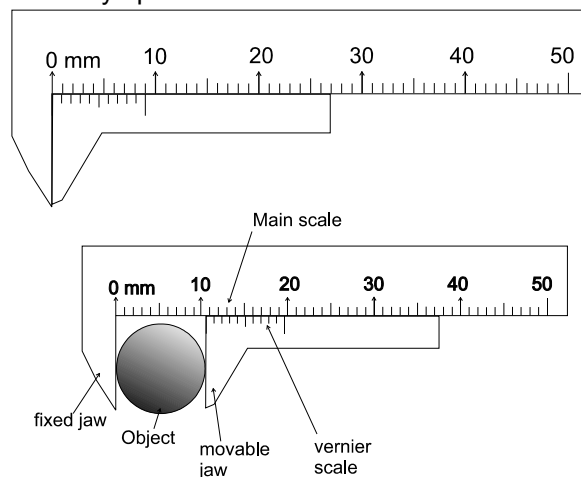
$$1 \text{ VSD} = \frac{2.45}{50} \text{ cm} = 0.049 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{वर्नियर का अल्पतमांक} &= 1\text{MSD} - 1 \text{ VSD} \\ &= 0.05 \text{ cm} - 0.049 \text{ cm} \\ &= 0.001 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{वस्तु की मोटाई} &= \text{मुख्य पैमाने का पाठ्यांक} + \text{वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक} \times \text{अल्पतमांक} \\ &= 5.10 + (24)(0.001) \\ &= 5.124 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Comprehension : Vernier callipers

It is used to measure accurately upto 0.1 mm.



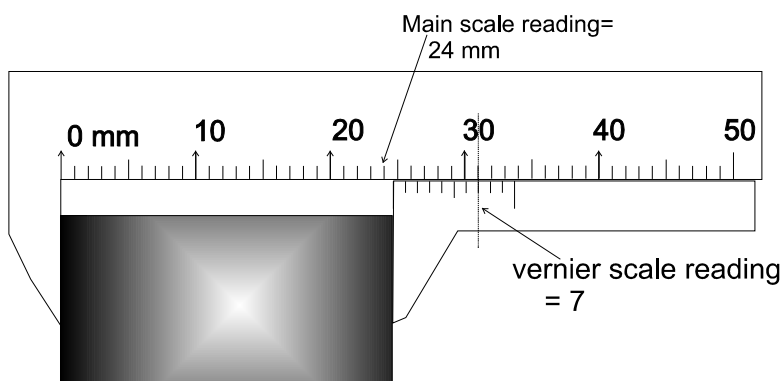
*On the upper plate, main scale is printed which is simply an mm scale.

*On the lower plate, vernier scale is printed, which is a bit compressed scale. Its one part is of 0.9 mm.

(10 vernier scale divisions = 9 mm $\Rightarrow$ 1 vernier scale division = 0.9 mm)

The object which is to be measured, is fitted between the jaws as shown.

How to read Vernier Callipers:



Thickness of the object = 24. -----

= 24 mm + 7 (0.1 mm)

Formula says

Thickness of the object = Main Scale Reading + Vernier Scale Reading

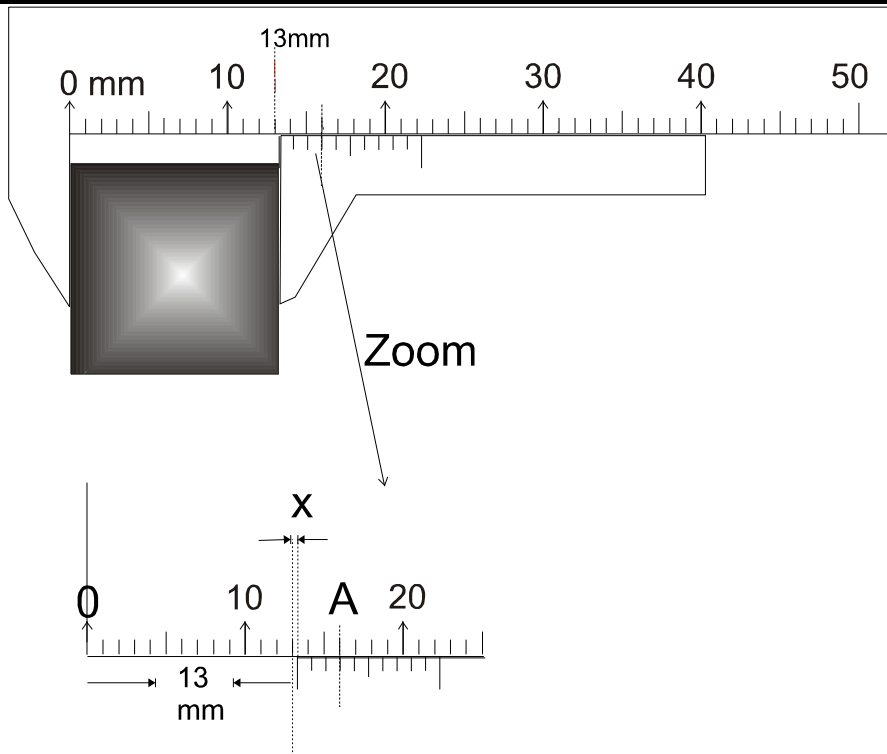
Mark on vernier scale which exactly co-insides with some mark of main scale

1 main scale division - 1 vernier scale division

= 1 mm - 0.9 mm

= 0.1 mm

Now lets see How the slight difference between 1 MSD and 1 VSD reflects as least count



Required length = 13 mm + x = ?

at point 'A', main scale and vernier scale are matching

so length OA along main Scale = length OA along Vernier Scale

13 mm + 3 (Main scale division) = (13 mm + x) + 3 (vernier Scale division)

Get 13 mm + x = 13 mm + 3 (Main scale division - vernier Scale division)

= 13 mm + 3 (1 mm – 0.9 mm)

= 13 mm + 3 (0.1 mm) = 13.3 mm

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ \left(\begin{array}{c} \text{main} \\ \text{scale} \\ \text{reading} \end{array} \right) & + & \left(\begin{array}{c} \text{vernier} \\ \text{scale} \\ \text{reading} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Least} \\ \text{count} \end{array} \right) \end{array}$$

↓

(1 Main scale division – 1 vernier Scale division)

Hence the slight difference between 1 MSD (1 mm) and 1 VSD (0.9 mm) reflects as least count (0.1 mm)

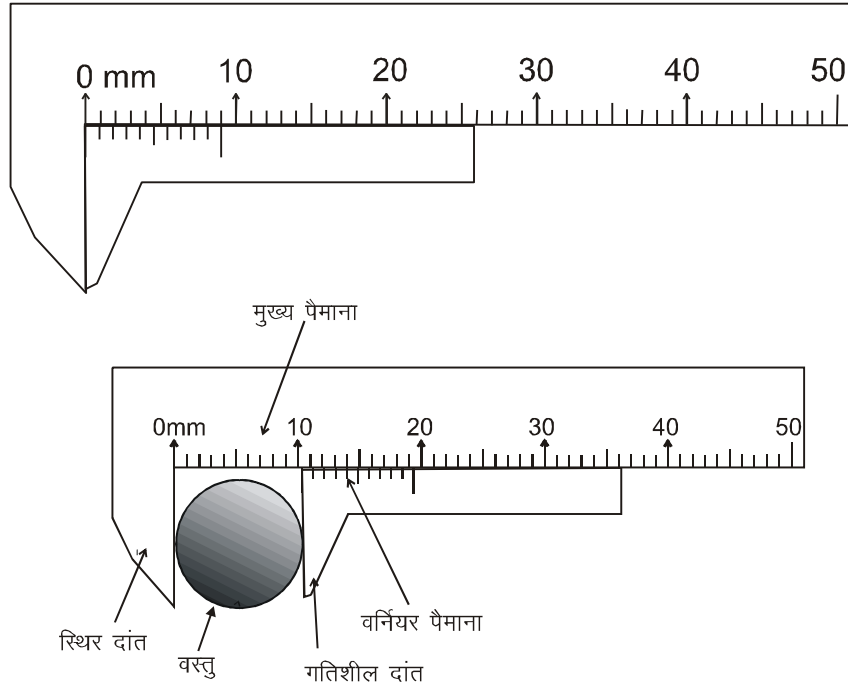
Thickness of object
 =
 Reading of vernier callipers

$$= \left(\begin{array}{c} \text{main} \\ \text{scale} \\ \text{reading} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{vernier} \\ \text{scale} \\ \text{reading} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Least} \\ \text{count} \end{array} \right)$$

प्रयोग # 2

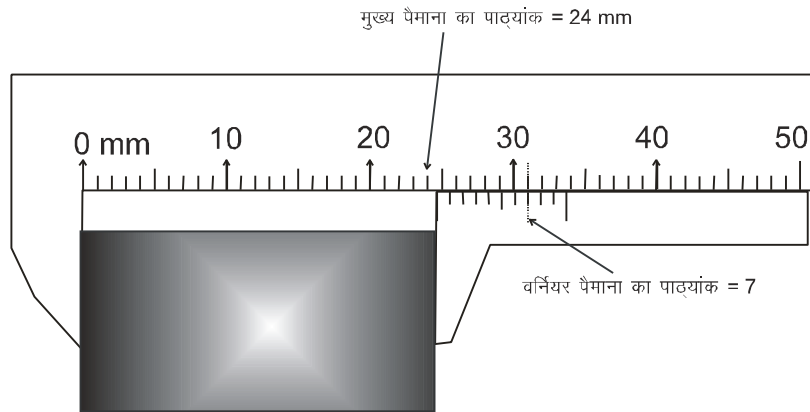
वर्नियर कैलीपर्स :

यह 0.1 मिमी० तक यथार्थता से माप सकता है।



- * ऊपरी प्लेट पर, मुख्य पैमाना अंकित होता है जोकि मिमी० पैमाना होता है।
- * निचली प्लेट पर, वर्नियर पैमाना अंकित होता है, जो थोड़ा-सा संपीडित पैमाना होता है। इसका एक भाग 0.9 मिमी० का होता है। (10 वर्नियर स्केल भाग = 9 mm $\Rightarrow$ 1 वर्नियर स्केल भाग = 0.9 mm) जिस वस्तु को मापना है, चित्रानुसार उसे दांतों के बीच लगाया जाता है।

वर्नियर कैलीपर्स को कैसे पढ़ते हैं :



वस्तु की मोटाई = 24. - - - - -

$$= 24 + 7 (0.1)$$

सुत्रानुसार

वस्तु की मोटाई =

मिमी०मिमी०

मुख्य पैमाने का पाठ्यांक

+ वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक

अल्पतमांक

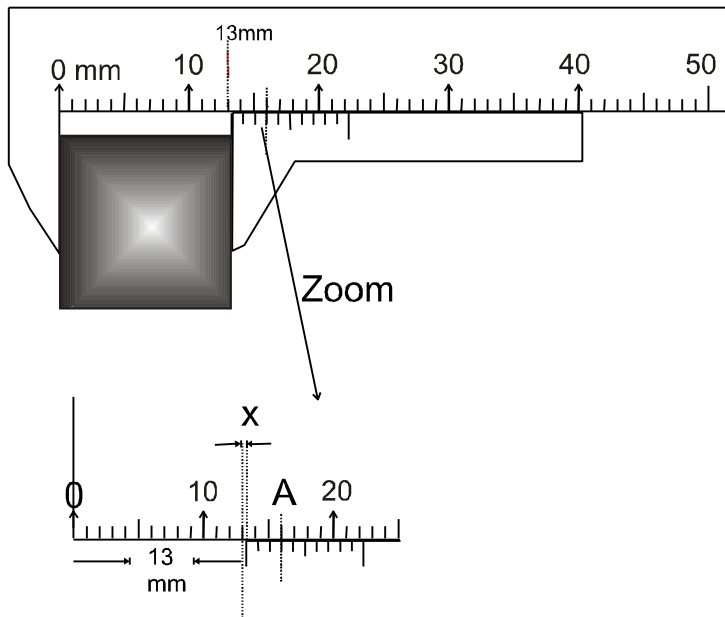
वर्नियर पैमाने का वह Mark जो मुख्य पैमाने के किसी Mark से मिल रहा है Exactly

मुख्य पैमाने का भाग मिमी०

- वर्नियर पैमाने का भाग मिमी०

$$= 1 - 0.9 = 0.1 \text{ मिमी०}$$

अब हम देखेंगे कि 1 MSD तथा 1 VSD के बीच थोड़ा-सा अन्तर अल्पतमांक के रूप में कैसे प्रकट होता है ?



$$\text{अभिष्ट लम्बाई} = 13 \text{ mm} + x = ?$$

बिन्दु 'A' पर मुख्य पैमाना तथा वर्नियर पैमाना सम्पाती है।

अतः मुख्य पैमाने के अनुदिश लम्बाई OA = वर्नियर पैमाने के अनुदिश लम्बाई OA

$$13 \text{ mm} + 3 (\text{मुख्य पैमाने के भाग}) = (13 \text{ mm} + x) + 3 (\text{वर्नियर पैमाने के भाग})$$

$$\text{अतः } 13 \text{ mm} + x = 13 \text{ mm} + 3 (\text{मुख्य पैमाने के भाग} - \text{वर्नियर पैमाने के भाग})$$

$$= 13 \text{ mm} + 3 (1 \text{ mm} - 0.9 \text{ mm})$$

$$= 13 \text{ mm} + 3 (0.1 \text{ mm}) = 13.3 \text{ mm}$$

↓

↓

↓

$$\left(\begin{array}{c} \text{मुख्य} \\ \text{पैमाने का} \\ \text{पाठ्यांक} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{वर्नियर} \\ \text{पैमाने का} \\ \text{पाठ्यांक} \end{array} \right) (\text{अल्पतमांक})$$

↓

(मुख्य पैमाने के भाग - वर्नियर पैमाने के भाग)

अतः 1 MSD (1 mm) तथा 1 VSD (0.9 mm) के मध्य थोड़ा-सा अन्तर अल्पतमांक (0.1 mm) के रूप में प्रकट होता है



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) - 324005

Website: www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

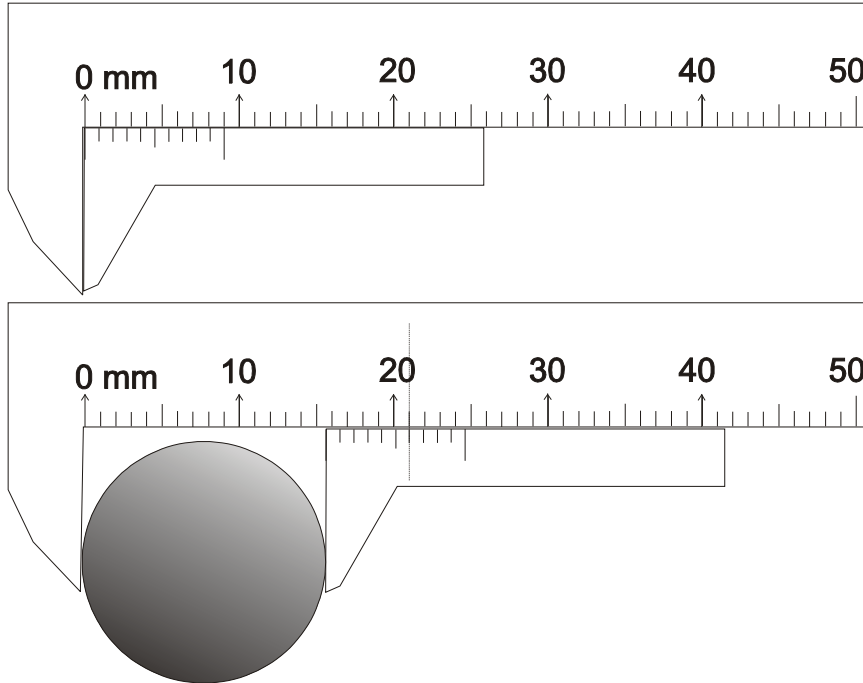
Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

PAGE NO.-11

$$\begin{array}{l} \text{वस्तु की मोटाई} \\ = \\ \text{वर्नियर कैलीपर्स का पाठ्यांक} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{मुख्य} \\ \text{पैमाने का} \\ \text{पाठ्यांक} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{l} \text{वर्नियर} \\ \text{पैमाने का} \\ \text{पाठ्यांक} \end{array} \right) (\text{अल्पतमांक})$$

Example. Read the vernier. 10 division of vernier scale are matching with 9 divisions of main scale.

वर्नियर कैलीपर्स का पाठ्यांक ज्ञात कीजिए। मुख्य पैमाने के 9 भाग वर्नियर पैमाने के 10 भागों से सम्पाती होते हैं।



Solution :

10 vernier scale divisions = 9 mm

1 vernier scale division = 0.9 mm

⇒ least count = (Main scale division - vernier Scale division)
= 1 mm - 0.9 mm (from figure)
= 0.1 mm

Thickness of the object = (main scale reading) + (vernier scale Reading) (least count)

So thickness of the object = 15 mm + (6) (0.1mm) = 15.6 mm **Ans.**

10 वर्नियर स्केल भाग = 9 mm ; 1 वर्नियर स्केल भाग = 0.9 mm

जहां अल्पतमांक = (मुख्य पैमाने के भाग - वर्नियर पैमाने के भाग) = 1 mm - 0.9 mm (चित्र से) = 0.1 mm

वस्तु की मोटाई = (मुख्य पैमाने का पाठ्यांक) + (वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक) (अल्पतमांक)

अतः वस्तु की मोटाई = 15 mm + (6) (0.1mm) = 15.6 mm **Ans.**

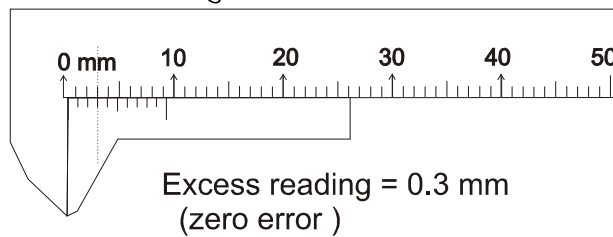
Zero Error:

If there is no object between the jaws (ie. jaws are in contact), the vernier should give zero reading. But due to some extra material on jaws, even if there is no object between the jaws, it gives some excess Reading. This excess reading is called **zero error**

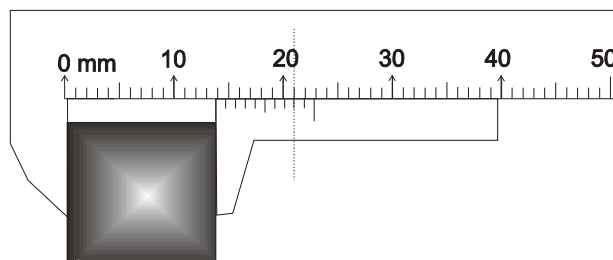
शून्य त्रुटि :

यदि दांतों के बीच कोई वस्तु न हो तो (अर्थात् दांते सम्पर्क में हो), वर्नियर का पाठ्यांक शून्य होता है। लेकिन दांतों की अतिरिक्त धातु की वजह से, दांतों के मध्य कोई वस्तु न होने पर भी यह आधिक्य पाठ्यांक देता है। यह आधिक्य पाठ्यांक शून्य त्रुटि कहलाता है।

Example. In the vernier caliper, 9 main scale divisions matches with 10 vernier scale divisions. The thickness of the object using the defected vernier caliper will be :
 दिये गये वर्नियर कैलिपर्स में मुख्य पैमाने के 9 भाग वर्नियर पैमाने के 10 भागों से सम्पाती होते हैं। इस त्रुटिपूर्ण वर्नियर कैलिपर्स से वस्तु की मोटाई ज्ञात करो।



If we put an object between the jaws



It gives 13.8 mm reading

In which there is 0.3 mm excess reading, which has to be removed (subtracted)

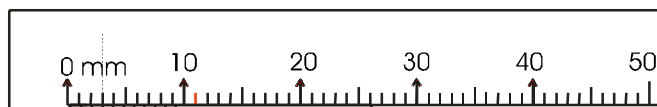
So actual thickness = 13.8 - 0.3 = 13.5 mm

Observed
reading

excess reading
(zero error)

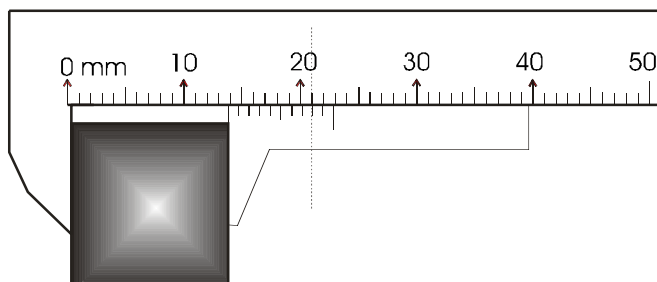
So we can formulate it as

Actual reading = observed reading - excess reading (Zero error)



आधिक्य पाठ्यांक = 0.3 mm
(शून्य त्रुटि)

दांतों के मध्य कोई
वस्तु रखने पर



यह 13.8 mm पाठ्यांक बताता है

जिससे 0.3 mm आधिक्य पाठ्यांक है
इसको हटाने के लिए इसको घटा देते हैं।

अतः वास्तविक मोटाई = 13.8 mm - 0.3 = 13.5 mm

प्रेक्षित पाठ्यांक

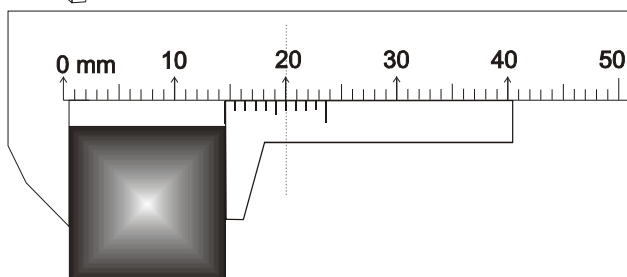
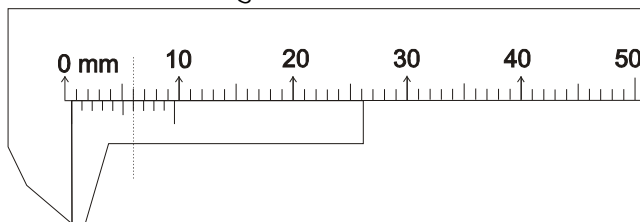
आधिक्य पाठ्यांक (शून्य त्रुटि)

इसको हम सूत्र में निम्न प्रकार लिख सकते हैं

वास्तविक पाठ्यांक = प्रेक्षित पाठ्यांक - आधिक्य पाठ्यांक (शून्य त्रुटि)

Example. In the vernier caliper, 9 main scale divisions matches with 10 vernier scale divisions. The thickness of the object using the defected vernier caliper will be :

दिये गये वर्नियर कैलिपर्स में मुख्य पैमाने के 9 भाग वर्नियर पैमाने के 10 भागों से सम्पाती होते हैं। इस त्रुटिपूर्ण वर्नियर कैलिपर्स से वस्तु की मोटाई ज्ञात करो।



Solution :

From first figure, Excess reading (zero error) = 0.6 mm

If an object is placed, vernier gives 14.6 mm in which there is 0.6 mm excess reading, which has to be subtracted. So actual thickness = $14.6 - 0.6 = 14.0$ mm we can also do it using the formula

$$\text{Actual reading} = \text{observed reading} - \text{excess reading (Zero error)}$$

$$= 14.6 - 0.6 = 14.0 \text{ mm Ans.}$$

प्रथम चित्र से, आधिक्य पाठ्यांक (शून्य त्रुटि) = 0.6 mm

इसे हम निम्न सूत्र की सहायता से भी ज्ञात कर सकते हैं। जब वस्तु को रखा जाता है तो वर्नियर का पाठ्यांक 14.6 mm आता है इसमें 0.6 mm आधिक्य पाठ्यांक है। इसे घटाने पर वास्तविक मोटाई = $14.6 - 0.6 = 14.0$ mm इसे हम निम्न सूत्र से ज्ञात कर सकते हैं

$$\text{वास्तविक पाठ्यांक} = \text{प्रेक्षित पाठ्यांक} - \text{आधिक्य पाठ्यांक (शून्य त्रुटि)}$$

$$= 14.6 - 0.6 = 14.0 \text{ mm Ans.}$$

Zero Correction :

Zero correction is invert of zero error.

$$\text{Zero correction} = - (\text{zero error})$$

$$\text{Actual reading} = \text{observed reading} - \text{excess reading (Zero error)}$$

$$= \text{observed} + \text{zero correction Reading}$$

In example 28, zero error was 0.6 mm, so zero correction will be $- 0.6$ mm

In example 29, zero error was -0.4 mm, so zero correction will be $+ 0.4$ mm

शून्य संशोधन :

शून्य संशोधन संशोधन शून्य त्रुटि का व्युत्क्रम होता है।

$$\text{शून्य संशोधन} = - (\text{शून्य त्रुटि})$$

$$\text{वास्तविक पाठ्यांक} = \text{प्रेक्षित पाठ्यांक} - \text{आधिक्य पाठ्यांक (शून्य त्रुटि)}$$

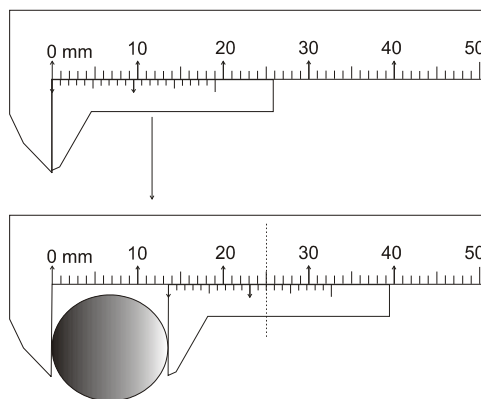
$$= \text{प्रेक्षित पाठ्यांक} + \text{शून्य संशोधन}$$

उदाहरण 28 में, शून्य त्रुटि 0.6 mm, अतः शून्य संशोधन $- 0.6$ mm होगा।

उदाहरण 29 में, शून्य त्रुटि -0.4 mm, अतः शून्य संशोधन $+ 0.4$ mm होगा।

13. Read the special type of vernier. 20 division of vernier scale are matching with 19 divisions of main scale.

विशेष प्रकार के वर्नियर कैलीपर्स का पाठ्यांक ज्ञात कीजिए। मुख्य पैमाने के 19 भाग वर्नियर पैमाने के 20 भागों से सम्पाती होते हैं।



Solution : 20 vernier scale divisions = 19 mm

$$1 \text{ vernier scale division} = \frac{19}{20} \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{where least count} &= (\text{Main scale division} - \text{vernier Scale division}) \\ &= 1 \text{ mm} - 19/20 \text{ mm (from fig.)} \\ &= 0.05 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Thickness of the object} = (\text{main scale reading}) + (\text{vernier scale Reading}) (\text{least count})$$

$$\begin{aligned} \text{So thickness of the object} &= 13 \text{ mm} + (12) (0.05 \text{ mm}) \\ &= 13.60 \text{ mm} \text{Ans.} \end{aligned}$$

$$20 \text{ वर्नियर स्केल भाग} = 19 \text{ mm} ; 1 \text{ वर्नियर स्केल भाग} = \frac{19}{20} \text{ mm}$$

$$\text{जहां अल्पतमांक} = (\text{मुख्य पैमाने को भाग} - \text{वर्नियर पैमाने के भाग}) = 1 \text{ mm} - 19/20 \text{ mm (चित्र से)} = 0.05 \text{ mm}$$

$$\text{वस्तु की मोटाई} = (\text{मुख्य पैमाने का पाठ्यांक}) + (\text{वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक}) (\text{अल्पतमांक})$$

$$\text{अतः वस्तु की मोटाई} = 13 \text{ mm} + (12) (0.05 \text{ mm}) = 13.60 \text{ mm} \text{ Ans.}$$

14. The main scale of a vernier callipers reads 10 mm in 10 divisions. 10 divisions of Vernier scale coincide with 9 divisions of the main scale. When the two jaws of the callipers touch each other, the fifth division of the vernier coincides with some main scale divisions and the zero of the vernier is to the right of zero of main scale. When a cylinder is tightly placed between the two jaws, the zero of vernier scale lies slightly behind 3.2 cm and the fourth vernier division coincides with a main scale division. The diameter of the cylinder is.

वर्नियर कैलीपर्स का मुख्य पैमाना 10 भागों में 10 mm पढ़ता है। वर्नियर पैमाने के 10 भाग मुख्य पैमाने के 9 भाग के सम्पाती है। जब कैलीपर्स के दो दांते एक दूसरे के सम्पर्क में हो तो वर्नियर का पांचवा भाग मुख्य पैमाने के किसी भाग के सम्पाती होता है तथा वर्नियर का शून्य मुख्य पैमाने के शून्य के दाहिनी ओर होता है। जब दांतों के मध्य बेलन दृढ़तापूर्वक रखते हैं तो वर्नियर पैमाने का शून्य थोड़ा-सा 3.2 cm के बांयी ओर आता है तथा चतुर्थ वर्नियर भाग मुख्य पैमाने के एक भाग के सम्पाती हो तो बेलन का व्यास है –

Solution : Zero error = 0.5 mm = 0.05 cm.

$$\text{Observed reading of cylinder diameter} = 3.1 \text{ cm} + (4) (0.01 \text{ cm}) = 3.14 \text{ cm}$$

$$\text{Actual thickness of cylinder} = (3.14) - (0.05) = 3.09 \text{ cm} \quad \text{Ans.}$$

$$\text{शून्य त्रुटि} = 0.5 \text{ mm} = 0.05 \text{ cm}$$

$$\text{सिलेण्डर की मोटाई का प्रेक्षित मान} = 3.1 \text{ cm} + (4) (0.01 \text{ cm}) = 3.14 \text{ cm}$$

$$\text{सिलेण्डर की वास्तविक मोटाई} = (3.14) - (0.05) = 3.09 \text{ cm}$$

15. In the previous question if the length of the cylinder is measured as 25 mm, and mass of the cylinder is measured as 50.0 gm, find the density of the cylinder (gm/cm^3) in proper significant figures.

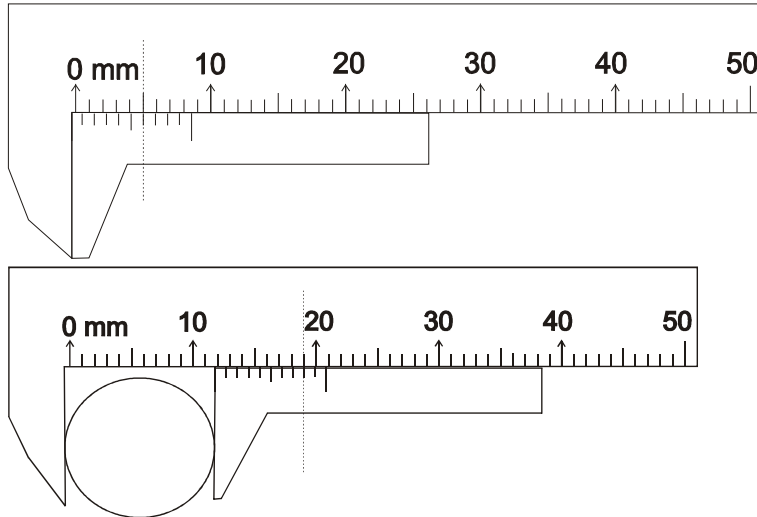
उपरोक्त प्रश्न में यदि बेलन की मापित लम्बाई 25 mm तथा बेलन का मापित द्रव्यमान 50.0 gm हो तो बेलन का घनत्व (gm/cm^3) सही सार्थक अंकों तक ज्ञात करो।

Solution :
$$\rho = \frac{m}{\pi(d^2/4)h}$$

$$\rho = \frac{(50.0) \text{ gm}}{3.14 \times (3.09/2)^2 \times (25 \times 10^{-1}) \text{ cm}^3} = 2.7 \text{ gm/cm}^3 \text{ (in two S.F.)} \quad \text{Ans.}$$

$$\rho = \frac{(50.0) \text{ gm}}{3.14 \times (3.09/2)^2 \times (25 \times 10^{-1}) \text{ cm}^3} = 2.7 \text{ gm/cm}^3 \text{ (दो सार्थक अंकों में)}$$

16. The least count of main scale is 1mm. In the vernier caliper, 9 main scale divisions matches with 10 vernier scale divisions. When no object is placed between the jaws, the zero of vernier scale is slightly behind the zero of main scale. When a sphere is placed between the jaws, the reading of the vernier is shown in the figure. The thickness of the object using the defective vernier caliper will be :
मुख्य पैमाने का पाठ्यांक 1mm है। वर्नियर कैलिपर में मुख्य पैमाने के 9 भाग वर्नियर पैमाने के 10 भागों से सम्पाती होते हैं। जब जबड़ों के बीच कोई वस्तु नहीं है तब वर्नियर पैमाने का शून्यांक मुख्य पैमाने के शून्य के ठीक पीछे होता है। जब जबड़ों के बीच एक गोला रखा जाता है, तब वर्नियर का पाठ्यांक चित्र में प्रदर्शित है। विक्षेपित वर्नियर कैलिपर के उपयोग के द्वारा वस्तु की मोटाई होगी।



Solution : Zero error = main scale reading + (vernier scale reading) (least count)
 $= -1 \text{ mm} + 6 (0.1 \text{ mm}) = -0.4 \text{ mm}$
 observed reading = 11.8 mm
 So actual thickness = $11.8 - (-0.4) = 12.2 \text{ mm}$ **Ans.**

शून्य त्रुटि = मुख्य पैमाने का पाठ्यांक + (वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक) (अल्पतमांक)
 $= -1 \text{ mm} + 6 (0.1 \text{ mm}) = -0.4 \text{ mm}$
 प्रेक्षित पाठ्यांक = 11.8 mm अतः वास्तविक मोटाई = $11.8 - (-0.4) = 12.2 \text{ mm}$ **Ans.**

17. In the determination of Young's modulus Y by Searle's method, the diameter of the wire is measured by a screw gauge (least count = 0.001 cm) as 0.050 cm. The length of the wire is measured by a scale (least count = 0.1 cm) as 110.0 cm. When a weight of 50 N is applied on the wire, The micrometer (least count = 0.001 cm) reading gives the extension in its length as 0.125 cm. Determine the maximum possible error in Y , using $\pi = \frac{22}{7}$.

एक सर्ल के प्रयोग में तार का व्यास, एक स्क्रूगेज जिसका अल्पतमांक = 0.001 cm है, से 0.050 cm मापा जाता है। तार की लम्बाई एक स्केल जिसका अल्पतमांक = 0.1 cm है, से 110.0 cm मापी जाती है। जब 50 N का वजन तार से लटकाया जाता है, तो एक माइक्रोमीटर जिसका अल्पतमांक 0.001 cm है, से मापों में विस्तार 0.125 cm मापा जाता है। तो इन आंकड़ों से तार के पदार्थ में यंग प्रत्यास्थता गुणांक में अधिकतम त्रुटि का मापन ज्ञात कीजिए। (उपयोग करें $\pi = \frac{22}{7}$)

Ans. The maximum possible error is $1.1 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$.
 अधिकतम सम्भव त्रुटि $1.1 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$ है।

18. Side of a cube is measured with the help of vernier calliper. Main scale reading is 10 mm and vernier scale reading is 1. It is known that 9 M.S.D. = 10 V.S.D. Mass of the cube is 2.735 g. Find density of the cube upto appropriate significant figure.
 वर्नियर कैलिपर की सहायता से घन की भुजा मापी जाती है। मुख्य स्केल पाठ्यांक (M.S.D.) 10mm है तथा वर्नियर स्केल पाठ्यांक (V.S.D.) 1 है। यह ज्ञात है कि 9 M.S.D. = 10 V.S.D घन का द्रव्यमान 2.735 g है, तो उपयुक्त सार्थक अंकों के साथ घन का घनत्व ज्ञात करो।

Sol. Least count = $\frac{(V.S. - M.S.)}{V.S.}$

Least count = 0.1 mm

length of side of cube = M.S.R. + V.S.R. × least count
 $= 10 + 1 \times 0.1$
 $= 10.1 \text{ mm}$

density = $\frac{\text{mass}}{\text{volume}} = \frac{2.735}{(10.1)^3} = 0.0026546$

using significant figures the correct answer would be 0.00265

Sol. अल्पतमांक = $\frac{(V.S. - M.S.)}{V.S.}$

अल्पतमांक = 0.1 mm

घन की भुजा की लम्बाई = M.S.R. + V.S.R. × अल्पतमांक
 $= 10 + 1 \times 0.1 = 10.1 \text{ mm}$

घनत्व = $\frac{\text{mass}}{\text{volume}} = \frac{2.735}{(10.1)^3} = 0.0026546$

सार्वक अंकों को प्रयुक्त करते हुए सही उत्तर 0.00265 होगा।

- 19.** The smallest division on the main scale of a vernier callipers is 1 mm, and 10 vernier divisions coincide with 9 main scale divisions. While measuring the diameter of a sphere, the zero mark of the vernier scale lies between 20 and 21 mm and the fifth division of the vernier scale coincide with a main scale division. Then diameter of the sphere is :

(A*) 20.5 mm (B) 21.5 mm (C) 21.50 mm (D) 20.50 mm

वर्नियर कैलीपर्स के मुख्य पैमाने का सबसे छोटा भाग 1 mm तथा 10 वर्नियर भाग मुख्य पैमाने के 9 भागों के सम्पाती है। जब गोले का व्यास मापा जाता है तो वर्नियर पैमाने का शून्य चिन्ह 20 mm तथा 21 mm के मध्य आता है तथा वर्नियर पैमाने का पांचवा भाग मुख्य पैमाने के किसी भाग के सम्पाती होता है तो गोले का व्यास है –

(A*) 20.5 mm (B) 21.5 mm (C) 21.50 mm (D) 20.50 mm

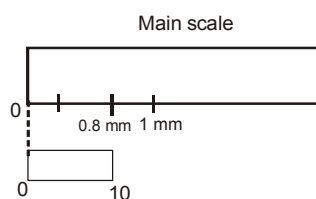
Sol. $D = 20 + 5 \times \frac{10 - 9}{10} = 20.5 \text{ mm}$

- 20.** A vernier calliper has 1 mm marks on the main scale. It has 20 equal division on the Vernier scale which match with 16 main scale divisions. For this Vernier calliper, the least count is :

एक वर्नियर कैलीपर्स के मुख्य स्केल पर 1mm के निशान है। इसके वर्नियर स्केल पर 20 समान भाग है जो मुख्य स्केल के 16 भागों से मेल खाते है। इस वर्नियर कैलीपर्स का अल्पमांक है –

(A) 0.02 mm (B) 0.05 mm (C) 0.1 mm (D*) 0.2 mm

Ans.
Sol.



20 VSD = 16 MSD

1 VSD = 0.8 MSD

Least count अल्पतमांक = MSD – VSD

$= 1 \text{ mm} - 0.8 \text{ mm}$

$= 0.2 \text{ mm}$

DPP No. : B24 (JEE-Advanced)

Total Marks : 42	Max. Time : 30 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.2	(3 marks, 2 min.) [06, 04]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.3 to Q.7	(4 marks 2 min.) [20, 10]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.9	(4 marks 5 min.) [08, 10]
Match the Following (no negative marking) Q.10	(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B24

1. (B)	2. (C)	3. (B) (D)	4. (A) (C)	5. (B) (D)	6. (A) (B)
7. (A) (C)	8. $d = 6$	9. 4V	10. (A) - (p, s) ; (B) - (r, s) ; (C) - (p, t) ; (D) - (p, s)		

1. Two resistors $R_1 (24 \pm 0.5) \Omega$ and $R_2 (8 \pm 0.3) \Omega$ are joined in series. The equivalent resistance is
 (A) $32 \pm 0.33 \Omega$ (B*) $32 \pm 0.8 \Omega$ (C) $32 \pm 0.2 \Omega$ (D) $32 \pm 0.5 \Omega$

दो प्रतिरोध $R_1 (24 \pm 0.5) \Omega$ और $R_2 (8 \pm 0.3) \Omega$ को श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है। तुल्य प्रतिरोध होगा –

(A) $32 \pm 0.33 \Omega$ (B*) $32 \pm 0.8 \Omega$ (C) $32 \pm 0.2 \Omega$ (D) $32 \pm 0.5 \Omega$

Sol.

$$R_1 = (24 \pm 0.5) \Omega$$

$$R_2 = (8 \pm 0.3) \Omega$$

$$R_s = R_1 + R_2$$

$$= (32 \pm 0.8) \Omega$$

2. To measure the diameter of a wire, a screwgauge is used. In a complete rotation, spindle of the screw gauge advances by $\frac{1}{2}$ mm and its circular scale has 50 deviations. The main scale is graduated to

$\frac{1}{2}$ mm. If the wire is put between the jaws, 4 main scale divisions are clearly visible and 10 deviations of circular scale co-inside with the reference line. The resistance of the wire is measured to be $(10\Omega \pm 1\%)$. Length of the wire is measured to be 10 cm using a scale of least count 1mm. Maximum permissible error in resistivity measurement is :

तार के व्यास में मापन के लिए एक स्क्रूगेज को प्रयुक्त किया जाता है। एक पूर्ण चक्र में स्क्रूगेज का स्पिन्दिल $\frac{1}{2}$ mm से

आगे खिसक जाता है तथा इसके वृत्ताकार पैमाने पर 50 भाग हैं। मुख्य पैमाना $\frac{1}{2}$ mm तक चिह्नित है। यदि तार को

जबड़ों के मध्य रखा जाता है। तब मुख्य पैमाने का चौथा भाग स्पष्ट रूप से दिखाई देना है तथा वृत्ताकार पैमाने का 10 वाँ भाग निर्देश रेखा से सपांती है। तार का प्रतिरोध $(10\Omega \pm 1\%)$ मापा गया है। 1 mm अल्पतमांक के पैमाने को प्रयुक्त करने पर तार की लम्बाई 10 cm प्राप्त होती है। प्रतिरोधकता मापन में अधिकतम अनुमेय त्रुटि होगी।

(A) 1.5%

(B) 2%

(C*) 2.9%

(D) 3%

Sol. L.C. of screw gauge स्क्रूगेज का अल्पतमांक = $\frac{1/2 \text{ mm}}{50} = 0.01 \text{ mm}$

Diameter of wire is measured by तार का व्यास निम्न प्रकार मापा जाता है।

The screw gauge स्क्रूगेज = $4 \times \frac{1}{2} + 10 \times 0.01$

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

$$\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta\ell}{\ell}$$

$$\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = \frac{1}{100} + \frac{2 \times 0.01}{2.1} + \frac{1}{100} = 2.9\%$$

3. The linear momentum of a particle is given by $\vec{P} = (a \sin t \hat{i} - a \cos t \hat{j})$ kg-m/s. A force $\vec{F}$ is acting on the particle. Select correct alternative/s :

कण का रेखीय संवेग $\vec{P} = (a \sin t \hat{i} - a \cos t \hat{j})$ kg-m/s द्वारा दिया जाता है। एक बल कण पर कार्यरत है। सही विकल्प/विकल्पों का चयन कीजिए

- (A) Linear momentum $\vec{P}$ of particle is always parallel to $\vec{F}$
 (B*) Linear momentum $\vec{P}$ of particle is always perpendicular to $\vec{F}$
 (C) Linear momentum $\vec{P}$ is always constant
 (D*) Magnitude of linear momentum is constant with respect to time.
 (A) कण का रेखीय संवेग $\vec{P}$ सदैव $\vec{F}$ के समान्तर होगा।
 (B*) कण का रेखीय संवेग $\vec{P}$, $\vec{F}$ के सदैव लम्बवत् होगा।
 (C) रेखीय संवेग $\vec{P}$ सदैव नियत होगा।
 (D*) रेखीय संवेग का परिमाण समय के सापेक्ष नियत होगा।

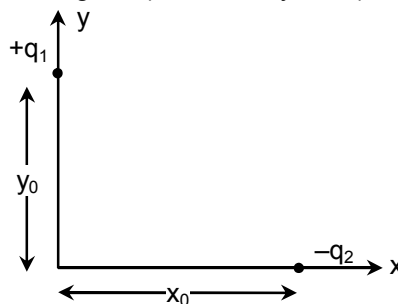
Sol. $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = a \cos t \hat{i} + a \sin t \hat{j}$

$$\vec{F} \cdot \vec{P} = 0$$

magnitude of momentum : संवेग का परिमाण :

$$= \sqrt{a^2 \cos^2 t + a^2 \sin^2 t} = a$$

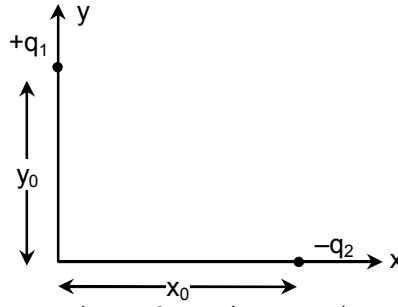
4. Two point charges $+q_1$ and $-q_2$, each of same mass are kept on x and y-axis respectively in gravity free space, such that they are constrained to move on x-axis and y-axis respectively. They are released from their initial position as shown in figure. (Given that $y_0 < x_0$)



Considering only electrostatic interaction between the charges at any instant, (neglect gravity) choose the correct option(s):

- (A*) Magnitude of net external force acting on the system of 2 charges at any instant is equal to the magnitude of electrostatic force between the charges.
 (B) Magnitude of net external force acting on the system of 2 charges at any instant is greater than the magnitude of electrostatic force between the charges.
 (C*) Both the charges will reach at origin simultaneously.
 (D) q_1 will reach at origin first.

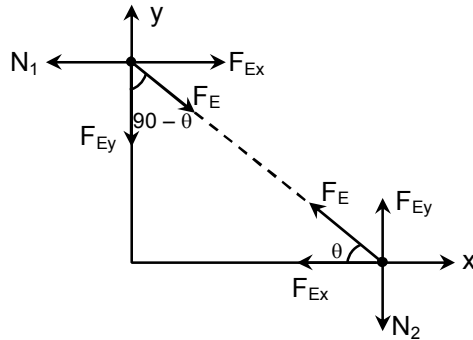
दो बिन्दु आवेश $+q_1$ तथा $-q_2$ हैं, प्रत्येक के द्रव्यमान समान हैं, गुरुत्व मुक्त क्षेत्र में क्रमशः x तथा y -अक्ष पर इस प्रकार रखे हुए हैं, कि वे क्रमशः x -अक्ष तथा y -अक्ष पर गति करने के लिए, बाधित हैं। वे चित्र में प्रदर्शित उनकी प्रारम्भिक स्थिति से छोड़े जाते हैं। (दिया गया है $y_0 < x_0$)



किसी भी क्षण पर आवेशों के मध्य केवल स्थिर वैद्युत अन्योन्य क्रिया ही लीजिए। (गुरुत्व नगण्य है।) सही विकल्प/विकल्पों का चयन कीजिए।

- (A*) किसी क्षण पर दोनों आवेशों के निकाय पर कार्यरत परिणामी बाह्य बल का परिमाण आवेशों के मध्य स्थिर वैद्युत बल के परिमाण के बराबर होता है।
 (B) किसी क्षण पर दोनों आवेशों के निकाय पर कार्यरत परिणामी बाह्य बल का परिमाण आवेशों के मध्य स्थिर वैद्युत बल के परिमाण से अधिक होता है।
 (C*) दोनों आवेश मूल बिन्दु पर एक साथ पहुँचेंगे।
 (D) q_1 मूल बिन्दु पर पहले पहुँचेगा।

Sol. $N_1 = F_{Ex}$; $N_2 = F_{Ey}$

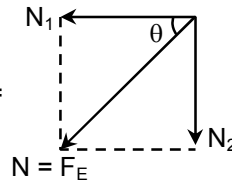


$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$N_1 = F_{Ex}$$

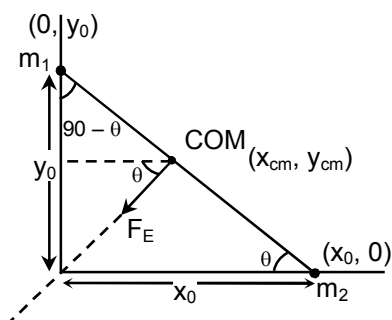
$$N_2 = F_{Ey}$$

Net external force (परिणामी बाह्य बल) =



$$x_{cm} = \frac{x_0}{2}$$

$$y_{cm} = \frac{y_0}{2}$$



$$y = mx + c$$

$$y = \left(\frac{y_0}{x_0} \right) x + C$$

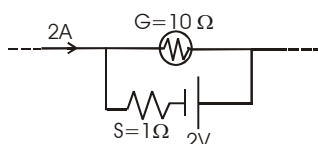
$$\Rightarrow C = 0 \quad \Rightarrow y = mx$$

Since net force is always acting towards origin therefore COM of the system will move on straight line and both the charges will reach simultaneously.

चूँकि परिणामी बल सदैव मूल बिन्दु की ओर कार्यरत है। अतः निकाय का द्रव्यमान केन्द्र सरल रेखा पर गति करेगा, तथा दोनों आवेश एक साथ पहुँचेंगे।

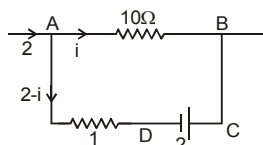
5. The galvanometer shown in the figure has resistance 10Ω . It is shunted by a series combination of a resistance $S = 1\Omega$ and an ideal cell of emf $2V$. A current $2A$ passes as shown.

चित्र में दिखाए अनुसार धारामापी (galvanometer) का प्रतिरोध 10Ω है। इसके समान्तर क्रम में प्रतिरोध $S = 1\Omega$ तथा $2V$ वि.वा.बल वाली आदर्श बैटरी के श्रेणी क्रम संयोजन को चित्रानुसार जोड़ा जाता है। इसमें $2A$ की धारा चित्रानुसार गुजरती है—



- (A) The reading of the galvanometer is $1A$
 धारामापी का पाठ्यांक $1A$ है।
 (B*) The reading of the galvanometer is zero
 धारामापी का पाठ्यांक शून्य है।
 (C) The potential difference across the resistance S is $1.5V$
 प्रतिरोध S के सिरों पर विभवान्तर $1.5V$ है।
 (D*) The potential difference across the resistance S is $2V$
 प्रतिरोध S के सिरों पर विभवान्तर $2V$ है।

Sol.



Let the currents be as shown in the figure

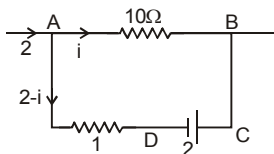
KVL along ABCDA

$$\Rightarrow -10i - 2 + (2-i)1 = 0$$

$$\therefore i = 0$$

$$\text{Potential difference across } s = (2-i)1 = 2 \times 1 = 2V.$$

हल.



(Moderate) माना धारा चित्र में प्रदर्शित है

ABCD के अनुदिश KVL लगाने पर

$$\Rightarrow -10i - 2 + (2-i)1 = 0$$

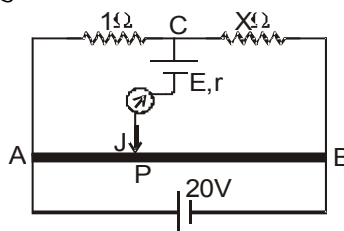
$$\therefore i = 0$$

s के सिरों पर विभवान्तर = $(2-i)1 = 2 \times 1 = 2 \text{ V}$.

COMPREHENSION

AB is a uniform wire of meter bridge, across which an ideal 20 volt cell is connected as shown. Two resistor of 1Ω and $X\Omega$ are inserted in slots of metre bridge. A cell of emf E volts and internal resistance $r\Omega$ and a galvanometer is connected to jockey J as shown.

AB मीटर सेतु का एक समान तार है जिसके सिरों पर 20 वोल्ट का आदर्श सेल चित्रानुसार जुड़ा है। 1Ω तथा $X\Omega$ के दो प्रतिरोधों को मीटर सेतु के साथ जोड़ा गया है। विद्युत वाहक बल E वोल्ट तथा आन्तरिक प्रतिरोध $r\Omega$ वाले सेल को धारामापी से होते हुये कुंजी J से चित्रानुसार जोड़ा जाता है।



6. If $E = 16 \text{ volts}$, $r = 4\Omega$ and distance of balance point P from end A is 90 cm, then:

यदि $E = 16 \text{ वोल्ट}$, $r = 4\Omega$ हो तथा सन्तुलन बिन्दु P एवं सिरे A के मध्य दूरी 90 cm हो तो:

(A*) the value of X is 9Ω

(B*) the current in X is 2A

(C) at the balanced condition the current through jockey is zero and the potential at C and P becomes equal

(D) If we short the cell of emf E by a thick wire then the current through galvanometer remains zero.

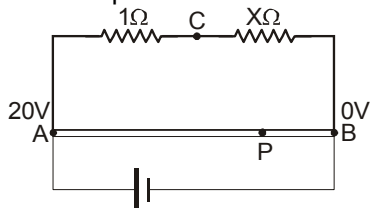
(A*) X का मान 9Ω होगा।

(B*) X में धारा 2A होगी

(C) संतुलन अवस्था में जॉकी से गुजरने वाली धारा शून्य होगी तथा बिन्दुओं C तथा P पर विभव एकसमान होगा

(D) यदि विद्युत वाहक बल E वाली बैटरी को मोटे तार से लघुपथित कर दिया जाये तो भी गैल्वेनोमीटर से धारा शून्य ही रहेगी।

Sol. (A) Let reference potential of B be zero. No current shall flow through galvanometer.



$$\text{If } V_C - V_P = 16 \text{ volts.}$$

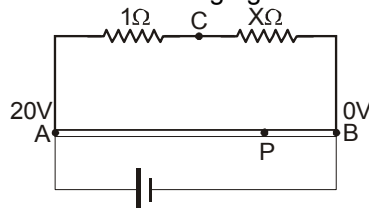
$$\text{Now } V_P = 2 \text{ volts.}$$

$$\therefore V_C \text{ should be } 18 \text{ volts.}$$

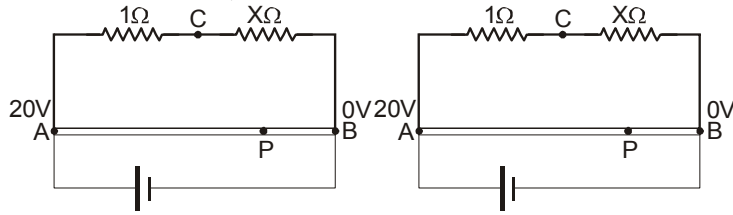
$$\text{Now } \frac{V_A - V_C}{1} = \frac{V_C - V_B}{X}$$

$$\text{Solving } X = 9\Omega.$$

$$(B) i_x = \frac{V_C - V_B}{X} = \frac{18}{9} = 2\text{A}$$



Sol. (A) माना B का निर्देश विभव शून्य है। अतः धारामापी में कोई धारा प्रवाहित नहीं होगी।



यदि $V_c - V_p = 16 \text{ volts}$.

अब $V_p = 2 \text{ volts}$.

∴ V_c , 18 वोल्ट होना चाहिए।

$$\text{अब } \frac{V_A - V_C}{1} = \frac{V_C - V_B}{X}$$

हल करने पर $X = 9\Omega$.

$$(B) i_x = \frac{V_C - V_B}{X} = \frac{18}{2} = 9A$$

7. ✎ Choose the correct option(s)

सही विकल्पों को चुनिये।

(A*) If $E = 16 \text{ volts}$, $r = 8\Omega$ and $X = 9\Omega$, then the location of balance point P will not change

(B) If $E = 12 \text{ volts}$, $r = 4\Omega$ and $X = 9\Omega$, then the location of balance point P will not change

(C*) If $E = 12 \text{ volts}$ and $X = 9\Omega$, then the distance of balance point P from end A is 70 cm

(D) If the resistance X is heated by some external source then the balance point P will shift towards end B.

(A*) यदि $E = 16 \text{ वोल्ट}$, $r = 8\Omega$ तथा $X = 9\Omega$, तो संतुलित बिन्दु P की स्थिति नहीं बदलेगी।

(B) यदि $E = 12 \text{ वोल्ट}$, $r = 4\Omega$ तथा $X = 9\Omega$, तो संतुलित बिन्दु P की स्थिति नहीं बदलेगी।

(C*) यदि $E = 12 \text{ वोल्ट}$ तथा $X = 9\Omega$, तो संतुलित बिन्दु P, सिरे A से 70 cm दूर होगा।

(D) यदि प्रतिरोध X को किसी बाह्य स्रोत से गर्म किया जाये तो संतुलित बिन्दु P, सिरे B की ओर विस्थापित होगा।

Sol. (A) Balance point is independent of r . It can be seen for balance point at P, $V_c - V_p = E$ in absence of cell, jockey and galvanometer.

(A) सन्तुलन बिन्दु r पर निर्भर नहीं करता है। बिन्दु P पर सन्तुलन बिन्दु के लिए यह देखा जा सकता है। $V_c - V_p = E$ सेल, कुंजी तथा धारामापी की अनुपस्थिति में।

(C) For balance point at P.

$$V_c - V_p = E = 12$$

∴ $V_c = 18$, V_p should be 6 volts.

Therefore

$$\frac{V_A - V_P}{\ell} = \frac{V_P - 0}{100 - \ell} \text{ or } \ell = 70 \text{ cm}$$

Sol. P पर सन्तुलन बिन्दु के लिए

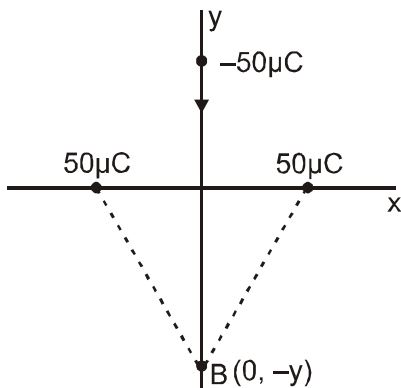
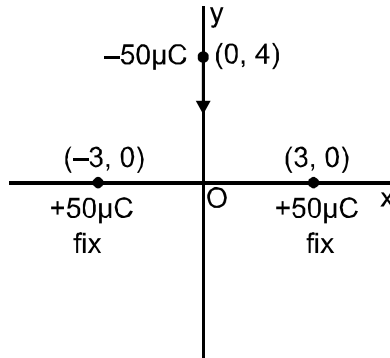
$$V_c - V_p = E = 12$$

∴ $V_c = 18$, V_p , 6 volts होना चाहिए

$$\text{अतः } \frac{V_A - V_P}{\ell} = \frac{V_P - 0}{100 - \ell} \text{ या } \ell = 70 \text{ cm.}$$

8. The figure shows two equal, positive charges, each of magnitude $50 \mu\text{C}$, fixed at points $(3\text{m}, 0)$ and $(-3\text{m}, 0)$ respectively. A charge $-50 \mu\text{C}$, moving along y-axis has a kinetic energy of 4J at the instant, it reaches point $(0, 4\text{m})$. If the distance from origin where it returns and start moving along positive y-direction is $\sqrt{2} d$, then find the value of d .

चित्रानुसार $50 \mu\text{C}$ परिमाण के दो समान धनात्मक आवेश क्रमशः बिन्दु $(3\text{m}, 0)$ तथा $(-3\text{m}, 0)$ पर स्थिर (fixed) हैं। y-अक्ष के अनुदिश गति कर रहे $-50 \mu\text{C}$ के एक आवेश की किसी क्षण पर गतिज ऊर्जा 4J है। यह बिन्दु $(0, 4\text{m})$ पर पहुँचता है। यदि मूल बिन्दु से दूरी जहाँ से यह वापस घूमता है तथा धनात्मक y-अक्ष के अनुदिश गति करना प्रारम्भ करता है, $\sqrt{2} d$ है तो d का मान लिखो।



Sol.

The charge $-50 \mu\text{C}$ will move in straight line along y-axis, as it does not experience any force in x-direction. Let B be the location where charge come to rest momentarily and then return. Total energy of system remain constant

आवेश $-50 \mu\text{C}$, y-अक्ष के अनुदिश सरल रेखा में गति करेगा क्योंकि यह x-दिशा में कोई बल अनुभव नहीं करता। माना B वह स्थिति है जहाँ ब्लॉक क्षणिक विरामावस्था में आता है तथा फिर लौटता है। निकाय की कुल ऊर्जा नियत रहेगी।

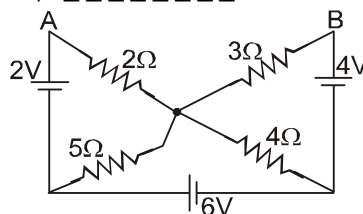
$$4 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(50 \times 10^{-6})(-50 \times 10^{-6})}{5} \times 2 = 0 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(50 \times 10^{-6})(-50 \times 10^{-6})}{\sqrt{3^2 + y^2}} \times 2$$

so for y अतः y के लिए $= 6\sqrt{2}$

so अतः $6 = \sqrt{2} d$
 $d = 6$

Ans. $d = 6$

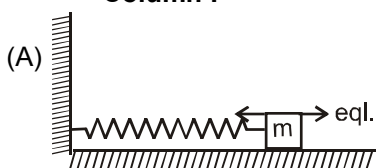
9. Potential difference between points A and B (i.e. $V_A - V_B$) is _____ . [O-potential]
बिन्दु A व B के मध्य विभवान्तर $(V_A - V_B)$ _____ है।



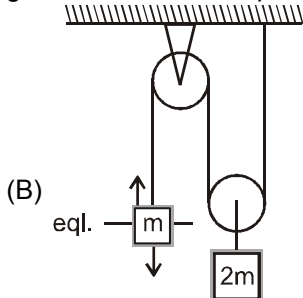
[Ans: 4V]

10. In **column-II**, some situations of particle of mass m are given. Direction in which it can be displaced is also shown in figure. In **column-I**, types of equilibria are given. Match the column according to the type of equilibrium for the given situations.

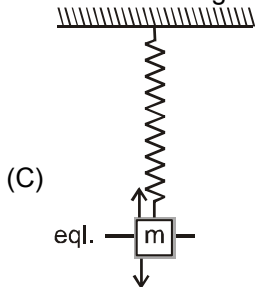
Column-I



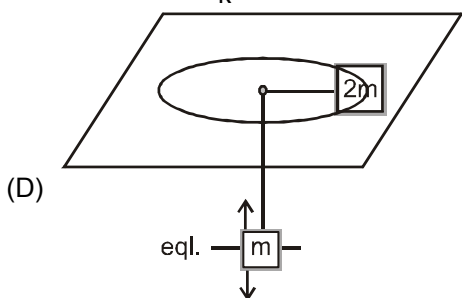
The block of mass m is at rest on a frictionless horizontal ground surface and spring is in its natural length.



Two blocks of mass m and $2m$ are connected by the strings as shown. The strings and the pulleys are smooth and light. The block of mass m is at rest.



A block of mass m is suspended from a massless spring of spring constant k . It is vibrating in the vertical plane. At some instant, the stretching in the spring is $x = \frac{mg}{k}$.



A block of mass $2m$ is rotating on a smooth table. Its speed is V and is any how maintained constant. A block of mass m is suspended with it as shown, and is in rest and equilibrium.

Column-II

(p) Stable equilibrium

(q) Unstable equilibrium

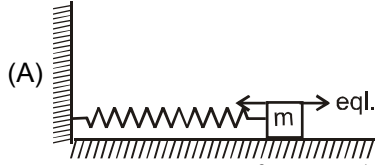
(r) Neutral equilibrium

(s) Static equilibrium

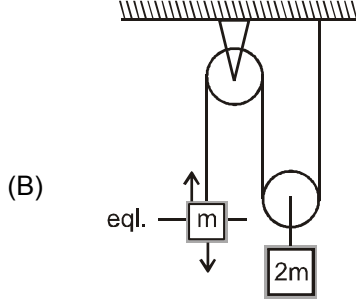
(t) Dynamic equilibrium

कॉलम-II में m द्रव्यमान के कण की कुछ स्थितियाँ दी गई हैं। इसके विस्थापन की दिशा भी चित्र में प्रदर्शित है। कॉलम-I में साम्यावस्थाओं के प्रकार दिये गये हैं। साम्यावस्थाओं के आधार पर दी गई स्थितियों के लिए कॉलमों को सुमेलित कीजिए।

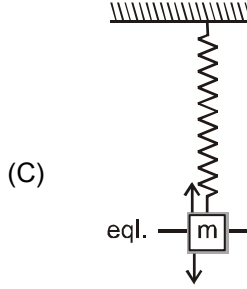
कॉलम-I



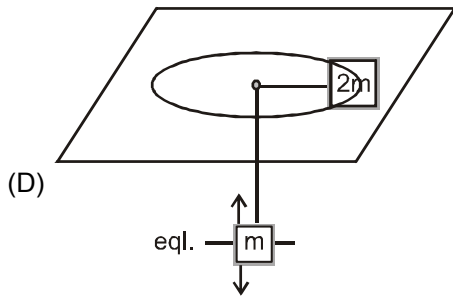
m द्रव्यमान का ब्लॉक घर्षण रहित क्षैतिज सतह पर विराम पर है तथा स्प्रिंग अपनी प्राकृतिक लम्बाई में है



m और $2m$ द्रव्यमान के दो ब्लॉक चित्रानुसार रस्सियों से जुड़े हैं। रस्सियाँ और घिरनियाँ चिकनी और भारहीन हैं। m द्रव्यमान का ब्लॉक रुका हुआ है।



m द्रव्यमान का एक ब्लॉक एक भारहीन स्प्रिंग से लटका हुआ है जिसका स्प्रिंग नियतांक k है। यह ऊर्ध्वाधर तल में दोलन कर रहा है। किसी क्षण स्प्रिंग में खिंचाव $x = \frac{mg}{k}$ है।



$2m$ द्रव्यमान का एक ब्लॉक चिकनी मेज पर घूम रहा है। इसकी चाल किसी किसी प्रकार नियत रखी जाती है। m द्रव्यमान के एक ब्लॉक को चित्रानुसार इसके साथ जोड़कर लटकाया जाता है। यह ब्लॉक साम्यावस्था में है और स्थिर है।

कॉलम-II

(p) स्थायी साम्यावस्था

(q) अस्थायी साम्यावस्था

(r) उदासीन साम्यावस्था

(s) स्थैतिक साम्यावस्था

(t) गतिक साम्यावस्था

Ans. (A) - (p, s) ; (B) - (r, s) ; (C) - (p, t) ; (D) - (p, s)

DPP No. : B25 (JEE-Main)

Total Marks : 58

Max. Time : 38 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.9

(3 marks, 2 min.) [27, 18]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.10

(4 marks 2 min.) [04, 02]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.11 to Q.19

(3 marks 2 min.) [27, 18]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B25

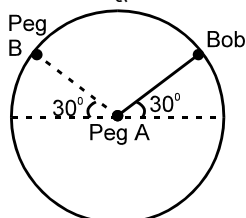
1. (B)	2. (C)	3. (C)	4. (A)	5. (B)	6. (B)	7. (C)
8. (B)	9. (C)	10. (B) (D)	11. (A)	12. (C)	13. (A)	
14. (D)	15. 6.3 %	16. (B)	17. (A)	18. 4	19. 3	

1. A particle tied with a string moves in a vertical circular path. If X_1 and X_2 are the extreme left and right positions of the particle on the path, whereas Y_1 and Y_2 the extreme upper and lower positions, then the tension(s) in the string at the position(s)
एक कण को रस्सी से बाँध कर उर्ध्वाधर वृत्तीय गति कराते हैं। यदि X_1 और X_2 कण के पथ के लिए बाँयी तथा दायी उच्चतम (extreme) स्थिति तथा Y_1 और Y_2 उच्चतम (extreme upper) तथा न्यूनतम स्थिति है तो इस स्थिति पर रस्सी में तनाव :

- (A) X_1 is greater than that at X_2 (B*) Y_2 is greater than that at Y_1
(C) Y_1 and Y_2 are the same (D) Y_1, Y_2, X_1 and X_2 are equal
(A) X_1 में X_2 की अपेक्षा अधिकतम होगा। (B*) Y_2 में Y_1 की अपेक्षा अधिकतम होगा।
(C) Y_1 तथा Y_2 में एक समान होगा। (D) Y_1, Y_2, X_1, X_2 में समान होगा।

2. A bob is attached to one end of a string other end of which is fixed at peg A. The bob is taken to a position where string makes an angle of 30° with the horizontal. On the circular path of the bob in vertical plane there is a peg 'B' at a symmetrical position with respect to the position of release as shown in the figure. If V_c and V_a be the minimum speeds in clockwise and anticlockwise directions respectively, given to the bob in order to hit the peg 'B' then ratio $V_c : V_a$ is equal to :

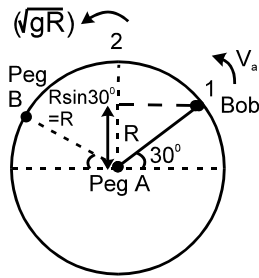
एक रस्सी के एक सिरे से गोलक जुड़ा है तथा दूसरा सिरा खूँटी A से जुड़ा है। गोलक को चित्रानुसार क्षैतिज से 30° स्थिति तक ले जाया जाता है तथा यहां से छोड़ा जाता है। ऊर्ध्वाधर तल में गोलक के वृत्ताकार पथ पर समान ऊँचाई पर एक खूँटी 'B' स्थित है। अब गोलक को यहां से प्रक्षेपित किया जाता है। दक्षिणावर्त तथा वामावर्त दिशाओं से गोलक को खूँटी B पर टकराने के लिए दिये गये न्यूनतम वेग क्रमशः V_c तथा V_a हो तो $V_c : V_a$ है :



- (A) 1 : 1 (B) $1 : \sqrt{2}$ (C*) 1 : 2 (D) 1 : 4

Sol. (C) For anti-clockwise motion, speed at the highest point should be $\sqrt{gR}$. Conserving energy at (1) & (2) :

(C) वामावर्त दिशा में गति के लिए, उच्चतम बिन्दु पर चाल $\sqrt{gR}$ होनी चाहिए। (1) तथा (2) के मध्य ऊर्जा संरक्षण से:



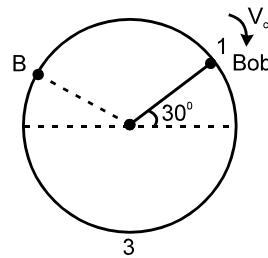
$$\frac{1}{2}mv_a^2 = mg\frac{R}{2} + \frac{1}{2}m(gR)$$

$$\Rightarrow v_a^2 = gR + gR = 2gR \Rightarrow v_a = \sqrt{2gR}$$

For clock-wise motion, the bob must have atleast that much speed initially, so that the string must not become loose any where until it reaches the peg B.

दक्षिणावर्त गति के लिए बॉब के पास प्रारम्भ में कम से कम इतना वेग होना चाहिए जिससे वो ढीला हुए बिना peg B पर पहुँच जाये।

At the initial position : प्रारम्भिक स्थिति में



$$T + mg\cos 60^\circ = \frac{mv_c^2}{R} ;$$

V_c being the initial speed in clockwise direction.

V_c की प्रारम्भिक चाल दक्षिणावर्त दिशा में है।

For $V_{C \min}$: Put $T = 0$;

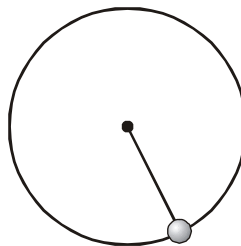
$V_{C \min}$: के लिए $T = 0$ रखी है।

$$\Rightarrow V_c = \sqrt{\frac{gR}{2}} \Rightarrow V_c/V_a = \frac{\sqrt{\frac{gR}{2}}}{\sqrt{2gR}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow V_c : V_a = 1 : 2 \quad \text{Ans.}$$

3. A particle is whirled in a vertical circle of radius 1.0 m using a string with one end fixed. If the ratio of maximum and minimum tension in the string is $\frac{5}{3}$, the minimum velocity of the particle is :

एक डोरी के एक सिरे को स्थिर रखकर एक कण को 1.0 m की त्रिज्या के ऊर्ध्वाधर वृत्त में घुमाया जाता है। यदि डोरी में अधिकतम तथा न्यूनतम तनावों का अनुपात $\frac{5}{3}$ हो, तो कण का न्यूनतम वेग है।



(A) $\sqrt{10}$ m/s

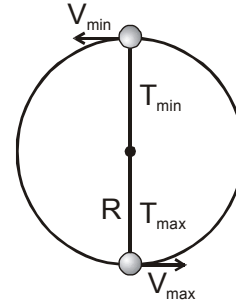
(B) $\sqrt{50}$ m/s

(C*) 10 m/s

(D) $10\sqrt{5}$ m/s

Sol. (Easy) $T_{\max} - mg = \frac{mv_{\max}^2}{R}$

$$mg + T_{\min} = \frac{mv_{\min}^2}{R}$$

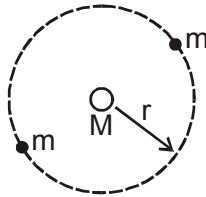


$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{\frac{v_{\max}^2}{R} + g}{\frac{v_{\min}^2}{R} - g} = \frac{\frac{v_{\min}^2 + 2 \cdot g \cdot 2R}{R} + g}{\frac{v_{\min}^2}{R} - g}$$

$$\Rightarrow v_{\min} = 10 \text{ m/s.}$$

4. ✎ An isolated triple star system consists of two identical stars, each of mass m and a fixed star of mass M . They revolve around the central star in the same circular orbit of radius r . The two orbiting stars are always at opposite ends of a diameter of the orbit. The time period of revolution of each star around the fixed star is equal to :

एक विलगित त्रितारक (triple star) निकाय दो एक समान तारे, प्रत्येक का द्रव्यमान m तथा एक स्थिर M द्रव्यमान के तारे से बनी है। ये केन्द्र पर स्थित तारे (M) के सापेक्ष r त्रिज्या के वृत्तीय कक्ष में चित्रानुसार वृत्तीय गति कर रहे हैं। दोनों कक्षीय तारे वृत्त के व्यास के अन्तिम सिरों पर हैं। स्थिर तारे के सापेक्ष प्रत्येक तारे का आवर्तकाल ज्ञात करो।



(A*) $\frac{4\pi r^{3/2}}{\sqrt{G(4M+m)}}$ (B) $\frac{2\pi r^{3/2}}{\sqrt{GM}}$ (C) $\frac{2\pi r^{3/2}}{\sqrt{G(M+m)}}$ (D) $\frac{4\pi r^{3/2}}{\sqrt{G(M+m)}}$

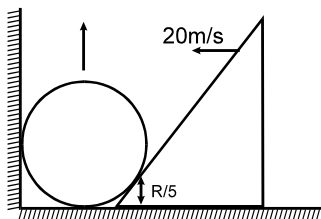
Sol. Net gravitational force on any orbiting star provides necessary centripetal force.

किसी कक्षीय तारे पर कुल गुरुत्वाकर्षण बल आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल उपलब्ध कराता है।

So अतः $\frac{GMm}{r^2} + \frac{Gm^2}{4r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{G(4M+m)}{4r}}$

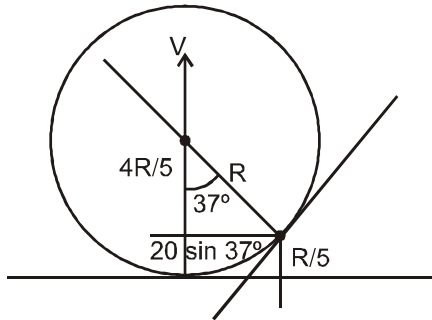
$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{4\pi r^{3/2}}{\sqrt{G(4M+m)}}$$

5. ✎ A sphere of radius R is in contact with a wedge. The point of contact is $R/5$ from the ground as shown in the figure. Wedge is moving with velocity 20 m/s , then the velocity of the sphere at this instant will be:
 R त्रिज्या का एक गोला, गुटके से सम्पर्क में है। चित्र में दिखाये अनुसार स्पर्श बिन्दु जमीन से $R/5$ दूरी पर है। यदि गुटका 20 m/s से गति करता है, तो इस समय गोले का वेग होगा।



- (A) 20 m/s (B*) 15 m/s (C) 5 m/s (D) 10 m/s

Sol.



$$20 \sin 37^\circ = V \cos 37^\circ$$

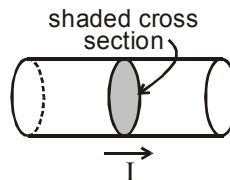
$$V = 20 \tan 37^\circ$$

$$V = 20 \times \frac{3}{4}$$

$$V = 15 \text{ m/s}$$

6. A current I flows through a cylindrical rod of uniform cross-section area A and resistivity ρ . The electric flux through the shaded cross-section of rod as shown in figure is :

धारा I एक बेलनाकार छड़ में प्रवाहित होती है जिसका एक समान अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A तथा प्रतिरोधकता ρ है। दिखाये गये चित्र में छड़ के छायांकित अनुप्रस्थ काट से प्रवाहित विद्युत फ्लक्स है—



(A) $\frac{\rho}{I}$

(B*) ρI

(C) $\frac{\rho I}{A}$

(D) $\frac{\rho A}{I}$

- Sol. The current density J , electric field E at the cross-section are related by
धारा घनत्व J , अनुप्रस्थ काट पर विद्युत क्षेत्र E में संबंध होता है

$$J = \frac{E}{\rho}$$

multiplying both side by A .

दोनों ओर A से गुणा करने पर

$$JA = \frac{EA}{\rho} \text{ or } I = \frac{\phi}{\rho} \text{ Where } \phi \text{ is electric flux.}$$

$$JA = \frac{EA}{\rho} \text{ or } I = \frac{\phi}{\rho} \text{ जहाँ } \phi \text{ विद्युत फ्लक्स है}$$

or

$$\phi = \rho I$$

7. Two wires each of radius of cross section r but of different materials are connected together end to end (i.e. in series). If the densities of charge carriers in the two wires are in the ratio 1: 4, the drift velocity of electrons in the two wires will be in the ratio:

समान अनुप्रस्थ काट त्रिज्या r किन्तु अलग-अलग पदार्थों के दो तारों को श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है। यदि दोनों तारों में आवेश वाहकों के घनत्व का अनुपात 1 : 4 है तो दोनों तारों में इलेक्ट्रॉनों के अपवहन वेगों (drift velocity) का अनुपात होगा :

(A) 1 : 2

(B) 2 : 1

(C*) 4 : 1

(D) 1 : 4

- Sol. Two wires carry same current दोनों तारों में समान धारा है

$$I = n_1 e A V_{d_1} = n_2 e A V_{d_2}$$

$$\text{so } n_1 V_{d_1} = n_2 V_{d_2}$$

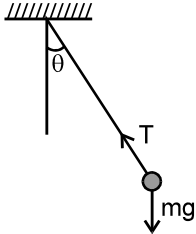
$$\frac{V_{d_1}}{V_{d_2}} = \frac{n_2}{n_1} = 4$$

$$V_{d_1} : V_{d_2} :: 4 : 1$$

8. A simple pendulum is oscillating in a vertical plane. If resultant acceleration of bob of mass m at a point A is in horizontal direction, find the tangential force at this point in terms of tension T and mg .
 एक सरल लोलक ऊर्ध्वाधर तल में दोलन कर रहा है। यदि m द्रव्यमान के गुटके का बिन्दु A पर परिणामी त्वरण क्षैतिज दिशा में है तो इस बिन्दु पर तनाव T व mg के पदों में स्पर्शरेखीय बल ज्ञात कीजिए।

(A) mg (B*) $\frac{mg}{T} \sqrt{T^2 - (mg)^2}$ (C) $\frac{mg}{T} \sqrt{(mg)^2 + T^2}$ (D) $\frac{T}{mg} \sqrt{(mg)^2 + T^2}$

Sol.

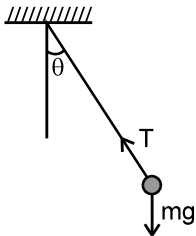


When the acceleration of bob is horizontal, net vertical force on the bob will be zero.

$$T \cos \theta - mg = 0$$

The tangential force at that instant is

$$= mg \sin \theta = mg \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \frac{mg}{T} \sqrt{T^2 - (mg)^2}$$



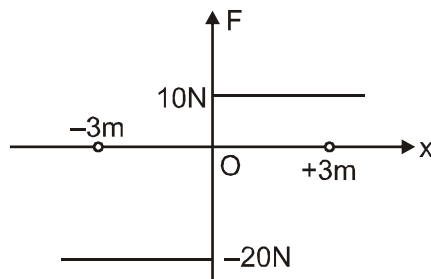
जब गुटके का त्वरण क्षैतिज है ,
 गुटके पर कुल ऊर्ध्वाधर बल शून्य होगा

$$T \cos \theta - mg = 0$$

उस क्षण पर स्पर्शरेखीय बल है

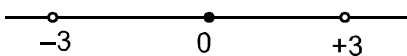
$$= mg \sin \theta = mg \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \frac{mg}{T} \sqrt{T^2 - (mg)^2}$$

9. A particle is displaced from $x = +3$ m to $x = -3$ m. Variation of force with position is given in graph. Work done by this force during this above displacement is :
 एक कण को $x = +3$ m से $x = -3$ m तक विस्थापित किया जाता है। स्थिति के साथ बल का परिवर्तन ग्राफ में दिया गया है। उपरोक्त विस्थापन के दौरान इस बल द्वारा किया गया कार्य होगा –



(A) -30 J (B) 90 J (C*) 30 J (D) -90 J

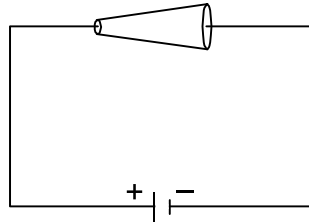
Sol.



$$W = W_1 + W_2$$

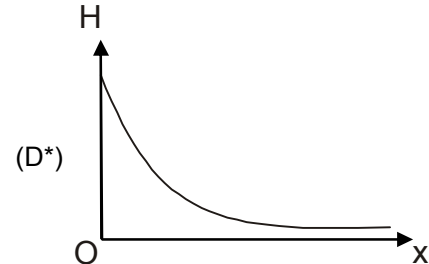
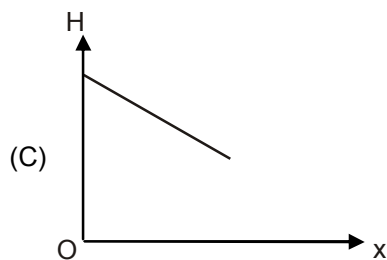
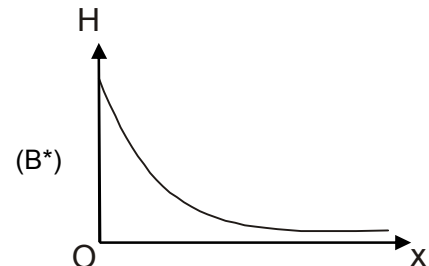
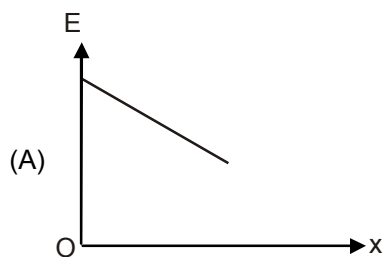
$$= 10(0 - 3) + (-20)(-3 - 0) = -30 + 60 = +30J.$$

10. A conductor is made of an isotropic material and has the shape of a truncated cone. एक चालक समदैशीक पदार्थ से बना होता है तथा शीर्ष कटे हुए शंकु के आकार का है।



A battery of constant emf is connected across it. If at a distance x from left end, electric field intensity and the rate of generation of heat per unit length are E and H respectively, which of the following graphs is/are correct?

एक नियत विद्युत वाहक बल की बैटरी इसके सिरो पर जोड़ी जाती है। यदि बाये सिरे से x दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता तथा प्रतिइकाक लम्बाई ऊष्मा के उत्पादन की दर क्रमशः E तथा H है तब निम्न में से कौनसा/ कौनसे ग्राफ सही है।



Sol. The current in the conductor is same at every point. As the area of cross-section is increasing, the resistance is decreasing.

चालक में धारा प्रत्येक बिन्दू पर समान होगी, चूँकि अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल बढ़ रहा है, अतः प्रतिरोध घटेगा।

$$H = i^2 R t$$

⇒ H decreases as $1/x^2$
 H , $1/x^2$ के अनुसार घटेगा।

$$J = i/A = E/\rho \quad (\rho \text{ is the resistivity}) \quad (\rho \text{ प्रतिरोधकता है})$$

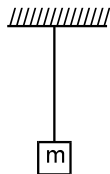
⇒ E decreases as $1/x^2$.
 E , $1/x^2$ के अनुसार घटेगा।

Comprehension

Determining Young's Modulus of a given wire by "Searle's Method" :

An elementary method :

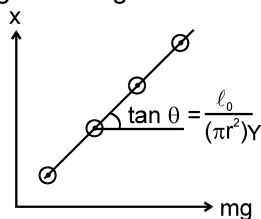
To determine Young's Modulus, we can perform an ordinary experiment. Let's hang a weight 'm' from a wire



from Hook's law: $\frac{mg}{A} = Y \left(\frac{x}{\ell_0} \right)$ $x = \left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right) mg$

If we change the weight, the elongation of wire will increase proportionally.

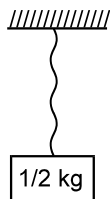
If we plot elongation v/s mg, we will get a straight line.



By measuring its slope and equating it to $\left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right)$, we can estimate Y.

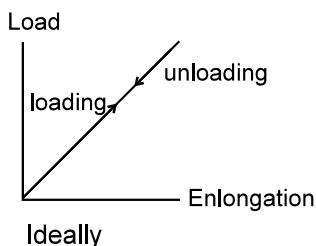
Limitations in this ordinary method

(1) For small load, there may be some bends or kinks in wire.

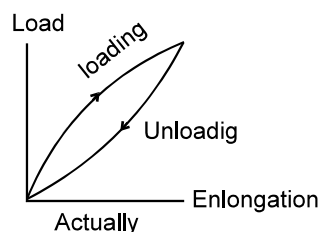


So we had better start with some initial wt (say 2 kg). So that wire become straight.

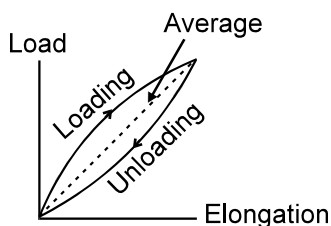
(2) There is slight difference in behavior of wire under loading and unloading



Actually

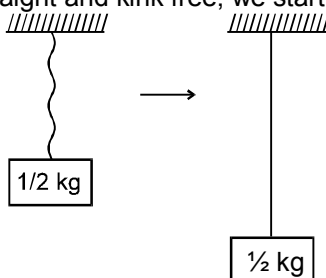


So we had better take average during loading and unloading. The average load will be more and more linear or accurate.

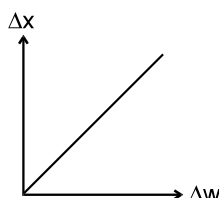


Modification done in “Searle’s Method”

To keep the experimental wire straight and kink free, we start with some dead weight (2 kg)



Now we gradually add more and more weight. The extra elongation (Δx) will be proportional to extra weight (Δw).



$$x = \frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} w \Rightarrow \Delta x = \frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} (\Delta w)$$

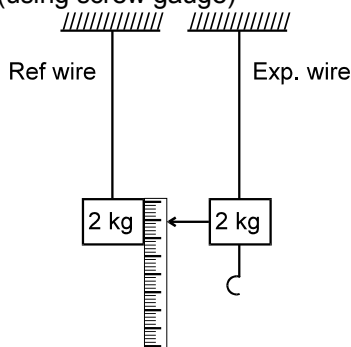
so let's plot Δx v/s Δw , the slope of which will be $= \left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right)$

Measurement of Young's modulus.

To measure extra elongation, compared to initial loaded position, we use a reference wire, also carrying 2 kg load (dead weight). This method of measuring elongation by comparison, also cancels the side effect of temp and yielding of support.

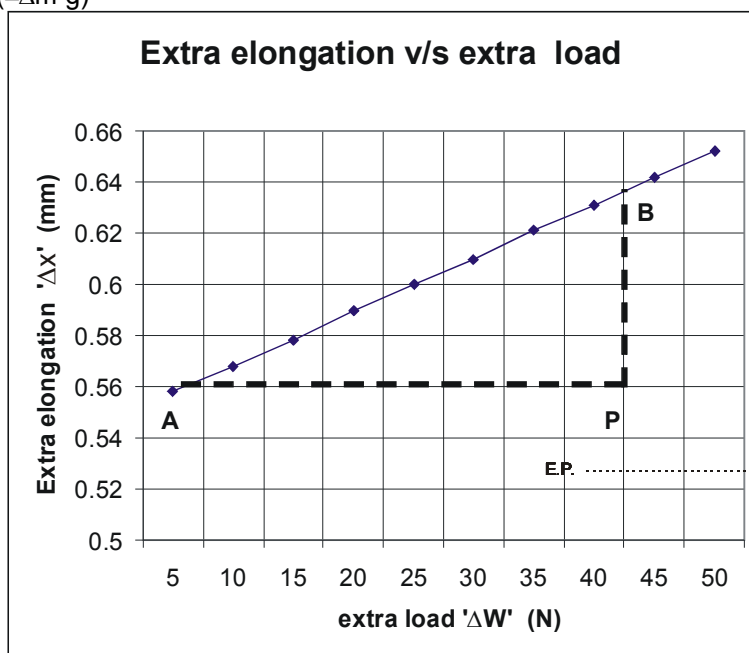
Observations:

- (i) Initial Reading = $x_0 = 0.540$ mm. (Micrometer Reading without extra load)
- (ii) Radius of wire = 0.200 mm. (using screw gauge)



Measurement of extra extension due to extra load.

S.No.	Extra load on hanger Δm (kg)	Micrometer reading		Mean reading (x) $(p + q)/2$ (mm)	Δx extra elongation $(x - x_0)$ (mm)
		Load increasing (p) (mm)	Load decreasing (q) (mm)		
1	0.5	0.555	0.561	0.558	0.018
2	1.0	0.565	0.571	0.568	0.028
3	1.5	0.576	0.580	0.578	0.038
4	2.0	0.587	0.593	0.590	0.050
5	2.5	0.597	0.603	0.600	0.060
6	3.0	0.608	0.612	0.610	0.070
7	3.5	0.620	0.622	0.621	0.081
8	4.0	0.630	0.632	0.631	0.091
9	4.5	0.641	0.643	0.642	0.102
10	5.0	0.652	0.652	0.652	0.112

Method-1Plot Δx v/s ΔW ($=\Delta m \cdot g$)

$$* \text{ slope} = \frac{BP}{AP} = \dots\dots\dots$$

$$= \frac{\ell}{Y(\pi r^2)} \Rightarrow Y = \dots\dots\dots$$

Method-2Between observation (1) $\longrightarrow$ (6)and (2) $\longrightarrow$ (7)and (3) $\longrightarrow$ (8) 2.5 kg extra weight is addedand (4) $\longrightarrow$ (9)and (5) $\longrightarrow$ (10)

So elongation from observation (1) $\longrightarrow$ (6), (2) $\longrightarrow$ (7), (3) $\longrightarrow$ (8), (4) $\longrightarrow$ (9), and (5) $\longrightarrow$ (10) will be due to extra 2.5 kg wt.

So we can find elongation due to 2.5 kg wt from $x_6 - x_1$, $x_7 - x_2$, $x_8 - x_3$, Or $x_{10} - x_5$

and hence we can find average elongation due to 2.5 kg wt.

S.No.	Extra load on hanger Δm (kg)	Micrometer reading		Mean reading (x) (p + q)/2 (mm)	Δx extra elongation due to 2.5 kg extra load (mm)
		Load increasing (p) (mm)	Load decreasing (q) (mm)		
1	0.5	0.555	0.561	0.558	0.052
2	1.0	0.565	0.571	0.568	0.053
3	1.5	0.576	0.580	0.578	0.053
4	2.0	0.587	0.593	0.590	0.052
5	2.5	0.597	0.603	0.600	0.052
6	3.0	0.608	0.612	0.610	
7	3.5	0.620	0.622	0.621	
8	4.0	0.630	0.632	0.631	
9	4.5	0.641	0.643	0.642	
10	5.0	0.652	0.652	0.652	

for $\Delta w = 2.5 \text{ g}$, average elongation = $\Delta x = 0.052 \text{ mm}$

$$\Delta x = \left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right) (\Delta w) \text{ where } \Delta w = \Delta m \cdot g = 25 \text{ N and } (\Delta x) \text{ average} = 0.5 \text{ cm}$$

Putting the values find $Y = \dots\dots\dots$

Maximum permissible error in 'Y' due to error in measuring m, ℓ_0 , r, x :

$$Y = \frac{\ell_0}{\pi r^2 x} mg$$

If there is no tolerance in mass ; max permissible error in Y is $\left(\frac{\Delta y}{Y}\right)_{\max} = \frac{\Delta \ell_0}{\ell_0} + 2 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta x}{x}$

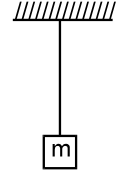
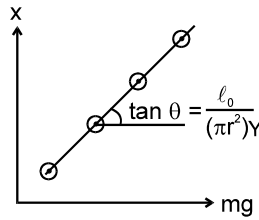
सर्ल के प्रयोग से दिये गए तार का यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करना :

एक मौलिक विधि : यंग गुणांक ज्ञात करने के लिए हम एक साधारण प्रयोग कर सकते हैं।

एक तार से 'm' द्रव्यमान लटकाते हैं। भार लटकाने से तार में खिंचाव आ जाएगा।

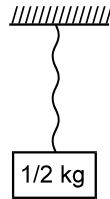
हुक के नियम के अनुसार : $\frac{mg}{A} = Y \left(\frac{x}{\ell_0} \right) \quad x = \left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right) mg$

यदि हम भार परिवर्तित करे तो तार में खिंचाव भी समानुपाती रूप से बढ़ता है। यदि हम खिंचाव (x) v/s mg, के बीच ग्राफ बनायें तो यह ग्राफ एक सरल रेखा बनेगी। इसकी प्रवणता मापकर और उसे, के बराबर करके हम Y ज्ञात कर सकते हैं।



इस साधारण विधि की कमियाँ :

- (1) यदि हम तार से कम भार लटकाएँ तो तार में मुड़ाव रह सकता है।



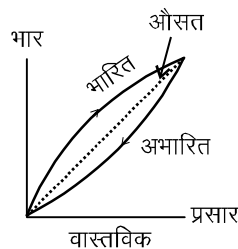
अतः प्रारम्भ से ही हमें कुछ भार (माना 2 kg) से प्रारम्भ करना चाहिये, ताकि तार हमेशा सीधा तना रहे।

- (2) जब भार लगाते हैं और जब भार घटाते हैं, दोनों प्रक्रमों में तार का व्यवहार थोड़ा सा भिन्न होता है।



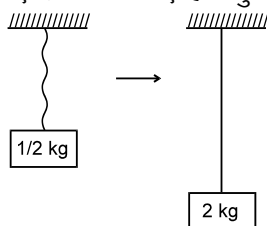
आदर्श

अतः हमें भार बढ़ाते वक्त और भार घटाते वक्त के पाठ्यांकों का औसत लेना चाहिए। औसत भार ज्यादा से ज्यादा रेखीय या यर्थात् (accurate) होगा।



सर्ल की विधि में इन कमियों का निवारण :

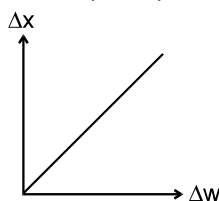
प्रयोग में लिए जाने वाले तार को सीधा बनाए रखने के लिए हम कुछ प्रारम्भिक भार से (2 kg) से प्रारम्भ करते हैं।



अब हम क्रमागत रूप से भार जोड़ते हैं। तार में उत्पन्न अतिरिक्त प्रसार (Δx), अतिरिक्त भार (Δw) के समानुपाती होगा।

$$x = \frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} w \Rightarrow \Delta x = \frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} (\Delta w)$$

अब हम Δx और Δw , के बीच ग्राफ खींचेंगे। ढाल = $\left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right)$ जोकि यंग गुणांक का मापन होगा।

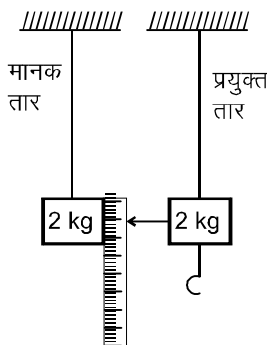


प्रारम्भिक भारित स्थिति की तुलना में अतिरिक्त खिंचाव ज्ञात करने के लिए एक मानक तार का प्रयोग करते हैं, इस पर भी 2 kg का प्रारम्भिक भार (dead weight) लटकाते हैं। तुलना करके भार ज्ञात करने से ताप और आलम्बन पराभव (yielding) जैसे अतिरिक्त प्रभाव खत्म हो जाते हैं।

प्रेक्षण : (i) प्रारम्भिक पाठ्यांक = $x_0 = 0.540$ mm.

(सूक्ष्ममापी का पाठ्यांक जब कोई अतिरिक्त भार नहीं लगाया हो)

(ii) प्रयुक्त तार की त्रिज्या = 0.200 mm.

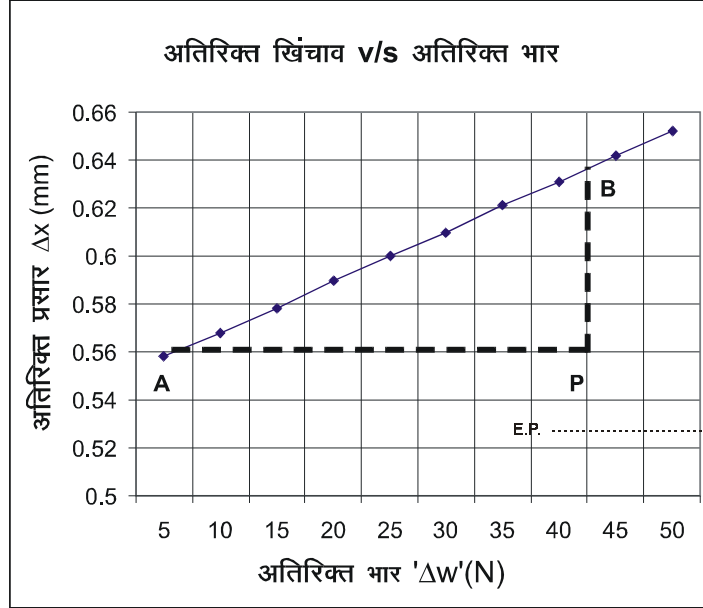


अतिरिक्त भार के कारण अतिरिक्त खिंचाव का मापन

क्रम संख्या	हुक पर अतिरिक्त भार Δm (kg)	माइक्रोमीटर पाठ्यांक		माध्य पाठ्यांक $(x) = (p + q)/2$ (mm)	Δx अतिरिक्त खिंचाव $(x - x_0)$ (mm)
		भार बढ़ाते वक्त (p) (mm)	भार घटाते वक्त (q) (mm)		
1	0.5	0.555	0.561	0.558	0.018
2	1.0	0.565	0.571	0.568	0.028
3	1.5	0.576	0.580	0.578	0.038
4	2.0	0.587	0.593	0.590	0.050
5	2.5	0.597	0.603	0.600	0.060
6	3.0	0.608	0.612	0.610	0.070
7	3.5	0.620	0.622	0.621	0.081
8	4.0	0.630	0.632	0.631	0.091
9	4.5	0.641	0.643	0.642	0.102
10	5.0	0.652	0.652	0.652	0.112

विधि-1

Δx v/s Δw ($=\Delta m$ g) आरेख बनाएँ



$$* \text{ ढाल} = \frac{BP}{AP} = \dots\dots\dots = \frac{\ell}{Y(\pi r^2)} \Rightarrow Y = \dots\dots\dots$$

विधि-2

प्रेक्षण (1) तथा प्रेक्षण (6) के बीच

प्रेक्षण (2) तथा प्रेक्षण (7) के बीच

प्रेक्षण (3) तथा प्रेक्षण (8) के बीच 2.5 kg का अतिरिक्त भार जोड़ा गया है।

प्रेक्षण (4) तथा प्रेक्षण (9) के बीच

प्रेक्षण (5) तथा प्रेक्षण (10) के बीच

अतः प्रेक्षण (1) $\longrightarrow$ (6), (2) $\longrightarrow$ (7), (3) $\longrightarrow$ (8), (4) $\longrightarrow$ (9), तथा (5) $\longrightarrow$ (10) के बीच का खींचाव 2.5 kg wt. के अतिरिक्त भार के कारण होगा।

अतः हम 2.5 kg wt भार के कारण खींचाव को $x_6 - x_1$, $x_5 - x_2$, $x_8 - x_3$, Or $x_{10} - x_5$ से माप सकते हैं।

और इससे 2.5 kg wt. भार के कारण औसत खींचाव ज्ञात कर सकते हैं।

क्रम संख्या	हुक पर अतिरिक्त भार Δm (kg)	सूक्ष्ममापी का पाठ्यांक		माध्य पाठ्यांक (x) $(p + q)/2$ (mm)	Δx 2.5 kg अतिरिक्त भार के कारण अतिरिक्त खिंचाव (mm)
		भार बढ़ाते वक्त (p) (mm)	भार घटाते वक्त (q) (mm)		
1	0.5	0.555	0.561	0.558	0.052
2	1.0	0.565	0.571	0.568	0.053
3	1.5	0.576	0.580	0.578	0.053
4	2.0	0.587	0.593	0.590	0.052
5	2.5	0.597	0.603	0.600	0.052
6	3.0	0.608	0.612	0.610	
7	3.5	0.620	0.622	0.621	
8	4.0	0.630	0.632	0.631	
9	4.5	0.641	0.643	0.642	
10	5.0	0.652	0.652	0.652	

$\Delta w = 2.5$ g, भार के लिए औसत खींचाव $= \Delta x = 0.052$ mm

$$\Delta x = \left(\frac{\ell_0}{\pi r^2 Y} \right) (\Delta w) \text{ जहाँ } \Delta w = \Delta m \text{ g} = 25 \text{ N तथा } (\Delta x) \text{ औसत} = 0.052 \text{ mm}$$

मान रखकर $Y = \dots\dots\dots$ ज्ञात करें

ℓ_0 , r , और x के मापन में त्रुटि के कारण Y के मान में अधिकतम अनुमेय त्रुटि : (यदि द्रव्यमान मापन में कोई त्रुटि (tolerance) न हो):

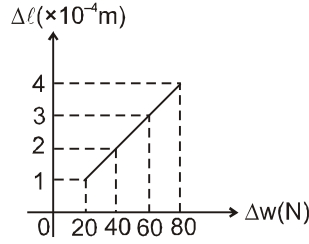
$$Y = \frac{\ell_0}{\pi r^2 x} mg$$

यदि द्रव्यमान मापन में कोई त्रुटि नहीं हो तो Y में अधिकतम अनुमेय त्रुटि है

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\max} = \frac{\Delta \ell_0}{\ell_0} + 2 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta x}{x}$$

11. The adjacent graph shows the extra extension (Δx) of a wire of length 1m suspended from the top of a roof at one end with an extra load Δw connected to the other end. If the cross sectional area of the wire is 10^{-6} m^2 , calculate the Young's modulus of the material of the wire.

चित्रानुसार छत से 1m लम्बे तार पर लगाए गए अतिरिक्त भार Δw और अतिरिक्त खींचाव (Δx) के बीच ग्राफ दिखाया गया है। यदि तार का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 10^{-6} m^2 हो तो तार का यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करो।



- (A) $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ (B) $2 \times 10^{-11} \text{ N/m}^2$ (C) $3 \times 10^{13} \text{ N/m}^3$ (D) $2 \times 10^{16} \text{ N/m}^2$

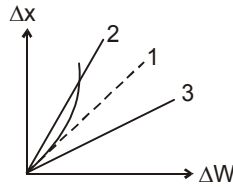
Answer : (A)

Solution : $\Delta \ell = \left(\frac{\ell_0}{AY}\right) \Delta w$, slope ढाल = $\frac{\ell_0}{AY} = \frac{1 \times 10^{-4}}{20} \Rightarrow \frac{1}{(10^{-6})Y} = \frac{1 \times 10^{-4}}{20}$

$$Y = 20 \times 10^{10} = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

12. In the experiment, the curve between Δx and Δw is shown as dotted line (1). If we use an another wire of same material, but with double length and double radius. Which of the curve is expected.

किसी प्रयोग में Δx तथा Δw का ग्राफ बिन्दुकीत रेखा (1) के जैसा आया। यदि हम उसी पदार्थ का एक दूसरा तार प्रयोग करें जिसकी त्रिज्या और लम्बाई दुगुनी हो तो उसके लिए कौनसा ग्राफ आएगा।



- (A) 1 (B) 2 (C*) 3 (D) 4

Answer : (C)

Solution : Initially slope = $\frac{\Delta x}{\Delta w} = \frac{\ell_0}{(\pi r^2)(Y)}$

in second case (slope)¹ = $\frac{(2\ell_0)}{\pi(2r)^2 Y} = \frac{1}{2} \frac{\ell_0}{(\pi r^2) Y}$

so slope will be halved, **Ans. will be (3)**

प्रारम्भ में झुकाव = $\frac{\Delta x}{\Delta w} = \frac{\ell_0}{(\pi r^2)(Y)}$

दूसरे स्थिति में (झुकाव)¹ = $\frac{(2\ell_0)}{\pi(2r)^2 Y} = \frac{1}{2} \frac{\ell_0}{(\pi r^2) Y}$

अतः झुकाव आधा हो जाएगा। अतः उत्तर (3) है।

13. **Assertion :** In Searle's experiment to find young's modulus, a reference wire is also used along with the experiment wire.
Reason : Reference wire neutralizes the effect of temperature, yielding of support and other external factors
कथन : यंग गुणांक ज्ञात करने के लिए सर्ल के प्रयोग में प्रायोगिक तार के साथ एक मानक तार भी प्रयोग करते हैं।
कारण : मानक तार, ताप के प्रभाव, आलम्बन पराभव (yielding of support) और अन्य बाह्य कारकों के प्रभाव को निरस्त करता है।
- (A) If both Assertion and Reason are true and the Reason is a correct explanation of Assertion
 (B) If both Assertion and Reason are true but Reason is not a correct explanation of Assertion.
 (C) If Assertion is true but Reason is false.
 (D) If both Assertion and Reason are false.
- (A) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है; वक्तव्य-2 वक्तव्य -1 का सही स्पष्टीकरण है।
 (B) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2 वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।
 (C) वक्तव्य -1 सत्य है, वक्तव्य-2 असत्य है।
 (D) वक्तव्य -1 असत्य है , वक्तव्य-2 सत्य है।

Answer : (A)

14. If we use very thin and long wire

- (A) Sensitivity $\left(\frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\Delta x}{\Delta w} \right)$ of experiment will increase.
 (B) Young's modulus will remain unchanged
 (C) Wire may break or yield during loading.
 (D) All of the above.

यदि हम बहुत पतला और लम्बा तार प्रयोग करें तो

- (A) प्रयोग की संवेदनाशीलता $\left(\frac{\text{निर्गत}}{\text{आगत}} = \frac{\Delta x}{\Delta w} \right)$ बढ़ जाएगी।
 (B) यंग गुणांक अपरिवर्तित होगा।
 (C) भार बढ़ाने पर तार टूट सकता या स्थायी रूप से खींच सकता है।
 (D) उपरोक्त सभी।

Answer : (D)

15. In Searle's experiment to find Young's modulus the diameter of wire is measured as $d = 0.050$ cm, length of wire is $\ell = 125$ cm and when a weight, $m = 20.0$ kg is put, extension in the length of wire was found to be 0.100 cm. Find maximum permissible error in Young's modulus (Y).

Use : $Y = \frac{mg\ell}{(\pi/4)d^2x}$. Least count for mass, length, diameter and extension measurement are

respectively 0.1 kg, 1 cm, 0.001 cm and 0.001 cm.

सर्ल के प्रयोग में यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करने के लिए तार का व्यास है $d = 0.05$ cm, लम्बाई $L = 125$ cm और जब $m = 20.0$ kg का भार लगाया गया तो तार की लम्बाई में प्रसार 1 cm पाया गया। यंग प्रत्यास्थता

गुणांक की अधिकतम संभव त्रुटि का मान निकालो $Y = \frac{mg\ell}{(\pi/4)d^2x}$ द्रव्यमान, लम्बाई, व्यास तथा विस्तार के मापन के लिए

अल्पतमांक क्रमशः 0.1 kg, 1 cm, 0.001 cm तथा 0.001 cm है।

Solution : $\frac{mg}{\pi d^2/4} = Y \left(\frac{x}{\ell} \right) \Rightarrow Y = \frac{mg\ell}{(\pi/4) d^2 x}$ (1)

$$\left(\frac{dY}{Y} \right)_{\max} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta x}{x}$$

$$\Delta m = 0.1 \text{ kg} ; \Delta \ell = 1 \text{ cm} ; \Delta d = 0.001 \text{ cm} ; \Delta x = 0.001 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{dY}{Y} \right)_{\max} = \left(\frac{0.1 \text{ kg}}{20.0 \text{ kg}} + \frac{1 \text{ cm}}{125 \text{ cm}} + \frac{2 \times 0.001 \text{ cm}}{0.05 \text{ cm}} + \frac{0.001 \text{ cm}}{0.100 \text{ cm}} \right) \times 100 \% = 6.3 \%$$

16. A student performs an experiment to determine the Young's modulus of a wire, exactly 2 m long, by Searle's method. In a particular reading, the student measures the extension in the length of the wire to be 0.80 mm with an uncertainty of ± 0.05 mm at a load of exactly 1.0 kg. The student also measures the diameter of the wire to be 0.4 mm with an uncertainty of ± 0.01 mm. Take $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ (exact). The Young's modulus obtained from the reading is

ठीक 2 म लम्बे एक तार का यंग प्रत्यास्थता गुणांक निकालने के लिये एक विद्यार्थी सर्ल की विधि का उपयोग करते हुए एक प्रयोग करता है। एक विशेष पठन लेते हुए वह $\pm 0.05 \text{ mm}$ की अनिश्चितता के साथ तार की लम्बाई में वृद्धि को 0.80 mm नापता है जबकि लटका हुआ भार ठीक 1.0 kg है। विद्यार्थी तार के व्यास को भी नापता है जो $\pm 0.01 \text{ mm}$ की अनिश्चितता के साथ 0.4 mm पाया जाता है। g का मान ठीक (exact) 9.8 m/s^2 लेते हुए, इन प्रेक्षण से प्राप्त यंग प्रत्यास्थता गुणांक है

(A) $(2.0 \pm 0.3) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

(B) $(2.0 \pm 0.2) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

(C) $(2.0 \pm 0.1) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

(D) $(2.0 \pm 0.05) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

Ans. (B)

Sol. $\frac{mg}{\pi r^2} = (Y) \frac{x}{\ell_0}$

$$Y = \frac{mg\ell_0}{\left(\pi \frac{d^2}{4}\right)x} = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\max} = 2\left(\frac{\Delta d}{d}\right) + \frac{\Delta x}{x} = 2\left(\frac{0.01}{0.4}\right) + \frac{0.05}{0.8} = \frac{9}{80}$$

$$\Delta Y = \frac{9}{80} \times 2 \times 10^{11} = 0.225 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 = 0.2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

17. In the determination of Young's modulus $\left(Y = \frac{4MLg}{\pi d^2 \ell}\right)$ by using Searle's method, a wire of length $L = 2$

m and diameter $d = 0.5 \text{ mm}$ is used. For a load $M = 2.5 \text{ kg}$, an extension $\ell = 0.25 \text{ mm}$ in the length of the wire is observed. Quantities d and ℓ are measured using a screw gauge and a micrometer, respectively. They have the same pitch of 0.5 mm . The number of divisions on their circular scale is 100. The contributions to the maximum probable error of the Y measurement

(A*) due to the errors in the measurements of d and ℓ are the same.

(B) due to the error in the measurement of d is twice that due to the error in the measurement of ℓ .

(C) due to the error in the measurement of ℓ is twice that due to the error in the measurement of d .

(D) due to the error in the measurement of d is four times that due to the error in the measurement of ℓ .

सर्ल के प्रयोग द्वारा यंग प्रत्यास्थता गुणांक, $\left(Y = \frac{4MLg}{\pi d^2 \ell}\right)$ निकालने के लिए एक $L = 2\text{m}$ लंबे व $d = 0.5\text{mm}$ व्यास के

तार का उपयोग किया गया है। भार $M = 2.5 \text{ kg}$ लगाने पर तार की लम्बाई में $\ell = 0.25\text{mm}$ की वृद्धि हुई। d और ℓ को नापने के लिए क्रमशः स्कूगेंज और माइक्रोमीटर का प्रयोग किया गया। दोनों के पिच 0.5 mm एवं दोनों के सरकुलर स्केल पर 100 निशान हैं। Y के निकाले गये मान में अधिकतम प्रसंभाव्य त्रुटि में

(A*) d और ℓ की मापों में त्रुटियों का अंशदान बराबर है।

(B) d की माप में त्रुटि का अंशदान ℓ की माप में त्रुटि के अंशदान की तुलना में दुगुना है।

(C) ℓ की माप में त्रुटि का अंशदान d की माप में त्रुटि के अंशदान की तुलना में दुगुना है।

(D) d की माप में त्रुटि का अंशदान ℓ की माप में त्रुटि के अंशदान की तुलना में चौगुना है।

Ans. (A)

Sol. $\Delta d = \Delta \ell = \frac{0.5}{100} \text{ mm}$

$$y = \frac{4MLg}{\pi \ell d^2}$$

$$\left(\frac{\Delta y}{y} \right)_{\max} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta d}{d}$$

error due to ℓ measurement $\frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{0.5/100 \text{ mm}}{0.25 \text{ mm}}$

error due to d measurement $2 \frac{\Delta d}{d} = \frac{2 \times \frac{0.5}{100}}{0.5 \text{ mm}} = \frac{0.5/100}{0.25}$

So error in y due to ℓ measurement = error in y due to d measurement

Sol. $\Delta d = \Delta \ell = \frac{0.5}{100} \text{ mm}$

$$y = \frac{4MLg}{\pi \ell d^2}$$

$$\left(\frac{\Delta y}{y} \right)_{\max} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta d}{d}$$

ℓ के मापन में त्रुटि $\frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{0.5/100 \text{ mm}}{0.25 \text{ mm}}$

d के मापन में त्रुटि $2 \frac{\Delta d}{d} = \frac{2 \times \frac{0.5}{100}}{0.5 \text{ mm}} = \frac{0.5/100}{0.25}$

ℓ के मापन के कारण y में त्रुटि = d के मापन के कारण y में त्रुटि

- 18.** During Searle's experiment, zero of the Vernier scale lies between $3.20 \times 10^{-2} \text{ m}$ and $3.25 \times 10^{-2} \text{ m}$ of the main scale. The 20th division of the Vernier scale exactly coincides with one of the main scale divisions. When an additional load of 2 kg is applied to the wire, the zero of the Vernier scale still lies between $3.20 \times 10^{-2} \text{ m}$ and $3.25 \times 10^{-2} \text{ m}$ of the main scale but now the 45th division of Vernier scale coincides with one of the main scale divisions. The length of the thin metallic wire is 2m. and its cross-sectional area is $8 \times 10^{-7} \text{ m}^2$. The least count of the Vernier scale is $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}$. The maximum percentage error in the Young's modulus of the wire is

सर्ल के प्रयोग में वर्नियर पैमाने का शून्य मुख्य पैमाने पर $3.20 \times 10^{-2} \text{ m}$ तथा $3.25 \times 10^{-2} \text{ m}$ के बीच है। वर्नियर पैमाने का बीसवाँ भाग (20th division) मुख्य पैमाने के किसी एक भाग के बिल्कुल सीध में है। तार पर 2 kg का अतिरिक्त भार लगाने पर, यह देखा गया कि वर्नियर पैमाने का शून्य अभी भी मुख्य पैमाने पर $3.20 \times 10^{-2} \text{ m}$ तथा $3.25 \times 10^{-2} \text{ m}$ के बीच है, परन्तु अब वर्नियर पैमाने का पैंतालिसवाँ भाग (45th division) मुख्य पैमाने के किसी अन्य भाग के बिल्कुल सीध में है। धातु के पतले तार की लम्बाई 2m तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $8 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ है। पैमाने का अल्पतमांक (least count) $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ है। तार के यंग प्रत्यास्थता गुणांक (Young's modulus) में अधिकतम प्रतिशत त्रुटि है।

Ans. 4

Sol. Observation प्रेक्षण – 1

Let weight used is W_1 , extension ℓ_1

माना उपयोग लिया गया भार W_1 है, प्रसार ℓ_1

$$y = \frac{W_1 / A}{\ell_1 / L} \quad W_1 = \frac{y A \ell_1}{L} \quad \ell_1 = 3.2 \times 10^{-2} + 20 \times 10^{-5}$$

Observation प्रेक्षण – 2

Let weight used is W_2 extension ℓ_2

माना उपयोग लिया गया भार W_2 है, प्रसार ℓ_2

$$y = \frac{W_2 / A}{\ell_2 / L} \Rightarrow W_2 = \frac{y A \ell_2}{L} \quad \ell_2 = 3.2 \times 10^{-2} + 45 \times 10^{-5}$$

$$W_2 - W_1 = \frac{yA}{L}(\ell_2 - \ell_1) \Rightarrow y = \frac{(W_2 - W_1)/L}{(\ell_2 - \ell_1)} \quad \ell_2 - \ell_1 = \ell$$

$$\left(\frac{\Delta y}{y}\right)_{\max} = \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{1 \times 10^{-5}}{25 \times 10^{-5}}$$

$$\left(\frac{\Delta y}{y}\right)_{\max} \times 100\% = \frac{1}{25} \times 100\% = 4\%$$

19. A steel wire of diameter 0.5 mm and Young's modulus $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ carries a load of mass M. The length of the wire with the load is 1.0 m. A vernier scale with 10 divisions is attached to the end of this wire. Next to the steel wire is a reference wire to which a main scale, of least count 1.0 mm, is attached. The 10 divisions of the vernier scale correspond to 9 divisions of the main scale. Initially, the zero of vernier scale coincides with the zero of main scale. If the load on the steel wire is increased by 1.2 kg, the vernier scale division which coincides with a main scale division is _____. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ and $\pi = 3.2$.

एक इस्पात के तार, जिसका व्यास (diameter) 0.5 mm है और यंग गुणांक (Young's modulus) $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ है, से M द्रव्यमान (mass) का एक भार लटकाया जाता है। भार लटकाने के बाद तार की लम्बाई 1.0 m है। इस तार के अंत में 10 भागों वाला एक वर्नियर पैमाना (vernier scale) लगाया जाता है। इस्पात के तार के पास एक और संदर्भ (reference) तार है जिस पर 1.0 mm अल्पतमांक (least count) वाला एक मुख्य पैमाना (main scale) लगा हुआ है। वर्नियर पैमाने के 10 भाग मुख्य पैमाने के 9 भागों के बराबर हैं। शुरुआत में, वर्नियर पैमाने का शून्य मुख्य पैमाने के शून्य से संपाती (coincident) है। यदि इस्पात के तार पर लटकाया गया भार 1.2 kg से बढ़ाया जाता है, तो मुख्य पैमाने के भाग से संमाती होने वाला वर्नियर पैमाने का भाग _____ है। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ और $\pi = 3.2$ लें।

Ans. 3

Sol.
$$\Delta \ell = \frac{F \ell}{A y} = \frac{1.2 \times 10 \times 1}{\pi \left(\frac{5 \times 10^{-4}}{2}\right)^2 \times 2 \times 10^{11}}$$

Solving this we get

हल करने पर हम प्राप्त करते हैं

$$\Delta \ell = 0.3 \text{ mm}$$

Since least count of vernier calipers is 0.1mm. So, third marking of vernier scale will coincide with main scale.

चूंकि वर्नियर कैलिपर का अल्पतमांक 0.1mm है। इसलिए वर्नियर पैमाने का तीसरा चिन्ह मुख्य पैमाने के साथ संपाती होगा।

DPP No. : B26 (JEE-Advanced)

Total Marks : 38

Max. Time : 27 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.3

(3 marks, 2 min.) [09, 06]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.4 to Q.5

(4 marks 2 min.) [08, 04]

Comprehension ('-1' negative marking) Q.6 to Q.8

(3 marks 2 min.) [09, 06]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.9

(4 marks 5 min.) [04, 05]

Match the Following (no negative marking) Q.10

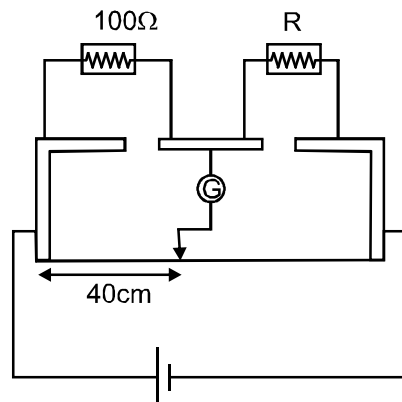
(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B26

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------------------------------------|------------|--------|
| 1. (C) | 2. (D) | 3. (A) | 4. (A) (B) (D) | 5. (A) (C) | 6. (B) |
| 7. (B) | 8. (B) | 9. 3 | 10. (A) p, s (B) q, s (C) q, s (D) s | | |

1. In a meter bridge circuit, the known resistance used in resistance box is 100Ω (without any error, and the unknown resistor is put in right arm). The null point is found to be 40 cm from left end. If mm scale is used in the meter bridge then resistance of the unknown resistor is :

मीटर सेतु परिपथ में प्रतिरोध बॉक्स में प्रयुक्त ज्ञात प्रतिरोध 100Ω है। (किसी प्रकार की त्रुटि के बिना तथा अज्ञात प्रतिरोध दायी भुजा में प्रतिस्थापित करने पर) अविक्षेप बिन्दु बाँये सिरे से 40 cm पर पाया जाता है। यदि 1 mm पैमाना मीटर सेतु में प्रयुक्त किया जाता है तब अज्ञात प्रतिरोध होगा।



- (A) $150 \Omega \pm \frac{3}{8} \Omega$ (B) $150 \Omega \pm \frac{3}{8} \Omega$ (C*) $150 \Omega \pm \frac{5}{8} \Omega$ (D) $150 \Omega \pm \frac{7}{16} \Omega$

Sol. $\frac{100}{R} = \frac{40}{60} \Rightarrow R = 150 \Omega$

For % error : प्रतिशत त्रुटि के लिए

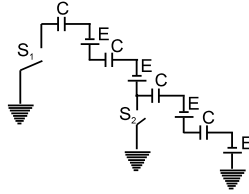
$$\frac{100}{R} = \frac{\ell}{100 - \ell} \Rightarrow R = 100 \left(\frac{100 - \ell}{\ell} \right), \text{ take log and differentiate}$$

$$\Rightarrow R = 100 \left(\frac{100 - \ell}{\ell} \right), \quad (\log \text{ लेने पर तथा अवकलन करने पर})$$

$$\frac{dR}{R} = \frac{d\ell}{100 - \ell} + \frac{d\ell}{\ell}, \quad \left(\frac{\Delta R}{R} \right)_{\max} = \frac{\Delta \ell}{100 - \ell} + \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{1 \text{ mm}}{(100 - 40)} + \frac{1 \text{ mm}}{40 \text{ cm}}$$

$$\frac{(\Delta R)_{\max}}{150} = \frac{0.1}{60} + \frac{0.1}{40} \Rightarrow (\Delta R)_{\max} = \frac{5}{8}$$

2. In the given circuit, all the capacitors are initially uncharged. After closing the switch S_1 for a long time suddenly S_2 is also closed and kept closed for a long time. Total heat produced after closing S_2 will be :
 दिये गये परिपथ में प्रारम्भ में सभी संधारित्र अनावेशित हैं। कुंजी S_1 को बहुत देर तक बंद रखने के पश्चात कुंजी S_2 को भी अचानक बंद कर दिया जाता है तथा बहुत समय तक बंद रखा जाता है। S_2 को बंद करने के बाद कुल उत्पन्न ऊष्मा होगी –



- (A) $4 C\epsilon^2$ (B) $\frac{1}{2} C\epsilon^2$ (C) $2 C\epsilon^2$ (D*) 0

Sol. When switch S_2 is closed, due to symmetry no charge will flow through S_2 .
 जब स्विच S_2 बंद है तो समिती के कारण S_2 से कोई भी आवेश प्रवाहित नहीं होता है।

Alternate solution : अन्य विधि

Current through S_2 will be zero. $\therefore$ top point of S_2 is also connected to zero potential.

S_2 से प्रवाहित धारा शून्य होगी $\therefore S_2$ का शीर्ष बिन्दु भी शून्य विभव से जुड़ा है।

Alternate solution : अन्य विधि

After closing and before closing the switch there is no change in potential of any point.

स्विच को बंद करने के पश्चात् तथा बन्द करने के पहले यहाँ पर किसी भी बिन्दु पर विभव में परिवर्तन नहीं है।

3. In a metre bridge experiment null point is obtained at 20 cm from one end of the wire when resistance X is balanced against another resistance Y . If $X < Y$, then where will be the new position of the null point from the same end, if one decides to balance a resistance of $4X$ against Y ?

मीटर सेतु की प्रयोगिक व्यवस्था में संतुलन बिन्दु एक सिरे से 20 cm की दूरी पर प्राप्त होता है (जब प्रतिरोध X , अन्य प्रतिरोध Y के विरुद्ध संतुलित अवस्था में है।) तथा $X < Y$ तो सन्तुलन बिन्दु की नई स्थिति क्या होगी, यदि प्रतिरोध $4X$ को Y के विरुद्ध संतुलित किया जाये।

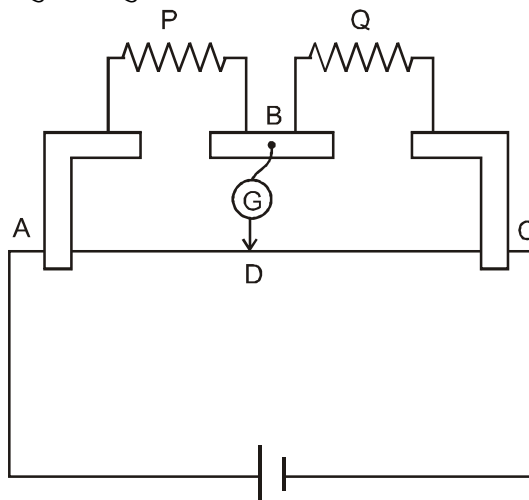
- (A*) 50 cm (B) 80 cm (C) 40 cm (D) 70 cm

Sol. $\frac{x}{20} = \frac{y}{80} \Rightarrow y = 4x$

$$\frac{4x}{\ell} = \frac{y}{(100 - \ell)}$$

$\ell = 50$ **Ans.**

4. In the meter bridge circuit, the point D is the balance point.
 मीटर सेतु परिपथ में बिन्दु D संतुलन बिन्दु है।



(A*) If the jockey is shifted to the left of D, current will flow from the meter bridge wire to the point B.

(B*) If jockey is shifted to the right of D, current will flow from point B to the meter bridge wire.

(C) If the jockey is at point D, but now the resistance P is heated, then the current will flow from point B to the meter bridge wire.

(D*) If the jockey is at point D, but now the resistance P is heated, then the current will flow from the meter bridge wire to the point B.

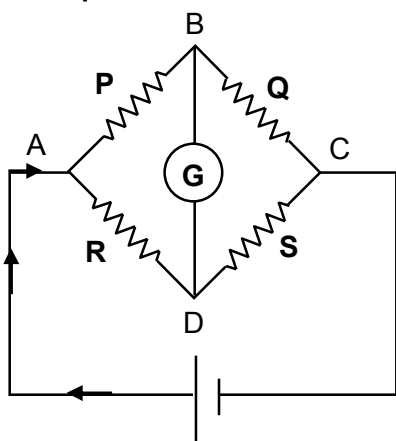
(A*) यदि जोकि को बिन्दु D के बांयी ओर विस्थापित किया जाये तब धारा मीटर सेतु तार से बिन्दु B की ओर प्रवाहित होगी।

(B*) यदि जोकि को बिन्दु D के दांयी ओर विस्थापित किया जाये तब धारा बिन्दु B से मीटर सेतु तार की ओर प्रवाहित होगी।

(C) यदि जोकि बिन्दु D पर है, किन्तु अब प्रतिरोध P को ऊष्मा प्रदान की जाती है तब धारा बिन्दु B से मीटर सेतु तार की ओर प्रवाहित होगी।

(D*) यदि जोकि बिन्दु D पर है, किन्तु अब प्रतिरोध P को ऊष्मा प्रदान की जाती है तब धारा मीटर सेतु तार से बिन्दु B की ओर प्रवाहित होगी।

Sol. Concept : सैदान्तिक



In the wheat stone bridge व्हीट स्टोन सेतु में :

If यदि $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ then तब $V_B = V_D$

But if किन्तु यदि $\frac{P}{Q} > \frac{R}{S}$

then potential drop across P will be more than that across R. So potential at B will be less than that at D. So current in the Galvanometer will flow from B to D. We can remember it like this :

तब P के सिरों पर विभव पतन R के सिरों पर विभव पतन से ज्यादा होगा। अतः बिन्दु B का विभव D से कम होगा। अतः धारा मापी में धारा B से D की ओर प्रवाहित होगी। हम इसे निम्न प्रकार ध्यान में रख सकते हैं।

If $\frac{P}{Q} \uparrow$ then potential at the point B between them will be less

यदि $\frac{P}{Q} \uparrow$ तब बिन्दु B पर विभव कम होगा।

If $\frac{R}{S} \uparrow$ then potential at the point D between them will be less.

यदि $\frac{R}{S} \uparrow$ तब बिन्दु D पर विभव कम होगा।

(A) If jockey is shifted to the left of D,

यदि जोकि को बिन्दु D के बांयी ओर विस्थापित किया जाये,

$\frac{R}{S} \downarrow$ So $V_D \uparrow \Rightarrow$ current in galvanometer will flow from meter bridge wire to B.

$\frac{R}{S} \downarrow$ अतः $V_D \uparrow \Rightarrow$ धारामापी में धारा मीटर सेतु तार से बिन्दु B की ओर प्रवाहित होगी।

(B) If the jockey is shifted to right of D,

यदि जोकि को बिन्दु D के दांयी ओर विस्थापित किया जाता है,

$\frac{R}{S} \uparrow \Rightarrow V_D \downarrow \Rightarrow$ Current in the galvanometer will flow from B to the meter bridge wire.

$\frac{R}{S} \uparrow \Rightarrow V_D \downarrow \Rightarrow$ धारामापी में धारा बिन्दु B से मीटर सेतु तार की ओर प्रवाहित होगी।

(D) If resistor P is heated, then its resistance will increase $\frac{P}{Q} \uparrow \Rightarrow V_B \downarrow \Rightarrow$ Current in galvanometer will flow from the meter bridge wire to B.

यदि प्रतिरोध P को ऊष्मा प्रदान की जाती है। तब इसका प्रतिरोध बढ़ेगा $\frac{P}{Q} \uparrow \Rightarrow V_B \downarrow \Rightarrow$ धारामापी में धारा मीटर सेतु तार से बिन्दु B की ओर प्रवाहित होगी।

5. The potential energy of a particle of mass 1 kg in a conservative field is given as $U = (3x^2y^2 + 6x)$ J, where x and y are measured in meter. Initially particle is at (1,1) & at rest then :

1 kg द्रव्यमान के कण की स्थितिज ऊर्जा, एक संरक्षी क्षेत्र में $U = (3x^2y^2 + 6x)$ J, द्वारा दी जाती है, जहा x तथा y मीटर में है। यदि कण प्रारम्भ में (1,1) पर विराम में है तो

(A*) Initial acceleration of particle is $6\sqrt{5} \text{ ms}^{-2}$

कण का प्रारम्भिक त्वरण $6\sqrt{5} \text{ ms}^{-2}$ होगा

(B) Work done to slowly bring the particle to origin is 9 J

कण को धीरे-धीरे मूल बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य 9 J होगा

(C*) Work done to slowly bring the particle to origin is - 9 J

कण को धीरे-धीरे मूल बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य - 9 J होगा

(D) If particle is left free it moves in straight line

यदि कण को मुक्त कर देवे तो, यह सरल रेखा पर गतिमान होगा

Sol. $\vec{F} = -\frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} - \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j}$

$$\vec{F} = -(6xy^2 + 6) \hat{i} - (6x^2y) \hat{j}$$

At (1,1)

$$\vec{F} = -12\hat{i} - 6\hat{j}$$

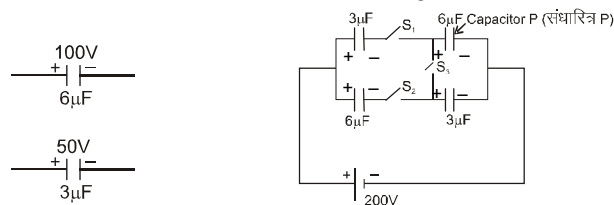
$$|\vec{a}| = \frac{|\vec{F}|}{m}$$

Also, $W_{\text{ext}} = \Delta U$.

COMPREHENSION

A capacitor circuit consists of two $6 \mu\text{F}$ and two $3 \mu\text{F}$ capacitors which are initially charged to 100 V and 50 V respectively. They are connected to a source of emf 200 V through the switches S_1, S_2 & S_3 as shown in figure below :

एक संधारित्र परिपथ में दो $6 \mu\text{F}$ व दो $3 \mu\text{F}$ धारिता के संधारित्र प्रारम्भ में क्रमशः 100 V व 50 V से आवेशित हैं। अब इन्हें 200 V वि.वा.बल के स्रोत से कुन्जी S_1, S_2, S_3 से नीचे चित्र में दर्शाये अनुसार जोड़ देते हैं।



6. Charge on capacitor 'P' in steady state when S_1 is closed :

जब S_1 बन्द है तो संधारित्र 'P' पर अन्तिम अवस्था में आवेश है :

(A) $300 \mu\text{C}$

(B*) $700 \mu\text{C}$

(C) $600 \mu\text{C}$

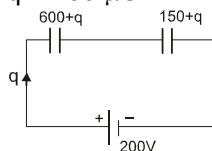
(D) $100 \mu\text{C}$

Sol. $200 - \left(\frac{600 + q}{6} \right) - \left(\frac{150 + q}{3} \right) = 0$

$$1200 - 600 - q - 300 - 2q = 0$$

$$300 = 3q$$

$$q = 100 \mu\text{C}$$



Charge on capacitor P = $600 + 100 = 700 \mu\text{C}$

Charge on $3 \mu\text{F}$ capacitor = $250 \mu\text{C}$

P संधारित्र पर आवेश = $600 + 100 = 700 \mu\text{C}$

$3 \mu\text{F}$ संधारित्र पर आवेश = $250 \mu\text{C}$

7. Now, switch S_2 is also connected, then charge on capacitor 'P' is :

अब कुन्जी S_2 को भी बन्द कर देते हैं तब संधारित्र 'P' पर आवेश है :

(A) $300 \mu\text{C}$ (B*) $700 \mu\text{C}$ (C) $600 \mu\text{C}$ (D) $100 \mu\text{C}$

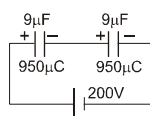
Sol. Charge on capacitor P remains same. संधारित्र P पर आवेश समान रहता है।

8. Now, switch S_3 is also connected, charge on capacitor 'P' is equal to :

अब कुन्जी S_3 को भी बन्द कर देते हैं तब संधारित्र 'P' पर आवेश है :

(A) $300 \mu\text{C}$ (B*) $600 \mu\text{C}$ (C) $700 \mu\text{C}$ (D) $100 \mu\text{C}$

Sol. $200 - \left(\frac{950 + q}{9} \right) \times 2 = 0$



$$900 - 950 - q = 0$$

$$q = -50 \mu\text{C}$$

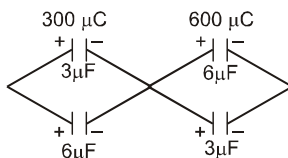
Charge on equivalent $9 \mu\text{F}$

तुल्य $9 \mu\text{F}$ संधारित्र पर आवेश

Capacitor संधारित्र = $900 \mu\text{C}$

then charge on $6 \mu\text{C} = 600 \mu\text{C}$.

तब $6 \mu\text{C}$ पर आवेश है = $600 \mu\text{C}$

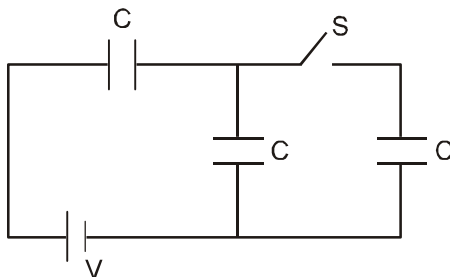


9. Given circuit is in steady state. Potential energy stored in the capacitors is U . Now switch S is closed.

Heat produced after closing the switch S is H . Find $\frac{U}{H}$.

दिया गया परिपथ स्थाई अवस्था में है। संधारित्रों में संग्रहित स्थितिज ऊर्जा U है। अब स्विच S को बन्द किया जाता है।

स्विच S को बन्द करने के पश्चात् उत्पन्न ऊष्मा H है। $\frac{U}{H}$ का मान ज्ञात करें।



Ans. 3

Sol. $U_i = \frac{1}{2} \left(\frac{C}{2} \right) V^2 = \frac{CV^2}{4}$

$$Q_i = \frac{CV}{2}$$

$$Q_f = \frac{2CV}{3}$$

$$W_B = V(Q_f - Q_i) = \frac{CV^2}{6}$$

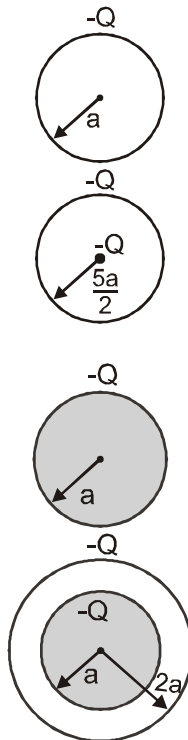
$$U_f = \frac{1}{2} \left(\frac{2C}{3} \right) V^2 = \frac{CV^2}{3}$$

$$U_i + W_B = U_f + H \Rightarrow \frac{CV^2}{4} + \frac{CV^2}{6} - \frac{CV^2}{3} = \frac{CV^2}{12}$$

10. In each situation of column-I, some charge distributions are given with all details explained. In column - II The electrostatic potential energy and its nature is given situation in column -II. Then match situation in column-I with the corresponding results in column-II
- स्तम्भ I में प्रत्येक स्थिति में कुछ आवेश वितरण वर्णित कर दिया गया है। स्तम्भ-II में स्थिरवैद्युत स्थितिज ऊर्जा व इसकी प्रकृति दी गई है। स्तम्भ -I में दी गई स्थितियों को उनके संगत परिणामों को स्तम्भ-II में सुमेलित करिए

Column-I

- (A) A thin shell of radius a and having a charge $-Q$ uniformly distributed over its surface as shown
- (B) A thin shell of radius $\frac{5a}{2}$ and having a charge $-Q$ uniformly distributed over its surface and a point charge $-Q$ placed at its centre as shown.
- (C) A solid sphere of radius a and having a charge $-Q$ uniformly distributed throughout its volume as shown.
- (D) A solid sphere of radius a and having a charge $-Q$ uniformly distributed throughout its volume. The solid sphere is surrounded by a concentric thin uniformly charged spherical shell of radius $2a$ and carrying charge $-Q$ as shown

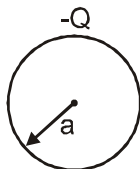


Column-II

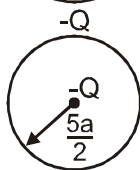
- (p) $\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$ in magnitude
- (q) $\frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$ in magnitude
- (r) $\frac{2}{5\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$ in magnitude
- (s) Positive in sign

स्तम्भ I

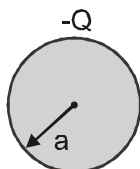
- (A) एक पतला कोश जिसकी त्रिज्या a तथा $-Q$ आवेश है, इसकी सतह पर एक समान रूप से चित्रानुसार वितरित है



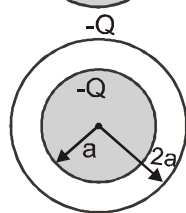
- (B) एक पतला कोश जिसकी त्रिज्या $\frac{5a}{2}$ व आवेश $-Q$ है, एक समान रूप से इसकी सतह पर वितरित है तथा एक अन्य बिन्दु आवेश $-Q$ इसके केन्द्र पर चित्रानुसार स्थित है।



- (C) एक ठोस गोला जिसकी त्रिज्या a तथा आवेश $-Q$ है तथा यह एक समान रूप से इसके आयतन में पूरी तरह चित्रानुसार वितरित है।



- (D) एक ठोस गोला जिसकी त्रिज्या a है तथा $-Q$ आवेश इसके आयतन में पूरी तरह एकसमान रूप से वितरित है। यह ठोस गोला चारों ओर से सकेन्द्रीय कोश जिसकी त्रिज्या $2a$ है, से घिरा हुआ है तथा इस पर एकसमान रूप से $-Q$ आवेश चित्रानुसार वितरित है।



स्तम्भ II

- (p) परिमाण में $\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$

- (q) $\frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$ परिमाण में

- (r) $\frac{2}{5\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$ परिमाण में

- (s) चिन्ह में धनात्मक

Ans. (A) p, s (B) q, s (C) q, s (D) s

Sol. (Easy) (A) Electrostatic potential energy = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(-Q)^2}{2a} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$

(B) Electrostatic potential energy = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{(-Q) \times (-Q)}{5a/2} + \frac{(-Q)^2}{2(5a/2)} \right] = \frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$

(C) Electrostatic potential energy = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q^2}{5a} = \frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$

(D) Electrostatic potential energy = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{3Q^2}{5a} + \frac{(-Q)^2}{2(2a)} + \frac{(-Q) \times (-Q)}{2a} \right] = \frac{27Q^2}{80\pi\epsilon_0 a}$

(Easy) (A) स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(-Q)^2}{2a} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$

(B) स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{(-Q) \times (-Q)}{5a/2} + \frac{(-Q)^2}{2(5a/2)} \right] = \frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$

(C) स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q^2}{5a} = \frac{3}{20\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{a}$

(D) स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{3Q^2}{5a} + \frac{(-Q)^2}{2(2a)} + \frac{(-Q) \times (-Q)}{2a} \right] = \frac{27Q^2}{80\pi\epsilon_0 a}$

DPP No. : B27 (JEE-Advanced)

Total Marks : 41

Max. Time : 36 min.

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.3

(3 marks, 2 min.) [09, 06]

One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.4 to Q.5

(4 marks 2 min.) [08, 04]

Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.6 to Q.9

(4 marks 5 min.) [16, 20]

Match the Following (no negative marking) Q.10

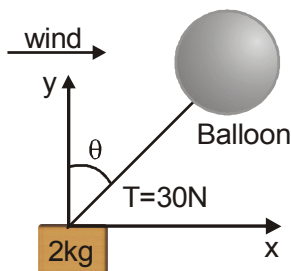
(8 marks, 6 min.) [08, 06]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B27

1. (A) 2. (D) 3. (C) 4. (A) (D) 5. (B) (C) (D) 6. 50
7. 2 8. The area is 2.6 cm^2 . क्षेत्रफल 2.6 cm^2 है। 9. $\ell = 50 \text{ cm}$.
10. (A) p (B) q (C) p, q (D) s

1. A balloon is tied to a block. The mass of the block is 2kg. The tension of the string between the balloon and the block is 30N. Due to the wind, the string has an angle θ relative to the vertical direction. $\cos\theta = 4/5$ and $\sin\theta = 3/5$. Assume the acceleration of gravity is $g = 10 \text{ m/s}^2$. Also assume the block is small so the force on the block from the wind can be ignored. Then the x-component and the y-component of the acceleration a of the block.

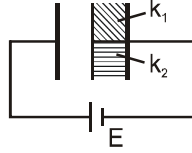
एक गुब्बारा (balloon) एक ब्लॉक से बंधा है। ब्लॉक का द्रव्यमान 2kg है। गुब्बारे तथा ब्लॉक के बीच डोरी में तनाव 30N है। हवा (wind) के कारण, डोरी का ऊर्ध्वाधर दिशा के सापेक्ष कोण θ है। $\cos\theta = 4/5$ तथा $\sin\theta = 3/5$ गुरुत्वीय त्वरण $g = 10 \text{ m/s}^2$ मानिये। ब्लॉक को छोटा मानिये ताकि ब्लॉक पर हवा के कारण बल को नगण्य माना जा सके तो ब्लॉक के त्वरण a के x-घटक तथा y-घटक हैं –



- Sol.** (A*) 9 m/s^2 , 2 m/s^2 (B) 9 m/s^2 , 12 m/s^2 (C) 18 m/s^2 , 2 m/s^2 (D) 18 m/s^2 , 12 m/s^2
The magnitude of the force (from the string) is $T = 30\text{N}$.
The x-component = $T \sin\theta = 30 \times 3/5 = 18\text{N}$.
The y-component = $T \cos\theta = 30 \times 4/5 = 24\text{N}$.
The total force on the block is:
the x-component = 18N .
the y-component = $24 - mg = 24 - 20 = 4\text{N}$.
The x-component of the acceleration = $18\text{N}/2\text{kg} = 9\text{m/s}^2$.
The y-component of the acceleration = $4\text{N}/2\text{kg} = 2\text{m/s}^2$.

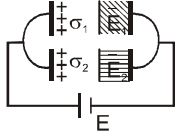
हल: बल (डोरी से) का परिमाण $T = 30\text{N}$.
 x -घटक $= T \sin\theta = 30 \times 3/5 = 18\text{N}$.
 y -घटक $= T \cos\theta = 30 \times 4/5 = 24\text{N}$.
 ब्लॉक पर कुल बल है :
 x -घटक $= 18\text{N}$.
 y -घटक $= 24 - mg = 24 - 20 = 4\text{N}$.
 त्वरण का x -घटक $= 18\text{N}/2\text{kg} = 9\text{m/s}^2$.
 त्वरण का y -घटक $= 4\text{N}/2\text{kg} = 2\text{m/s}^2$.

2. A capacitor is filled with dielectrics as shown in the diagram. Which of the options is correct.
 एक संधारित्र में चित्रानुसार परावैद्युत भरा है। कौन से विकल्प सही होंगे –



- (A) electric field inside dielectric k_1 is equal to that of k_2 .
 (B) Surface charge density on the plates is uniform.
 (C) Potential difference across k_1 is equal to the potential difference across k_2 .
 (D*) electric field inside the free space is nonuniform.
 (A) k_1 परावैद्युत में विद्युत क्षेत्र तीव्रता k_2 में क्षेत्र तीव्रता के तुल्य होगी.
 (B) प्लेटों पर पृष्ठीय आवेश घनत्व समरूप होगा
 (C) k_1 पर विभवान्तर, k_2 पर विभवान्तर के तुल्य होगा.
 (D*) मुक्त आकाश में विद्युत क्षेत्र असमान होगा

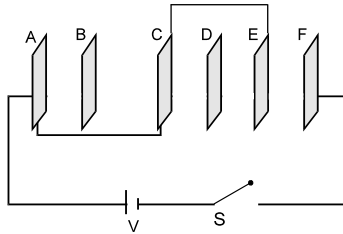
Sol.



$$\sigma_1 \neq \sigma_2$$

$$E_1 \neq E_2$$

3. A, B, C, D, E, F are conducting plates each of area A and any two consecutive plates separated by a distance d. The net energy stored in the system after the switch S is closed is:
 A, B, C, D, E, F प्रत्येक क्षेत्रफल A की सुचालक प्लेटें हैं तथा दो क्रमागत प्लेटों के बीच की दूरी d है। कुंजी S को बन्द करने के पश्चात् निकाय में संग्रहित परिणामी ऊर्जा है :



- (A) $\frac{3\epsilon_0 A}{2d} V^2$ (B) $\frac{5\epsilon_0 A}{12d} V^2$ (C*) $\frac{\epsilon_0 A}{2d} V^2$ (D) $\frac{\epsilon_0 A}{d} V^2$

Sol. $C_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ since effective capacitance between plates A and E is zero.

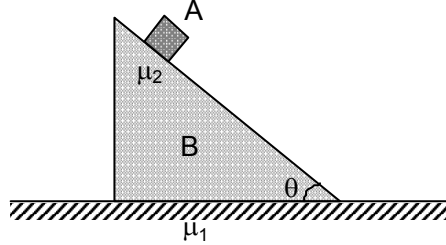
$C_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ अतः प्लेट A व E के मध्य प्रभावी धारिता शून्य है।

$$\therefore U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{\epsilon_0 A}{2d} V^2$$

Comprehension

अनुच्छेद

A wedge 'B' of mass $2m$ is placed on a rough horizontal surface. The coefficient of friction between wedge and the horizontal surface is μ_1 . A block of mass m is placed on wedge as shown in the figure. The coefficient of friction between block and wedge is μ_2 . The block and wedge are released from rest. $2m$ द्रव्यमान का एक वेज 'B' एक खुरदरे क्षैतिज तल पर स्थित है। वेज तथा क्षैतिज तल के बीच का घर्षण गुणांक μ_1 है। एक m द्रव्यमान का ब्लॉक वेज पर चित्रानुसार रखा है। ब्लॉक और वेज के बीच घर्षण गुणांक μ_2 है। ब्लॉक और वेज विरामावस्था से छोड़े जाते हैं,



4. Suppose the inclined surface of the wedge is at $\theta = 37^\circ$ angle from horizontal and $\mu_2 = 0.9$ then the wedge :

(A*) will remain in equilibrium if $\mu_1 = 0.5$
 (B) will accelerate towards left if $\mu_1 = 0$
 (C) will acceleration toward left if $\mu_1 = 0.25$
 (D*) will remain in equilibrium if $\mu_1 = 0.3$

माना कि वेज का नततल क्षैतिज से $\theta = 37^\circ$ कोण पर है और $\mu_2 = 0.9$ है, तब वेज :

(A*) साम्यावस्था में रहेगा, यदि $\mu_1 = 0.5$ है।
 (B) बायीं तरफ त्वरित होगा, यदि $\mu_1 = 0$ है।
 (C) बायीं तरफ त्वरित होगा, यदि $\mu_1 = 0.25$ है।
 (D*) साम्यावस्था में रहेगा, यदि $\mu_1 = 0.3$ है।

Sol. Since $\mu_2 > \tan \theta$ so block will remain at rest, so net contact force on block will be vertically upward. Net contact force on wedge due to block will be vertically downward. There is no tendency of sliding of wedge so wedge will remain in equilibrium for any value of μ_1 .

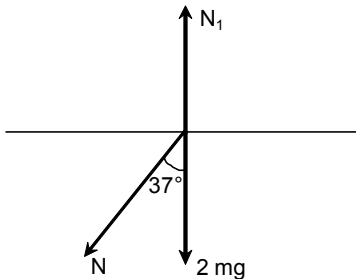
चूंकि $\mu_2 > \tan \theta$ इसलिए ब्लॉक विराम पर रहेगा, इसलिए ब्लॉक पर निहित कुल बल ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर रहेगा। वेज पर ब्लॉक के कारण कुल बल ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर रहेगा। वहाँ वेज के फिसलने की प्रवृत्ति नहीं है इसलिए μ_1 के किसी भी मान के लिए वेज साम्यावस्था में रहेगा।

5. Suppose the inclined surface of the wedge is at $\theta = 37^\circ$ from angle from horizontal and $\mu_2 = 0$ the wedge will remain in equilibrium if :

माना कि वेज का नततल क्षैतिज से $\theta = 37^\circ$ कोण पर है। और $\mu_2 = 0$ है तो वेज साम्यावस्था में रहेगा यदि

(A) $\mu_1 = 0.1$ (B*) $\mu_1 = 0.2$ (C*) $\mu_1 = 0.3$ (D*) $\mu_1 = 0.4$

Sol. FBD of wedge वेज का मुक्त वस्तु चित्र



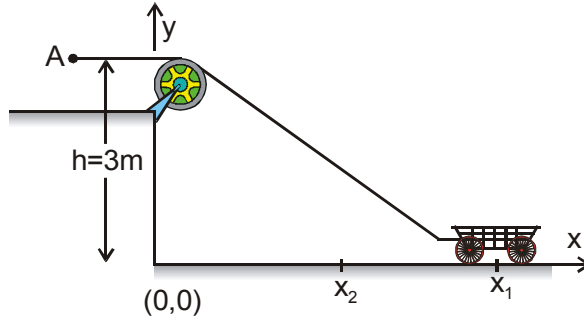
$$N \sin 37^\circ = \mu_1 (2mg + N \cos 37^\circ)$$

$$mg \cos 37^\circ \sin 37^\circ = \mu_1 (2mg + mg \cos^2 37^\circ)$$

$$\frac{12}{25} = \mu_1 \left(2 + \frac{16}{25} \right), \mu_1 = \frac{12}{66} = \frac{2}{11}$$

6. Figure shows a light, inextensible string attached to a cart that can slide along a frictionless horizontal rail aligned along an x axis. The left end of the string is pulled over a small pulley, of negligible mass and friction and fixed at height $h = 3\text{ m}$ from the ground level. The cart slides from $x_1 = 3\sqrt{3}\text{ m}$ to $x_2 = 4\text{ m}$ and during the move, tension in the string is kept constant 50 N . Find change in kinetic energy of the cart in joules. (Use $\sqrt{3} = 1.7$)

चित्रानुसार एक हल्की, अविस्तारित रस्सी का एक सिरा क्षैतिज गाड़ी से जो x अक्ष के अनुदिश स्थित घर्षण रहित रेल-ट्रेक पर गति कर सकती है, जोड़ा जाता है। दूसरा सिरा हल्की तथा घर्षण रहित छोटी धिरनी द्वारा जमीन से $h = 3\text{ m}$ ऊँचाई पर ताना हुआ है। गाड़ी $x_1 = 3\sqrt{3}\text{ m}$ से $x_2 = 4\text{ m}$ तक फिसलती है तथा गति के दौरान रस्सी में तनाव $T = 50\text{ N}$ नियत रखा जाता है तो गाड़ी की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन (जूल में) होगा ($\sqrt{3} = 1.7$)



Ans. 50

Sol. Displacement of the point of 'A' of the string

रस्सी के बिन्दु 'A' का विस्थापन

$$= \sqrt{(3\sqrt{3})^2 + (3)^2} - \sqrt{4^2 + 3^2}$$

$$= 6 - 5 = 1\text{ m}$$

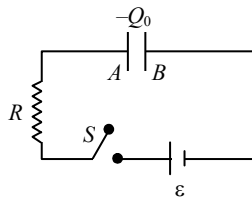
$$\Delta k = \text{Work done by tension तनाव द्वारा किया गया कार्य} = 50 \times 1 = 50\text{ Joule.}$$

7. The figure shows an RC circuit with a parallel plate capacitor. Before switching on the circuit, plate A of the capacitor has a charge $-Q_0$ while plate B has no net charge. Now, at $t = 0$, the circuit is switched on. How much time (in second) will elapse before the net charge on plate A becomes zero. (Given $C = 1\mu\text{F}$,

$$Q_0 = 1\text{ mC}, \varepsilon = 1000\text{ V and } R = \frac{2 \times 10^6}{\ln 3} \Omega)$$

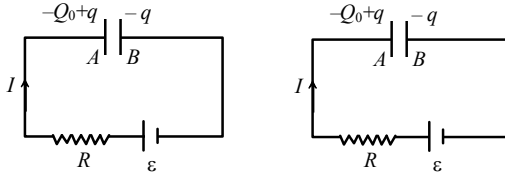
चित्र में प्रदर्शित RC परिपथ में समान्तर पट्ट संधारित्र है। परिपथ को चालू करने के पहले संधारित्र की प्लेट A पर $-Q_0$ आवेश है। जबकि प्लेट B अनावेशित है। अब $t = 0$ पर परिपथ चालू किया जाता है। प्लेट A पर कुल आवेश शून्य होने में

कितना समय (सैकण्ड में) लगेगा। (दिया है: $C = 1\mu\text{F}$, $Q_0 = 1\text{ mC}$, $\varepsilon = 1000\text{ V}$ तथा $R = \frac{2 \times 10^6}{\ln 3} \Omega$)



Ans. 2

Sol. Let at any time t charge flow through the plate B to plate A is q and instantaneous current is I .
माना किसी भी समय t पर प्लेट B से प्लेट A की तरफ प्रवाहित आवेश q है तथा तात्क्षणिक धारा I है।



From loop theorem लूप सिद्धान्त से $\left(\frac{2q - Q_0}{2C} \right) + IR - \varepsilon = 0$

$$\Rightarrow R \frac{dq}{dt} = \frac{-2q + 2\varepsilon C + Q_0}{2C}$$

$$\Rightarrow \frac{dq}{2\varepsilon C + Q_0 - 2q} = \frac{dt}{2RC}$$

Now for charge on plate A to be zero $q = Q_0$.

अब प्लेट A पर आवेश शून्य है $q = Q_0$.

Integrating समाकलन करने पर $\int_0^{Q_0} \frac{dq}{2\varepsilon C + Q_0 - 2q} = \int_0^t \frac{dt}{2RC}$

$$= t = RC \ln \left[\frac{2\varepsilon C + Q_0}{2\varepsilon C - Q_0} \right]$$

Putting the value of C , Q_0 , ε and R We get $t = 2$ seconds.

C , Q_0 , ε तथा R का मान रखने पर $t = 2$ सेकण्ड प्राप्त होता है।

8._ A screw gauge with a pitch of 1mm has 100 divisions on its circular scale. When the screw gauge is used to measure the diameter of a uniform wire of length 5.6 cm, the main scale reading is 1 mm and the circular scale reading is 47. Calculate the area of the curved surface of the wire in cm^2 to appropriate significant figures, using $\pi = \frac{22}{7}$. There is no zero error in the screw gauge.

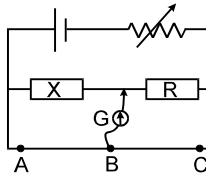
एक स्क्रूगेज में 1mm लम्बाई के चूड़ी अन्तराल तथा वृत्ताकार पैमाने में 100 समान भाग है तथा इसे 5.6 cm लम्बाई के तार का व्यास मापने के लिए उपयोग किया जाता है। मुख्य पैमाने का पाठ्यांक 1 mm है तथा 47 वाँ वृत्ताकार भाग मुख्य पैमाने के सम्पाती है। तो तार का पृष्ठीय क्षेत्रफल (cm^2 में) सही सार्थक अंकों तक होगा। स्क्रूगेज में शून्य त्रुटि नगण्य है।

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

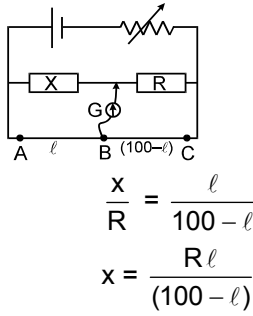
Ans. The area is 2.6 cm^2 . क्षेत्रफल 2.6 cm^2 है।

9._ For the three values of resistances R namely R_1 , R_2 and R_3 the balanced positions of jockey are at A, B and C respectively. Which position will show most accurate result for calculation of X . Give reason. B is near the mid point of the wire.

R प्रतिरोध के तीन मानों R_1 , R_2 तथा R_3 नामों के लिए जोकि की सन्तुलन स्थितियाँ क्रमशः A, B तथा C है। X की गणना के लिए कौनसी स्थिति सर्वाधिक शुद्ध परिमाण देगी। कारण बताओं। B तार के मध्य बिन्दु के नजदीक है।



Sol. From wheat stone bridge व्हीट स्टोन सेतु से



Taking log on both sides दोनों ओर लघुगणक लेने पर

$$\log_e X = \log_e R + \log_e l - \log_e (100 - l)$$

differentiating अवकलन करने पर $\frac{dx}{x}$

$$= \frac{dl}{l} - \frac{(-dl)}{(100-l)} = \left(\frac{100 dl}{(100-l)l} \right)$$

fractional error in x is least if $(100-l)l$ is maximum and it is when $l = 50$ cm.

x में आंशिक त्रुटि न्यूनतम होगी यदि $(100-l)l$ अधिकतम है तथा जब $l = 50$ cm है।

- 10.** Consider a system of particles (it may be rigid or non rigid). In the column-I some condition on force and torque is given. Column-II contains the effects on the system. (Letters have usual meaning) कणों का निकाय (system यह दृढ़ या अदृढ़ भी हो सकता है) लें। स्तम्भ-I में बल व बलाघूर्ण की कुछ शर्तें दी गई हैं। स्तम्भ-II में निकाय पर प्रभाव लिखे गये हैं। (पदों का सामान्य अर्थ है।)

Column-I

- (A) $\vec{F}_{\text{resultant}} = 0$
 (B) $\vec{\tau}_{\text{resultant}} = 0$
 (C) $\vec{\tau}_{\text{resultant}} = 0$ External force is absent
 (D) No nonconservative force acts.

स्तम्भ-I

- (A) $\vec{F}_{\text{परिणामी}} = 0$
 (B) $\vec{\tau}_{\text{परिणामी}} = 0$
 (C) बाह्य बल अनुपस्थित है
 (D) कोई भी असंरक्षी बल कार्यरत नहीं होता है।

Column-II

- (p) $\vec{P}_{\text{system}}$ will be constant
 (q) $\vec{L}_{\text{system}}$ will be constant
 (r) total work done by all forces will be zero
 (s) total mechanical energy will be constant.

स्तम्भ-II

- (p) $\vec{P}_{\text{system}}$ नियत रहेगा।
 (q) $\vec{L}_{\text{system}}$ नियत रहेगा।
 (r) सभी बलों द्वारा किया गया कुल कार्य शून्य होगा।
 (s) कुल यांत्रिक ऊर्जा नियत होगी।

Ans. (A) p (B) q (C) p,q (D) s

- Sol.** (A) If resultant force is zero, $\vec{P}_{\text{system}}$ will be constant.
 (B) If resultant torque is zero, $\vec{L}_{\text{system}}$ will be constant.
 (C) If external forces are absent, both $\vec{P}_{\text{system}}$ and $\vec{L}_{\text{system}}$ will be constant.
 (D) If no non conservative force acts, total mechanical energy of system will be constant.
 (A) यदि परिणामी बल शून्य हो तो, $\vec{P}_{\text{निकाय}}$ का नियत रहेगा।
 (B) यदि परिणामी बलाघूर्ण शून्य हो तो, $\vec{L}_{\text{निकाय}}$ नियत रहेगा।
 (C) यदि बाह्य बल अनुपस्थित है तो दोनों $\vec{P}_{\text{निकाय}}$ व $\vec{L}_{\text{निकाय}}$ नियत होंगे।
 (D) यदि कोई भी असंरक्षी बल कार्य नहीं करता है तो निकाय की कुल यांत्रिक ऊर्जा नियत रहेगी।

DPP No. : B28 (JEE-Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.11

Comprehension ('-1' negative marking) Q.12 to Q.20

Max. Time : 40 min.

(3 marks, 2 min.)

[33, 22]

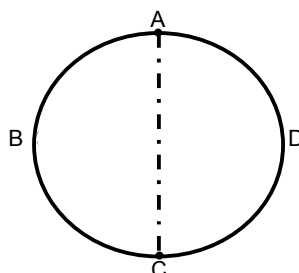
(3 marks 2 min.)

[27, 18]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B28

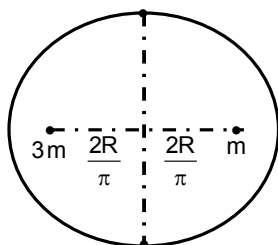
- | | | | | | | |
|-------------------------------|------------|--------------------------------------|---------|-----------------------------|--------|--------|
| 1. (A) | 2. (A) | 3. (A) | 4. (A) | 5. (C) | 6. (B) | 7. (C) |
| 8. (A) | 9. (B) | 10. (A) | 11. (D) | 12. 9.80 m/sec ² | | |
| 13. $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ | 14. 2.44 % | 15. $\Delta T = 0.01 \text{ सेकण्ड}$ | 16. (D) | 17. (B) | | |
| 18. (D) | 19. (B) | 20. (C) | | | | |

1. A ring is formed by joining two uniform semi circular rings as shown. Mass of ABC part is thrice of part ADC. If the ring is hanged vertically by hinging at A about which ring can rotate freely. Find the value of $\tan\theta$, where θ is angle made by the line AC with vertical in equilibrium
दो एकसमान अर्द्धवृत्ताकार वलयों को जोड़कर एक वलय चित्रानुसार बनायी जाती है। ABC भाग का द्रव्यमान ADC भाग का तीन गुना है। वलय बिन्दु A पर ऊर्ध्वाधर लटकी हुई है तथा इस बिन्दु के सापेक्ष स्वतंत्रतापूर्वक घूर्णन कर सकती है। $\tan\theta$ का मान ज्ञात करो। जहाँ θ , साम्यावस्था में ऊर्ध्वाधर के साथ रेखा AC द्वारा बनाया गया कोण है।



- (A*) $\frac{1}{\pi}$ (B) $\frac{2}{\pi}$ (C) $\frac{3}{2\pi}$ (D) π

Sol.



$$X_{\text{com}} = \frac{-3m\left(\frac{2R}{\pi}\right) + m\left(\frac{2R}{\pi}\right)}{4m}$$

$$= -\frac{R}{\pi}$$

$$\therefore \tan\theta = \frac{R}{\pi R} = \frac{1}{\pi}$$

2. Electric field in a region is given as $\vec{E} = x\hat{i} + 2y\hat{j} + 3z\hat{k}$ in this region point A(3,3,1) and point B (4,2,1) are there. The magnitude of work done by the electric field, if 2 coulomb charge is moved from A to B. All values given and asked are in SI units.

किसी स्थान पर विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = x\hat{i} + 2y\hat{j} + 3z\hat{k}$ द्वारा दिया जाता है। इस क्षेत्र में बिन्दु A(3,3,1) पर है तथा बिन्दु B (4,2,1) पर है। विद्युत क्षेत्र द्वारा किये गये कार्य का परिमाण होगा यदि 2 कूलॉम आवेश A से B तक गति करता है। सभी दिये गये मान तथा पूछे गये मान SI इकाई में हैं।

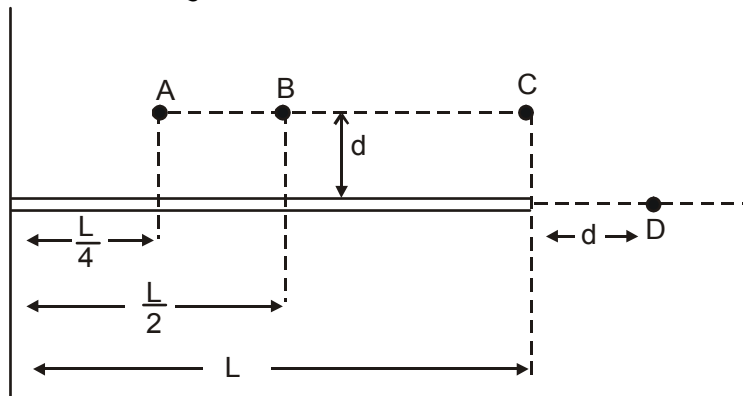
(A*) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

Sol: $W_E = 2 \times \int_{(3,3,1)}^{(4,2,1)} xdx + 2ydy + 3dz = -3$

$\therefore V_B = V_A - E \cdot R\theta = V - E \cdot R\theta$

3. Figure given below shows uniformly positively charged, thin rod of length L and four points A, B, C and D at the same distance d from the rod, with position as marked. If V_A , V_B , V_C and V_D are their respective potentials then :

नीचे दिये गये चित्र में L लम्बाई की पतली समरूप आवेशित छड़ दी गई है तथा A, B, C तथा D चार बिन्दु हैं जो कि छड़ से समान दूरी d पर हैं (स्थितियाँ चित्रानुसार चिन्हित हैं)। अगर क्रमशः V_A , V_B , V_C तथा V_D उनके संगत विभव हैं तो –



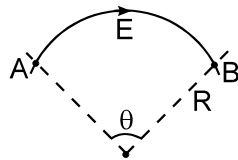
(A*) $V_B > V_A > V_C > V_D$ (B) $V_B > V_A > V_C = V_D$
(C) $V_A = V_B > V_C = V_D$ (D) $V_D > V_B > V_A > V_C$

- Sol.** One can create a mental view of distribution of charge i.e. how much charge is nearer and how much is comparatively farther away.

कोई एक आवेशों के वितरण का दिमागी दृश्य पैदा कर सकता है अर्थात् कितना आवेश पास है एवं कितना तुलनात्मक दूर जा रहा है।

4. Figure shows an electric line of force which curves along a circular arc. The magnitude of electric field intensity is same at all points on this curve and is equal to E. If the potential at A is V, then the potential at B is :

चित्र में विद्युत बल रेखाएं दिखाई गई हैं जो वृत्तीय चाप के अनुदिश हैं विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का परिमाण वक्र के प्रत्येक बिन्दु पर समान है और E के बराबर है। यदि A पर विभव V है तो B पर विभव होगा –



(A*) $V - ER\theta$ (B) $V - E2R \sin \frac{\theta}{2}$ (C) $V + ER\theta$ (D) $V + 2ER \sin \frac{\theta}{2}$

- Sol.** $V_A - V_B = \text{work done by electric field on } +1 \text{ coul. charge from A to B} = E \cdot R\theta$
+1 कूलॉम आवेश पर A से B तक वि.क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य $V_A - V_B = E \cdot R\theta$

5. In a binary star system one star has thrice the mass of other. The stars rotate about their common centre of mass then :
- (A) Both stars have same angular momentum about common centre of mass.
 (B) Both stars have angular momentum of same magnitude about common centre of mass.
 (C*) Both stars have same angular speeds.
 (D) Both stars have same linear speeds.

एक द्वितारनिकाय में एक तारे का द्रव्यमान दूसरे से तीन गुना है। दोनों उभयनिष्ठ द्रव्यमान केन्द्र के परितः घूम रहे हैं तो:

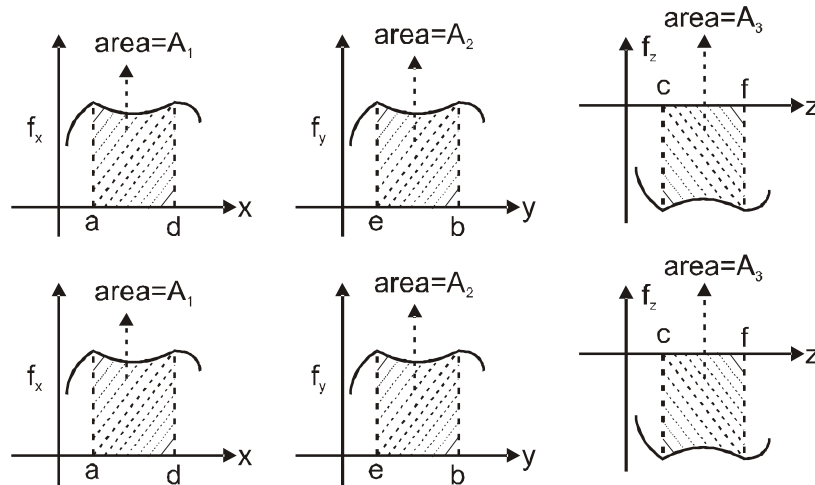
- (A) दोनों का कोणीय संवेग (द्रव्यमान केन्द्र के परितः) समान होगा।
 (B) दोनों के कोणीय संवेग का परिमाण (द्रव्यमान केन्द्र के परितः) समान होगा।
 (C*) दोनों की कोणीय चाल समान होगी।
 (D) दोनों की रेखीय चाल समान होगी।

Sol. In a binary star system द्वितारा निकाय में

$$\omega_1 = \omega_2$$

6. A force given by $\vec{F} = f_x \hat{i} + f_y \hat{j} + f_z \hat{k}$ acts on a particle which moves from (a,b,c) to (d,e,f). The work done by the force F is : (Here A_1, A_2, A_3 are magnitude of area bounded)

एक बल $\vec{F} = f_x \hat{i} + f_y \hat{j} + f_z \hat{k}$ एक कण पर कार्यरत है जिससे कण बिन्दु (a,b,c) से बिन्दु (d,e,f) तक गति करता है। बल F द्वारा किया गया कार्य होगा : (यहाँ A_1, A_2, A_3 परिवर्द्ध क्षेत्रफल का परिमाण है)



- (A) $A_1 + A_2 + A_3$ (B*) $A_1 - A_2 - A_3$ (C) $-A_1 + A_2 - A_3$ (D) $A_1 - A_2 + A_3$

Sol. $w = \int_a^d f_x dx + \int_b^e f_y dy + \int_c^f f_z dz$

Now $\int_a^d f_x dx$ is positive since $f_x > 0$ and $d > a$

$\int_b^e f_y dy$ is negative since $f_y > 0$; $e < b$

$\int_c^f f_z dz$ is negative $f_z < 0$; $f > c$

$$w = +A_1 + -A_2 - A_3$$

$$w = \int_a^d f_x dx + \int_b^e f_y dy + \int_c^f f_z dz$$

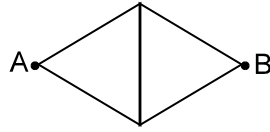
अब $\int_a^d f_x dx$ धनात्मक है चूंकि $f_x > 0$ तथा $d > a$

$\int_b^e f_y dy$ ऋणात्मक है चूंकि $f_y > 0$; $e < b$

$\int_c^f f_z dz$ ऋणात्मक $f_z < 0$; $f > c$

$$\therefore w = +A_1 + -A_2 - A_3$$

7. A uniform wire of resistance R is stretched uniformly n times & then cut to form five identical wires. These wires are arranged as shown in the figure. The effective resistance between A & B will be:
 R प्रतिरोध के एक समरूप तार को एक समान रूप से खींचकर n गुना कर दिया जाता है फिर इसे काट कर पाँच एक जैसे तार बना लिये जाते हैं। इन तारों को चित्रानुसार व्यवस्थित किया जाता है। A व B के बीच तुल्य प्रतिरोध होगा :



- (A) $\frac{nR}{5}$ (B) $\frac{R}{5n^2}$ (C*) $\frac{n^2R}{5}$ (D) $\frac{n^2R}{2}$

Sol. Resistance of wire तार का प्रतिरोध $R = \rho \frac{\ell}{A}$

ℓA = volume of wire = constant

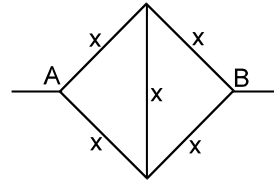
ℓA = तार का आयतन = नियत

If $\ell \longrightarrow n\ell$ then $A \longrightarrow \frac{A}{n}$

यदि $\ell \longrightarrow n\ell$ तो $A \longrightarrow \frac{A}{n}$

hence the resistance of wire becomes $R' = n^2 R$

अतः तार का प्रतिरोध R' हो जाता है $= n^2 R$



The resistance of each $\frac{1}{5}$ th part is $x = \frac{R'}{5} = \frac{n^2 R}{5}$

प्रत्येक $\frac{1}{5}$ वे भाग का प्रतिरोध $x = \frac{R'}{5} = \frac{n^2 R}{5}$ है।

This is a balanced wheat stone bridge

यह एक संतुलित व्हीट स्टोन सेतु है।

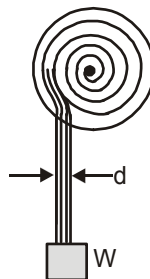
$\Rightarrow$ Equivalent resistance across AB is

A व B के बीच तुल्य प्रतिरोध है।

$$R_{eq} = x = \frac{n^2 R}{5}$$

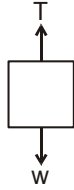
8. A weight W attached to the end of a flexible rope of diameter $d=0.75\text{cm}$ is raised vertically by winding the rope on a reel as shown. If the reel is turned uniformly at the rate of 2 r.p.s. What is the tension in rope. The inertia of rope may be neglected.

चित्रानुसार $d = 0.75\text{ cm}$ व्यास की लचीली रस्सी एक रील पर लिपटी हुई है। इसके एक सिरे पर W भार जुड़ा है। इस भार से रस्सी ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर आ रही है। यदि रील को 2 चक्कर प्रति सैकण्ड की एक समान दर से लपेटा जाये तो रस्सी में तनाव क्या है ? रस्सी का जड़त्व नगण्य है।



- (A*) $1.019W$ (B) $0.51W$ (C) $2.04W$ (D) W

Sol. As tangential acceleration स्पर्श रेखीय त्वरण $a = dV/dt = \omega dr/dt$
 but $\omega = 4\pi$ and $dr/dt = 1.5$ (reel is turned uniformly at the rate of 2 r.p.s.)
 परन्तु $\omega = 4\pi$ तथा $dr/dt = 1.5$ (रील को 2 चक्कर प्रति सैकण्ड की एक समान दर से घुमाया जाता है।)

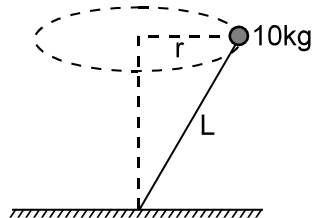


$\therefore a = 6\pi$, Now by the F.B.D. of the mass. द्रव्यमान का F.B.D.

$$T - W = \frac{W}{g} a \quad \therefore T = W (1 + a/g) \text{ put } a = 6\pi \quad T = W (1 + a/g) a = 6\pi \text{ रखने पर}$$

$$\therefore T = 1.019 W$$

9. A 10kg ball attached at the end of a rigid rod of length 1m rotates at constant speed in a horizontal circle of radius 0.5m and time period 1.57 s as shown in the figure. The force exerted by the rod on the ball is: ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)
 1m लम्बी दृढ़ छड़ के एक सिरे पर बंधी 10kg की गेंद 0.5m त्रिज्या के क्षैतिज वृत्त में नियत वेग से घूमती है।
 (चित्रानुसार) इसका आवर्तकाल 1.57 s है। छड़ द्वारा गेंद पर लगाया गया बल होगा ? ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)



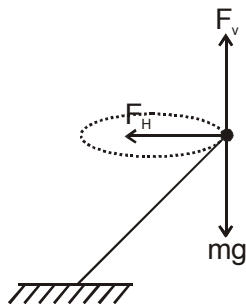
(A) 158 N

(B*) 128 N

(C) 110 N

(D) 98 N

Sol.



Let F be the force exerted by rod on the ball ;
 माना F गेंद पर छड़ द्वारा लगाया गया बल है ;

$$\therefore F_H = m\omega^2 r$$

$$F_v = mg$$

$$\therefore F^2 = (mg)^2 + (m\omega^2 r)^2$$

$$\therefore F = m \sqrt{g^2 + (\omega^2 r)^2}$$

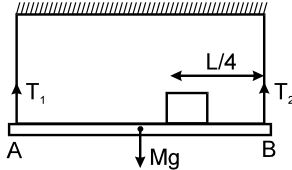
$$\text{put रखने पर } \omega = \frac{2\pi}{1.57} = 4 \text{ rad/sec.}$$

$$m = 10 \text{ kg and } r = 0.5 \text{ m}$$

$$\therefore F = 128 \text{ N.}$$

10. A uniform horizontal meter scale (length = 1m) of mass m is suspended by two vertical strings attached to its two ends. A small body of mass $2m$ is placed on the 75 cm from one end. The tension in the two strings are respectively :
 m द्रव्यमान की एक समरूप क्षैतिज मीटर स्केल (लम्बाई = 1m) को दो ऊर्ध्वाधर धागों से दोनों सिरों से लटकाया जाता है। $2m$ द्रव्यमान की छोटी वस्तु को एक सिरे से 75 cm दूरी पर रखा जाता है। दोनों रस्सीयों में तनाव क्रमशः होंगे।
 (A*) $T_1 = mg$, $T_2 = 2mg$ (B) $T_1 = 2mg$, $T_2 = mg$
 (C) $T_1 = 3mg/2$, $T_2 = 3mg/2$ (D) $T_1 = 2mg/3$, $T_2 = 7mg/3$

Sol.



Balancing forces in vertical direction

ऊर्ध्वाधर दिशा में संतुलन बल

$$3mg = T_1 = T_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Taking torques about A for rotational equation.

घूर्णन समीकरण के लिये A के परितः बलाघूर्ण लेने पर

$$T_2 \cdot L = \frac{Mg}{2} \cdot L + 2Mg \cdot \frac{3}{4}L \quad \dots\dots\dots(2)$$

By (1) & व (2) से $\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$ [Ans.: 1 : 2]

11. A person measures the depth of a well by measuring the time interval between dropping a stone and receiving the sound of impact with the bottom of the well. The error in his measurement of time is $\delta T = 0.01$ seconds and he measures the depth of the well to be $L = 20$ meters. Take the acceleration due to gravity $g = 10\text{ms}^{-2}$ and the velocity of sound is 300ms^{-1} . Then the fractional error in the measurement $\frac{\delta L}{L}$, is closest to :

एक व्यक्ति एक पत्थर को कुएँ में गिराते समय और कुएँ की तली में सघट से उत्पन्न ध्वनि के समय अंतराल का मापन करके कुएँ की गहराई का पता लगाता है। वह समयांतराल के मापन में त्रुटि $\delta T = 0.01$ सेकेंड एवं कुएँ की गहराई $L = 20\text{m}$ मापता है। गुरुत्वाकर्षण त्वरण $g = 10\text{ms}^{-2}$ एवं ध्वनि गति 300ms^{-1} दी गई है। $\frac{\delta L}{L}$ के मापन में निकटतम

आंशिक त्रुटि (fractional error) है

- (A) 0.2 % (B) 3% (C) 5% (D) 1%

Ans. (D)

Sol. $t = \sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{L}{v}$

$$dt = \frac{1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{1}{2} L^{-1/2} dL + \left(\frac{1}{v} dL \right)$$

$$dt = \frac{1}{2\sqrt{g}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}} dL + \frac{dL}{v} = 0.01$$

$$dL \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{300} \right) = 0.01$$

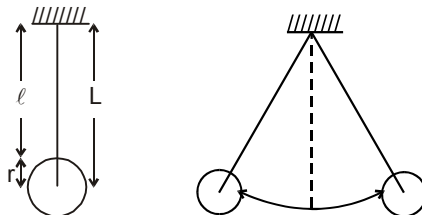
$$dL \left[\frac{15}{300} \right] = 0.01$$

$$dL = \frac{3}{16}$$

$$\frac{dL}{L} \times 100 = \frac{3}{16} \times \frac{1}{20} \times 100 = \frac{15}{16} \approx 1\%$$

COMPREHENSION

Determining the value of 'g' using a simple pendulum



In this exp. a small spherical bob is hanged with a cotton thread. This arrangement is called simple pendulum. The bob is displaced slightly and allowed to oscillate. To find time period, time taken for 50 oscillations is noted using a stop watch.

$$\text{Theoretically } T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \dots (1)$$

where L = Equivalent length of pendulum = length of thread (ℓ) + radius (r) of bob,

T = time period of the simple pendulum = $\frac{\text{Time taken for 50 oscillations}}{50}$

so 'g' can be easily determined by equation ... (1).

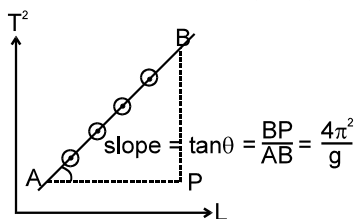
Graphical method to find 'g' :

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{g} \right) L \dots (2) \quad \text{so, } T^2 \propto L$$

* Find T for different values of L .

* Plot T^2 v/s L curve. From equation (2), it should be a straight line, with slope = $\left(\frac{4\pi^2}{g} \right)$.

Find slope of T^2 v/s L graph and equate it to $\left(\frac{4\pi^2}{g} \right)$ and get 'g'.



Maximum permissible error in 'g' due to error in measurement of ℓ , r and T .

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \begin{array}{l} L \rightarrow \ell + r \\ T \rightarrow t/50 \end{array}$$

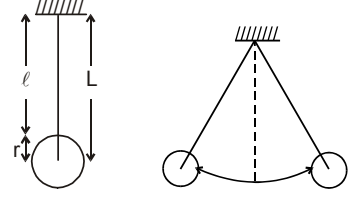
$$g = 4\pi^2 \frac{(\ell + r)}{(t/50)^2} = 4\pi^2 (2500) \frac{\ell + r}{t^2}$$

$$\ln g = \ln 4\pi^2 (2500) + \ln (\ell + r) - 2 \ln (t) \quad \left(\frac{\Delta g}{g} \right)_{\max} = \frac{\Delta \ell + \Delta r}{\ell + r} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

प्रयोग # 3

सरल लोलक से 'g' का मान ज्ञात करना

इस प्रयोग में एक छोटा गोला धागे से लटकाया जाता है। इसे सरल लोलक कहते हैं। लोलक को थोड़ा सा विस्थापित कर दोलन करने दिया जाता है। इसका आवर्तकाल ज्ञात करने के लिए 50 दोलन में लगा समय विराम घड़ी की सहायता से प्रेक्षित किया जाता है।



$$\text{सैद्धान्तिक रूप से } T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \dots(1)$$

जहाँ L = लोलक की तुल्य लम्बाई = धागे की लम्बाई (ℓ) + गोलक की त्रिज्या (r)

$$T = \text{सरल लोलक का आवर्तकाल} = \frac{50 \text{ दोलन में लगा समय}}{50}$$

अतः 'g' का मान समीकरण...(1) से आसानी से ज्ञात किया जा सकता है।

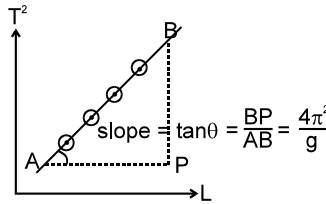
'g' का मान ज्ञात करने के लिए आरेख विधि :

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{g} \right) L \quad \dots(2) \quad \text{अतः, } T^2 \propto L$$

* अलग-अलग L के लिए T का मान ज्ञात करो।

* T^2 v/s L का ग्राफ खींचो। समीकरण (2) से, यह ग्राफ सरल रेखीय आना चाहिये जिसका ढाल = $\left(\frac{4\pi^2}{g} \right)$ है।

T^2 v/s L ग्राफ का ढाल ज्ञात करो और उसे $\left(\frac{4\pi^2}{g} \right)$ के बराबर रखो और 'g' का मान ज्ञात करो।



ℓ , r और T के मापन में त्रुटि के कारण 'g' के मान में अधिकतम अनुमेय त्रुटि :

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \begin{matrix} L \rightarrow \ell + r \\ T \rightarrow t/50 \end{matrix}$$

$$g = 4\pi^2 \frac{(\ell + r)}{(t/50)^2} = 4\pi^2 (2500) \frac{\ell + r}{t^2}$$

$$\ln g = \ln 4\pi^2 (2500) + \ln (\ell + r) - 2 \ln (t) \left(\frac{\Delta g}{g} \right)_{\max} = \frac{\Delta \ell + \Delta r}{\ell + r} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

12. In certain observation we got $\ell = 23.2$ cm, $r = 1.32$ cm, and time taken for 10 oscillation was 10.0 sec. Estimate the value of 'g' in proper significant figure. (take $\pi^2 = 10$)

किसी प्रेक्षण में $\ell = 23.2$ cm, $r = 1.32$ cm, और 10 दोलन में लगा समय 10.0 sec. आना है। 'g' का मान उचित सार्थक अंको में ज्ञात करो। ($\pi^2 = 10$)

Solution : Equivalent length of pendulum $L = 23.2$ cm + 1.32 cm
 $= 24.5$ cm (according to addition rule of S.F.)

$$\text{And time period } T = \frac{10.0}{10} = 1.00 \quad (\text{Three significant figures})$$

$$\text{get } g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} = 4 \times 10 \frac{24.5 \text{ cm}}{(1.00)^2} \quad (\text{in 3 S.F.})$$

$$= 4 \times 10 \times \frac{24.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{(1.00)^2 \text{ sec}^2} = 9.80 \text{ m/sec}^2 \quad \text{Ans.}$$

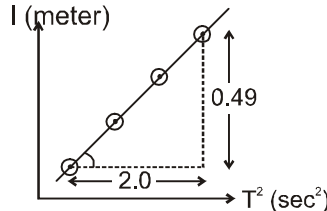
लोलक की तुल्य लम्बाई $L = 23.2$ cm + 1.32 cm = 24.5 cm (सार्थक अंको के योग के नियमानुसार)

$$\text{और आवर्तकाल } T = \frac{10.0}{10} = 1.00 \quad (\text{तीन सार्थक अंक})$$

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} = 4 \times 10 \frac{24.5 \text{ cm}}{(1.00)^2} \quad (3 \text{ सार्थक अंकों में})$$

$$= 4 \times 10 \times \frac{24.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{(1.00)^2 \text{ sec}^2} = 9.80 \text{ m/sec}^2$$

13. For different values of L, we get different values of 'T'. The curve between L v/s T² is shown. Estimate 'g' from this curve. (take $\pi^2 = 10$)
 L के अलग-अलग मानों के लिए 'T' के अलग-अलग मान प्राप्त हुए। L v/s T² का ग्राफ चित्रानुसार आता है। इस आरेख से 'g' का मान ज्ञात करो। ($\pi^2 = 10$)



Solution : $L = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) T^2$ so slope of curve between L v/s T² = $\left(\frac{g}{4\pi^2} \right)$

$$\text{slope} = \frac{0.49}{2} = \frac{g}{4\pi^2} \Rightarrow g = 9.8 \text{ m/sec}^2 \quad \text{Ans.}$$

$$L = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) T^2 \text{ अतः } L \text{ v/s } T^2 \text{ आरेख की ढाल} = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right)$$

$$\text{ढाल होना चाहिए} = \frac{0.49}{2} = \frac{g}{4\pi^2} \Rightarrow g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

14. In certain observation we got $\ell = 23.2 \text{ cm}$, $r = 1.32 \text{ cm}$, and time taken for 10 oscillation was 10.0 sec. Find maximum permissible error in (g)
 किसी प्रेक्षण में $\ell = 23.2 \text{ cm}$, $r = 1.32 \text{ cm}$ और 10 दोलन में लगा समय 10.0 sec आता है। (g) के मान में अधिकतम अनुमेय त्रुटि ज्ञात करो।

Solution : $\ell = 23.2 \rightarrow \Delta \ell = 0.1 \text{ cm}$
 $r = 1.32 \text{ cm} \rightarrow \Delta r = 0.01 \text{ cm}$
 $t = 10.0 \text{ sec} \rightarrow \Delta t = 0.1 \text{ sec}$

$$\left(\frac{\Delta g}{g} \right)_{\max} = \left(\frac{0.1 \text{ cm} + 0.01 \text{ cm}}{23.2 \text{ cm} + 1.32 \text{ cm}} + 2 \frac{0.1 \text{ sec}}{10.0 \text{ sec}} \right) \times 100\% = 2.44 \%$$

15. Time is measured using a stop watch of least count 0.1 second. In 10 oscillation, time taken is 20.0 second. Find maximum permissible error in time period.
 समय को विराम घड़ी से मापा जाता है जिसका अल्पतमांक 0.1 सेकण्ड है। 10 दोलन में पेन्डुलम को 20.0 सेकण्ड लगते हैं। आवर्तकाल मापन में अधिकतम त्रुटि ज्ञात करो।

Solution : $T = \frac{\text{Total time}}{\text{Total oscillation}} = \frac{t}{10}$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta t}{10} = \frac{0.1}{10}$$

$$\Delta T = 0.01 \text{ second.}$$

Solution : $T = \frac{\text{कुल समय}}{\text{कुल दोलन}} = \frac{t}{10} \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta t}{10} = \frac{0.1}{10}; \quad \Delta T = 0.01 \text{ सेकण्ड}$

16. A student performs an experiment for determination of $g \left(= \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \right)$, " ℓ " $\approx 1\text{m}$, and he commits an error of " $\Delta \ell$ ". For T he takes the time of n oscillations with the stop watch of least count Δt . For which of the following data, the measurement of g will be most accurate ?

एक छात्र $g \left(= \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \right)$, का मान ज्ञात करने का प्रयोग करता है। $\ell \approx 1\text{m}$ और ℓ में त्रुटि $\Delta \ell$ बताता है।

T का मान ज्ञात करने के लिए वह n दोलन में लगा समय विराम घड़ी से प्रेक्षित करता है। जिसका अल्पतमांक Δt है। इनमें से किस प्रेक्षण में g में त्रुटि न्यूनतम होगी ?

- (A) $\Delta L = 0.5$, $\Delta t = 0.1$, $n = 20$ (B) $\Delta L = 0.5$, $\Delta t = 0.1$, $n = 50$
(C) $\Delta L = 0.5$, $\Delta t = 0.02$, $n = 20$ (D) $\Delta L = 0.1$, $\Delta t = 0.05$, $n = 50$

Answer. (D)

Solution : Here $T = \frac{\text{total time}}{\text{total oscillation}} = \frac{t}{n}$ so $dT = \frac{dt}{n}$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T}$$

$$(A) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.1/20}{T} \quad (B) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.1/50}{T}$$

$$(C) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.02/20}{T} \quad (D) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.1}{1} + 2 \frac{0.05/50}{T}$$

So % error in g will be minimum in option (D)

$$T = \frac{\text{कुल समय}}{\text{कुल दोलनों की संख्या}} = \frac{t}{n} \quad \text{अतः } dT = \frac{dt}{n}; \quad \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T}$$

$$(A) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.1/20}{T}$$

$$(B) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.1/50}{T}$$

$$(C) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.5}{1} + 2 \frac{0.02/20}{T}$$

$$(D) \frac{\Delta g}{g} = \frac{0.1}{1} + 2 \frac{0.05/50}{T}$$

अतः विकल्प (D) में g में % त्रुटि न्यूनतम होगी।

17. The period of oscillation of a simple pendulum is $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$. Measured value of L is 20.0 cm known to 1 mm accuracy and time for 100 oscillations of the pendulum is found to be 90 s using a wrist watch of 1 s resolution. The accuracy in the determination of g is :

किसी सरल लोलक का आवर्तकाल, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ है। L का मापित मान 20.0 cm है, जिसकी यथार्थता 1 mm है। इस

लोलक के 100 दोलनों का समय 90 s है, जिसे 1 s विभेदन की घड़ी से मापा गया है, तो g के निर्धारण में यथार्थता होगी:

- (1) 2% (2*) 3% (3) 1% (4) 5%

Ans. (2)

Sol. Given दिया है $\frac{\Delta L}{L} = \frac{0.1}{20}$

$$T = \frac{t}{100} \text{ sec. where } \Delta t = 1 \text{ sec.}$$

$$g = \left(\frac{1}{4\pi^2} \right) \frac{L}{T^2} = \left(\frac{1}{4\pi^2} \right) \frac{L}{\left(\frac{t}{100} \right)^2} \Rightarrow \frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L} \times 100 + \frac{2\Delta t}{t} \times 100$$

$$\frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \left(\frac{0.1}{20} \right) 100 + 2 \left(\frac{1}{90} \right) 100 = 2.72\%$$

so nearest option is 3%

अतः समीपवर्ती विकल्प 3% है।

18. A student measures the time period of 100 oscillations of a simple pendulum four times. That data set is 90 s, 91 s, 95 s and 92 s. If the minimum division in the measuring clock is 1 s, then the reported mean time should be :

एक छात्र एक सरल-आवर्त-दोलन के 100 आवृत्तियों का समय 4 बार मापता है और उनको 90 s, 91 s, 95 s और 92 s पाता है। इस्तेमाल की गई घड़ी का न्यूनतम अल्पांश 1 s है। तब मापे गये माध्य समय को उसे लिखना चाहिये :

- (1) 92 ± 5.0 s (2) 92 ± 1.8 s (3) 92 ± 3 s (4*) 92 ± 2 s

Ans. (4)

Sol. $t_{\text{mean}} = \frac{90 + 91 + 95 + 92}{4} = 92 \text{ sec.}$

absolute error in each reading = 2, 1, 3, 0

mean error = $\frac{2 + 1 + 3 + 0}{4} = 1.5 \text{ sec.}$

put the least count of the measuring clock is 1 sec.

so it cannot measure upto 0.5 second so we have to round it off.

so mean error will be 2 second

so $t = 92 \pm 2 \text{ sec.}$

प्रत्येक पाठ्यांक में परम त्रुटि = 2, 1, 3, 0

माध्य त्रुटि = $\frac{2 + 1 + 3 + 0}{4} = 1.5 \text{ sec.}$

मापन घड़ी के अल्पतमांक 1 sec को रखने पर

अतः यह 0.5 सेकण्ड तक नहीं माप सकती है

इसलिये इसको पूर्णांकित करना पड़ता है

अतः माध्य त्रुटि 2 सेकण्ड

अतः $t = 92 \pm 2 \text{ sec.}$

Comprehension-2

If the measurement errors in all the independent quantities are known, then it is possible to determine the error in any dependent quantity. This is done by the use of series expansion and truncating the expansion at the first power of the error. For example, consider the relation $z = x/y$. If the errors in x , y and z are Δx , Δy and Δz , respectively, then

$$z \pm \Delta z = \frac{x \pm \Delta x}{y \pm \Delta y} = \frac{x}{y} \left(1 \pm \frac{\Delta x}{x} \right) \left(1 \pm \frac{\Delta y}{y} \right)^{-1}$$

The series expansion for $\left(1 \pm \frac{\Delta y}{y} \right)^{-1}$, to first power in $\Delta y/y$, is $1 \mp \left(\frac{\Delta y}{y} \right)$. The relative errors in

independent variables are always added. So the error in z will be

$$\Delta z = z \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \right)$$

The above derivation makes the assumption that $\Delta x/x \ll 1$, $\Delta y/y \ll 1$. Therefore, the higher powers of these quantities are neglected.

(There are two questions based on PARAGRAPH "A", the question given below is one of them)

अनुच्छेद "A"

यदि सभी स्वतन्त्र राशियों (independent quantities) की मापन त्रुटियाँ (measurement errors) ज्ञात हो, तो किसी निर्भर राशि (dependent quantity) की त्रुटि का परिकलन (calculation) किया जा सकता है। इस परिकलन में श्रेणी प्रसार (series expansion) का प्रयोग किया जाता है और इस प्रसार को त्रुटि (error) के पहले घात (first power) पर रुकित (truncate) किया जाता है। उदाहरण स्वरूप, सम्बन्ध $z = x/y$ में यदि x , y और z की त्रुटियाँ क्रमशः Δx , Δy and Δz हो तो

$$z \pm \Delta z = \frac{x \pm \Delta x}{y \pm \Delta y} = \frac{x}{y} \left(1 \pm \frac{\Delta x}{x} \right) \left(1 \pm \frac{\Delta y}{y} \right)^{-1}$$

$\left(1 \pm \frac{\Delta y}{y} \right)^{-1}$ का श्रेणी प्रसार, $\Delta y/y$ में पहले घात तक, $1 \mp \left(\frac{\Delta y}{y} \right)$ है। स्वतन्त्र राशियों की आपेक्षिक त्रुटियाँ (relative errors) सदैव जोड़ी जाती है। इसलिए z की त्रुटि होगी।

$$\Delta z = z \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \right)$$

उपरोक्त परिकलन में $\Delta x/x \ll 1$, $\Delta y/y \ll 1$ माने गये हैं। इसलिए इन राशियों की उच्चतर घातें (higher powers) उपेक्षित हैं। (अनुच्छेद "A" पर दो प्रश्न आधारित हैं, नीचे दिया गया प्रश्न उनमें से एक है।)

19. Consider the ratio $r = \frac{(1-a)}{(1+a)}$ to be determined by measuring a dimensionless quantity a . If the error in the measurement of a is Δa ($\Delta a/a \ll 1$), then what is the error Δr in determining r ?

एक विमा-रहित (dimensionless) राशि a को मापकर, एक अनुपात (ratio) $r = \frac{(1-a)}{(1+a)}$ का परिकलन करना है। यदि a की मापन की त्रुटि Δa ($\Delta a/a \ll 1$) तो r के परिकलन की त्रुटि Δr क्या होगी ?

- (A) $\frac{\Delta a}{(1+a)^2}$ (B) $\frac{2\Delta a}{(1+a)^2}$ (C) $\frac{2\Delta a}{(1-a)^2}$ (D) $\frac{2a\Delta a}{(1-a)^2}$

Ans. (B)

Sol. $\frac{dr}{da} = \frac{(1+a)(-1) - (1-a)}{(1+a)^2}$
 $\Rightarrow dr = \frac{-2da}{(1+a)^2}$

20. In an experiment the initial number of radioactive nuclei is 3000. It is found that 1000 ± 40 nuclei decayed in the first 1.0 s. For $|x| \ll 1$, $\ln(1+x) = x$ up to first power in x . The error $\Delta \lambda$, in the determination of the decay constant λ , in s^{-1} , is

एक प्रयोग के आरम्भ में रेडियोएक्टिव नाभिकों की संख्या 3000 है। प्रयोग के पहले 1.0 सैकंड में 1000 ± 40 नाभिकों का क्षय हो जाता है। यदि $|x| \ll 1$ हो तो x के पहले घात तक $\ln(1+x) = x$ है। क्षयांक (decay constant) λ के निर्धारण में त्रुटि $\Delta \lambda$, s^{-1} , में है

- (A) 0.04 (B) 0.03 (C) 0.02 (D) 0.01

Ans. (C)

Sol. $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$\ln N = \ln N_0 - \lambda t$

different w.r.t. λ

λ के सापेक्ष अवकलन करने पर

$\frac{1}{N} \frac{dN}{d\lambda} = 0 - t$

$d\lambda = \frac{dN}{Nt} = \frac{40}{2000 \times 1} = 0.02$

DPP No. : B29 (JEE-Advanced)
Total Marks : 37
Max. Time : 29 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1
(3 marks, 2 min.) [03, 02]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.2 to Q.5
(4 marks 2 min.) [16, 08]
Comprehension ('-1' negative marking) Q.6 to Q.7
(3 marks 2 min.) [06, 04]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.10
(4 marks 5 min.) [12, 15]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B29

1. (B) 2. (A) (B) 3. (A) (C) 4. (A) (C) 5. (B) (D) 6. (B) 7. (C)
 8. 1 9. $\sin^2\theta$ 10. (a) $V \operatorname{cosec} \theta$ (b) $\omega = \frac{V_p}{R} = \frac{5V}{4R}$

1. You are given two unknown resistors X and Y. These resistances are to be determined, using an ammeter of $R_A = 0.5 \Omega$ and a voltmeter of $R_V = 20 k\Omega$. It is known that X is in range of a few ohms and Y is in the range of several kilo ohm's. Which circuit is preferable to measure X and Y :

आपको दो अज्ञात प्रतिरोध X व Y दिया जाता है, जिसका प्रतिरोध आपको अमीटर $R_A = 0.5 \Omega$ तथा वोल्टमीटर $R_V = 20 k\Omega$ द्वारा ज्ञात करना है। यह जानते हुए कि X की परास कुछ ओम की है तथा Y की परास कुछ किलो ओम की है। X व Y को मापित करने के लिए कौनसा परिपथ ज्यादा उपयुक्त है?

Resistor प्रतिरोध

Circuit परिपथ

x

(a)

y

(b)

 (A) $x \rightarrow (a)$, $y \rightarrow (b)$

 (B*) $x \rightarrow (b)$, $y \rightarrow (a)$

 (C) $x \rightarrow (a)$, $y \rightarrow (a)$

 (D) $x \rightarrow (b)$, $y \rightarrow (b)$
Sol.

(B)

 If R is very large ($\sim K \Omega$)

 यदि R अत्यधिक है ($\sim K \Omega$)

Then measured resistance from arrangement (a) will be

तो विन्यास (a) से मापित प्रतिरोध होगा।

$$R_{\text{measured}} = R + R_A \approx R$$

So (a) will be preferred अतः (a) ज्यादा उपयुक्त होगा

 If R is very small ($\sim \text{few Ohm}$) यदि R अत्यल्प है ($\sim \text{कुछ ओम}$)

then measured resistance from (b) will be तो विन्यास (b) से मापित प्रतिरोध होगा।

 $R_{\text{measured}} =$ where जहाँ R/R_V is negligible नगण्य है।

 so, $R_{\text{measured}} \approx R$

So (b) will be preferred अतः (b) ज्यादा उपयुक्त है।

2. A particle moving with constant speed u inside a fixed smooth spherical bowl of radius a describes a horizontal circle at a distance $\frac{a}{2}$ below its centre.

एक स्थिर घर्षण रहित a त्रिज्या के एक चिकने गोलाकार प्याले (जो क्षैतिज वृत्त वर्णित करता है) में एक कण प्याले के केन्द्र से नीचे $\frac{a}{2}$ दूरी पर गति कर रहा है।

(A*) The radius of the circular motion is $\frac{a\sqrt{3}}{2}$

(B*) The value of u is $\sqrt{\frac{3ag}{2}}$

(C) The normal reaction of the spherical surface on the particle is $\frac{mg}{2}$

(D) The magnitude of the resultant force acting on the particle is zero, in an inertial frame.

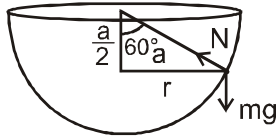
(A*) वृत्तीय गति की त्रिज्या $\frac{a\sqrt{3}}{2}$ है।

(B*) u का मान $\sqrt{\frac{3ag}{2}}$ होगा।

(C) कण पर गोलाकार सतह की अभिलम्ब प्रतिक्रिया $\frac{mg}{2}$ होगी।

(D) कण पर कार्यरत परिणामी बल का परिमाण जड़त्वीय निर्देश तन्त्र में शून्य होगा।

Sol:



$$r = a \sin 60^\circ = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

$$N \sin 60^\circ = \frac{mu^2}{r}$$

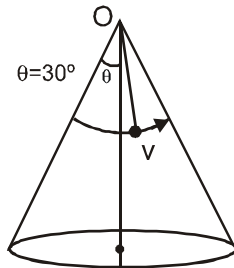
$$N \cos 60^\circ = mg$$

From the above two equations we get $u = \sqrt{\frac{3ag}{2}}$

उपरोक्त दोनों समीकरणों से हम प्राप्त करते हैं $u = \sqrt{\frac{3ag}{2}}$

3. A bob of mass 2 kg is suspended from point O of a cone with an inextensible string of length $\sqrt{3}$ m. It is moving in horizontal circle over the surface of cone as shown in the figure. Then : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

2 kg द्रव्यमान का एक लोलक एक शंकु के बिन्दु O से $\sqrt{3}$ m लम्बाई की अविस्तार्य डोरी से लटका हुआ है। वह शंकु की सतह पर दर्शाये अनुसार क्षैतिज वृत्त में गति कर रहा है। तब - ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



(A*) bob loses contact with cone if $v > \sqrt{5}$ m/s (B) normal force on bob is 19 N when $v = 2$ m/s

(C*) tension in string is $\frac{38}{\sqrt{3}}$ N when $v = 2$ m/s (D) normal force on bob is $\frac{17}{\sqrt{3}}$ N when $v = 2$ m/s

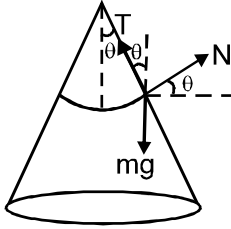
(A*) लोलक शंकु से सम्पर्क छोड़ देता है यदि $v > \sqrt{5} \text{ m/s}$ है।

(B) लोलक पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया 19 N है जब $v = 2 \text{ m/s}$ है।

(C*) डोरी में तनाव $\frac{38}{\sqrt{3}} \text{ N}$ है जब $v = 2 \text{ m/s}$ है।

(D) लोलक पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया $\frac{17}{\sqrt{3}} \text{ N}$ है जब $v = 2 \text{ m/s}$ है।

Sol.



$$T \cos 30^\circ + N \sin 30^\circ = mg$$

$$\Rightarrow \sqrt{3} T + N = 2 mg \quad \dots\dots\dots(i)$$

$$T \sin 30^\circ - N \cos 30^\circ = \frac{mv^2}{(\sqrt{3}/2)}$$

$$\Rightarrow T \sin 30^\circ - 3N = 4mv^2$$

$$\sqrt{3}T - 3N = 4mv^2 \quad \dots\dots\dots(ii)$$

$$\text{by (i),(ii) से } \Rightarrow N = \frac{2mg - 4mv^2}{4} ; T = \frac{6mg - 4mv^2}{4\sqrt{3}}$$

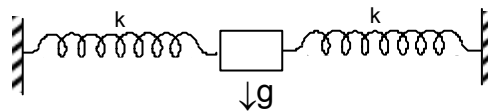
$$\text{for } N > 0 \text{ के लिए } \Rightarrow v < \sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$\text{at } v = 2 \text{ पर } T = \frac{38}{\sqrt{3}} \text{ N} ; N = 2 \text{ N.}$$

Comprehension

A block is tied within two springs, each having spring constant equal to k . Initially the springs are in their natural length and horizontal as shown in the figure, the block is released from rest. The springs are ideal, acceleration due to gravity is g downwards. Air resistance is to be neglect. The natural length of spring is ℓ_0 . The decrease in height of the block till it reaches equilibrium is $\sqrt{3} \ell_0$.

एक ब्लॉक दो स्प्रिंगों से जुड़ा हुआ है, प्रत्येक स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक k है। प्रारम्भ में स्प्रिंग उनकी प्राकृतिक लम्बाई में चित्रानुसार क्षैतिज स्थिति में है, ब्लॉक को विरामावस्था से छोड़ा जाता है। स्प्रिंग आदर्श है। गुरुत्व के कारण त्वरण नीचे की ओर g है। वायु प्रतिरोध नगण्य है, स्प्रिंग की प्राकृतिक लम्बाई ℓ_0 है। साम्यावस्था तक पहुँचने में ब्लॉक की ऊँचाई में कमी $\sqrt{3} \ell_0$ होती है।



4. Choose the correct option(s)

सही विकल्पों का चयन कीजिये :

(A*) The mass of the block is $\frac{\sqrt{3}k\ell_0}{g}$

(B) Velocity of the blocks becomes zero at the equilibrium position.

(C*) Maximum speed of the block in motion when it is released from the shown horizontal position is

$$\sqrt{\frac{4g\ell_0}{\sqrt{3}}}$$

(D) The acceleration of the block, just after cutting any one of the strings (at the shown instant), is less than g .

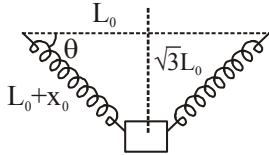
(A*) ब्लॉक का द्रव्यमान $\frac{\sqrt{3}k\ell_0}{g}$ होगा

(B) साम्यावस्था पर ब्लॉक का वेग शून्य हो जायेगा

(C*) प्रदर्शित क्षैतिज स्थिति से छोड़ने पर गति के दौरान अधिकतम चाल $\sqrt{\frac{4g\ell_0}{\sqrt{3}}}$ है।

(D) प्रदर्शित क्षण पर किसी भी एक स्प्रिंग को काटने के तुरन्त पश्चात् ब्लॉक का त्वरण g से कम होगा।

Sol. (A) $\ell_0 + x_0 = \sqrt{\ell_0^2 + 3\ell_0^2} = 2\ell_0 \Rightarrow x_0 = \ell_0$



$$\tan \theta = \sqrt{3} \\ \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

$$mg = 2[kx_0 \sin 60^\circ] = \sqrt{3}k\ell_0$$

$$\Rightarrow m = \frac{\sqrt{3}k\ell_0}{g}$$

(C) The block will have maximum speed at its equilibrium position. by energy conservation

$$0 + \sqrt{3}mg\ell_0 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + 0 + \left[\frac{1}{2}k(\ell_0)^2 \right] 2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \sqrt{3}mg\ell_0 - k\ell_0^2$$

$$\Rightarrow v^2 = 2\sqrt{3}g\ell_0 - \frac{2k\ell_0^2}{m}$$

$$= 2\sqrt{3}g\ell_0 - \frac{2\ell_0^2g}{\sqrt{3}\ell_0} = 2\sqrt{3}g\ell_0 - \frac{2}{\sqrt{3}}g\ell_0 = \frac{6g\ell_0 - 2g\ell_0}{\sqrt{3}} = \frac{4g\ell_0}{\sqrt{3}}$$

5. ✎ Now suppose that the block is at its equilibrium position initially.

माना ब्लॉक प्रारम्भ में विराम अवस्था में है।

(A) The block will perform SHM for any vertical displacement

(B*) Time period of the block is $4\pi\sqrt{\frac{m}{6k}}$ for small displacement in the vertical direction

(C) The total energy stored in both the springs at the equilibrium position is $4k\ell_0^2$

(D*) The acceleration of the block, just after any one of the springs is cut, is $\frac{g}{\sqrt{3}}$

(A) किसी भी ऊर्ध्वाधर विस्थापन के लिये ब्लॉक सरल आवर्त गति करेगा।

(B*) ऊर्ध्वाधर दिशा में अल्प विस्थापन के लिये ब्लॉक का आवर्तकाल $4\pi\sqrt{\frac{m}{6k}}$ है।

(C) साम्यावस्था पर दोनों स्प्रिंग में संचित ऊर्जा $4k\ell_0^2$ है।

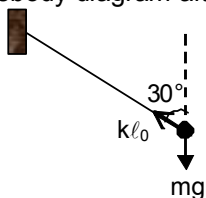
(D*) किसी भी स्प्रिंग को काटने के तुरन्त पश्चात् ब्लॉक का त्वरण $\frac{g}{\sqrt{3}}$ है।

Sol (B) Let the block is shifted downwards by small x then Restoring force

$$F = 2k(\ell_0 + x\cos 30^\circ)\cos 30^\circ - mg \\ = 2k\cos^2 30^\circ x + 2k\ell_0\cos 30^\circ - mg$$

$$\omega = \sqrt{\frac{6k}{4m}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{6k}}$$

(D) Freebody diagram after cutting right spring

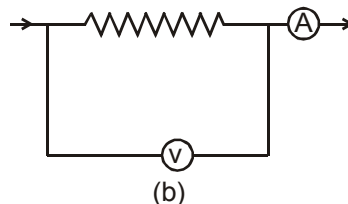
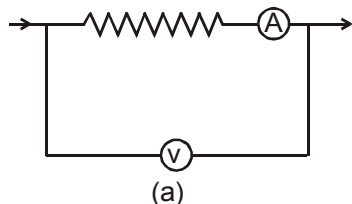


Resultant of two forces gives $a_{\text{net}} = \frac{g}{\sqrt{3}}$

Comprehension –1 अनुच्छेद-1:

In the Ohm's law experiment to find resistance of unknown resistor R, following two arrangements (a) and (b) are possible.

ओम के नियम के प्रयोग से अज्ञात प्रतिरोध R का मान ज्ञात करते हैं, इसके लिए दो तरीके (a) तथा (b) सम्भव हैं।



The resistance measured is given by
मापित प्रतिरोध R दिया जाता है।

$$R_{\text{measured}} = \frac{V}{i}$$

V = voltage reading of voltmeter, i = current reading of ammeter.

But unfortunately the ammeters and voltmeter used are not ideal, but having resistance R_A and R_V respectively.

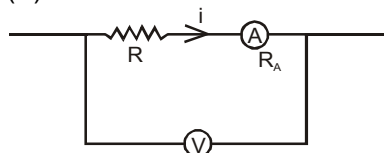
V = वोल्टमीटर द्वारा मापा गया विभवान्तर, i = अमीटर द्वारा मापी गई धारा।

लेकिन उपयोग में लिए गये अमीटर व वोल्टमीटर आदर्श नहीं हैं। इनका प्रतिरोध R_A व R_V है।

6. For arrangement (a), the measured resistance is
चित्र (a), के लिए मापित प्रतिरोध होगा –

(A) $R + R_V$ (B*) $R + R_A$ (C) $\frac{RR_V}{R + R_V}$ (D) $\frac{RR_V}{R + R_V} + R_A$

Sol. (B)



Reading of Ammeter अमीटर का पाढ़ांक = i

Reading of voltmeter वोल्टमीटर पाढ़ांक = P.d. across voltmeter वोल्टमीटर पर विभव पतन

= P.d. across $(R + R_A)$ system = $i(R + R_A)$

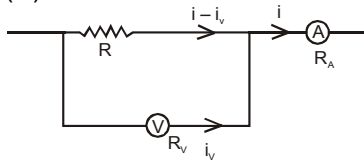
= निकाय $(R + R_A)$ पर विभव पतन = $i(R + R_A)$

$$\Rightarrow \text{Measured resistance मापित प्रतिरोध} = \frac{V}{i} = \frac{i(R + R_A)}{i} = R + R_A$$

7. For arrangement (b), the measured resistance is
चित्र (b), के लिए मापित प्रतिरोध होगा –

(A) $R + R_V$ (B) $R + R_A$ (C*) $\frac{RR_V}{R + R_V}$ (D) $\frac{RR_V}{R + R_V} + R_A$

Sol. (C)



- Reading of Ammeter अमीटर पाठ्यांक = i
and $i_v R_v = (i - i_v) R \Rightarrow i_v = \frac{i R}{R + R_v}$
- Reading of Voltmeter वोल्टमीटर पाठ्यांक $V = i R_{eq} = i \times \frac{R R_v}{(R + R_v)}$
measured resistance मापित प्रतिरोध = $\frac{V}{i} = \frac{i R R_v / (R + R_v)}{i} = \frac{R R_v}{R + R_v}$

8. A satellite is orbiting around the earth in a circular orbit and in this orbit magnitude of its acceleration is 'a₁'. Now a rocket is fired in the direction of motion of satellite from the satellite due to which its speed instantaneously becomes half of initial, just after the rocket is fired acceleration of satellite has magnitude 'a₂'. Then the ratio $\frac{a_1}{a_2}$ is (Assume there is no external force other than the gravitational

force of earth before and after the firing of rocket from the satellite)

एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर वृत्तीय कक्षा में घूम रहा है, एवं इस कक्षा में इसके त्वरण का परिमाण 'a₁' है। अब उपग्रह से एक रॉकेट उपग्रह की गति की दिशा में दागा जाता है, जिसके कारण इसकी चाल प्रारम्भिक की आधी हो जाती है, रॉकेट दागने के तुरन्त बाद उपग्रह के त्वरण का परिमाण 'a₂' है। अनुपात $\frac{a_1}{a_2}$ का मान उत्तर पुस्तिका में भरिये। (यह

मानिये उपग्रह से रॉकेट छोड़े जाने के पहले व बाद में पृथ्वी के गुरुत्वीय बल के अलावा कोई बाह्य बल नहीं है।

Ans. 1

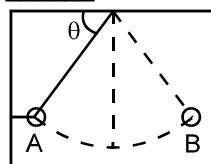
Sol. $a_1 = \frac{F}{m} = \frac{GM}{r^2}$

It is same in both cases यह दोनों स्थितियों में समान है।

$\therefore \frac{a_1}{a_2} = 1$

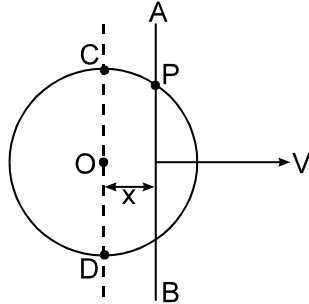
9. A ball is held at rest in position A by two light cords (as in figure). The horizontal cord is cut and the ball starts swinging as pendulum. The ratio of the tension in the supporting cord in position B (after cut) to that in position A (before cut) will be _____.

दो हल्की डोरियों द्वारा एक गेंद को स्थिति A में स्थिर रखा जाता है। (चित्रानुसार)। क्षैतिज डोरी को काट देने पर गेंद लोलक की भांति झूलने लगती है। लटकी हुयी डोरी में स्थिति B (काटने के बाद) व स्थिति A (काटने से पूर्व) में उत्पन्न तनावों का अनुपात _____ होगा।



[Ans: $\sin^2 \theta$]

10. A rod AB is moving on a fixed circle of radius R with constant velocity 'v' as shown in figure. P is the point of intersection of the rod and the circle. At an instant the rod is at a distance $x = \frac{3R}{5}$ from centre of the circle. The velocity of the rod is perpendicular to the rod and the rod is always parallel to the diameter CD.
- चित्रानुसार एक छड़ AB, R त्रिज्या के स्थिर वृत्त पर नियत वेग 'v' से गति कर रही है। वृत्त तथा छड़ का प्रतिच्छेदन बिन्दु P है। किसी क्षण वृत्त के केन्द्र से छड़ की दूरी $x = \frac{3R}{5}$ है। छड़ का वेग छड़ के लम्बवत् है तथा छड़ हमेशा व्यास CD के समान्तर है।



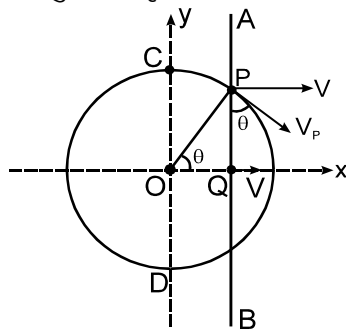
(a) Find the speed of point of intersection P.

प्रतिच्छेदन बिन्दु P की चाल ज्ञात करो।

(b) Find the angular speed of point of intersection P with respect to centre of the circle.

प्रतिच्छेदन बिन्दु P की वृत्त के केन्द्र के सापेक्ष कोणीय चाल ज्ञात करो।

[6]



Sol. (a)

As a rod AB moves, the point 'P' will always lie on the circle.

∴ its velocity will be along the circle as shown by 'V_P' in the figure. If the point P has to lie on the rod 'AB' also then it should have component in 'x' direction as 'V'.

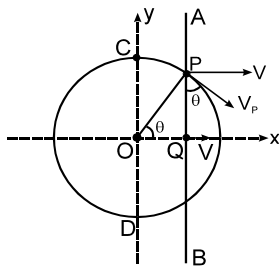
$$\therefore V_P \sin \theta = V \Rightarrow V_P = V \operatorname{cosec} \theta$$

$$\text{here } \cos \theta = \frac{x}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{3R}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{4}{5} \quad \therefore \operatorname{cosec} \theta = \frac{5}{4}$$

$$\therefore V_P = \frac{5}{4} V \quad \dots \text{Ans.}$$

हल (a)



जब छड़ AB गति करेगी, बिन्दु 'P' हमेशा वृत्त पर स्थित होगा।

∴ चित्रानुसार इसका वेग 'V_P' वृत्त के अनुदिश होगा। यदि बिन्दु P छड़ 'AB' पर स्थित होगा तो इसका 'x' दिशा में घटक 'V' होना चाहिए।

$$\therefore V_P \sin \theta = V \Rightarrow V_P = V \operatorname{cosec} \theta$$

$$\text{यहाँ } \cos \theta = \frac{x}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{3R}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{4}{5} \quad \therefore \operatorname{cosec} \theta = \frac{5}{4}$$

$$\therefore V_P = \frac{5}{4} V \quad \dots \text{Ans.}$$

Sol. (b) $\omega = \frac{V_P}{R} = \frac{5V}{4R}$

ALTERNATIVE SOLUTION : वैकल्पिक हल

Sol. (a) Let 'P' have coordinate (x, y)

माना 'P' के निर्देशांक (x, y)

$$x = R \cos \theta, y = R \sin \theta.$$

$$V_x = \frac{dx}{dt} = -R \sin \theta \frac{d\theta}{dt} = V \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{-V}{R \sin \theta}$$

तथा and $V_y = R \cos \theta \frac{d\theta}{dt} = R \cos \theta \left(-\frac{V}{R \sin \theta} \right) = -V \cot \theta$

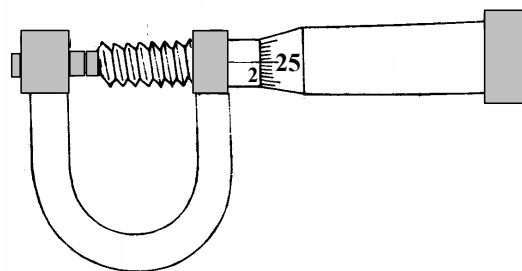
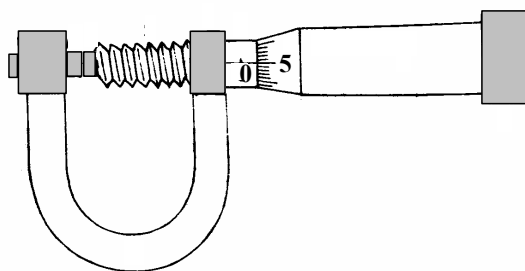
$$\therefore V_P = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V^2 + V^2 \cot^2 \theta} = V \operatorname{cosec} \theta \quad \dots \text{Ans.}$$

Sol. (b) $\omega = \frac{V_P}{R} = \frac{5V}{4R}$

DPP No. : B30 (JEE-Advanced)
Total Marks : 41
Max. Time : 30 min.
Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.3
(3 marks, 2 min.)
[09, 06]
One or more than one options correct type ('-1' negative marking) Q.4 to Q.7
(4 marks 2 min.)
[16, 08]
Subjective Questions ('-1' negative marking) Q.8 to Q.9
(4 marks 5 min.)
[08, 10]
Match the Following (no negative marking) Q.10
(8 marks, 6 min.)
[08, 06]
ANSWER KEY OF DPP NO. : B30

- | | | | | | |
|--------|-------------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| 1. (C) | 2. (D) | 3. (D) | 4. (B)(C) (D) | 5. (C) | 6. (A) |
| 7. (C) | 8. $2\sqrt{29}$ N | 9. $\left \frac{3a}{5} + \frac{4b}{5} \right $ | 10. (A) q (B) s (C) s (D) q | | |

1. The number of circular divisions on the shown screw gauge is 50. It moves 0.5 mm on main scale for one complete rotation. Main scale reading is 2. The diameter of the ball is :
 चित्र में प्रदर्शित स्कूगेज में 50 वृत्ताकार भाग है। यह मुख्य पैमाने पर एक पूर्ण घूर्णन के लिए 0.5 mm गति करता है तथा मुख्य पैमाने पर पाठ्यांक 2 है। बॉल का व्यास है :



(A) 2.25 mm

(B) 2.20 mm

(C*) 1.20 mm

(D) 1.25 mm

Sol. Zero error = $5 \times \frac{0.5}{50} = 0.05$ mm

Actual measurement

$$= 2 \times 0.5 \text{ mm} + 25 \times \frac{0.5}{50} - 0.05 \text{ mm}$$

$$= 1 \text{ mm} + 0.25 \text{ mm} - 0.05 \text{ mm} = 1.20 \text{ mm.}$$

Sol. शून्य त्रुटि = $5 \times \frac{0.5}{50} = 0.05$ mm

यथार्थ मापन

$$= 2 \times 0.5 \text{ mm} + 25 \times \frac{0.5}{50} - 0.05 \text{ mm}$$

$$= 1 \text{ mm} + 0.25 \text{ mm} - 0.05 \text{ mm} = 1.20 \text{ mm.}$$

2. A student performs an experiment for determination of $g \left(= \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \right)$, $\ell \approx 1\text{m}$, and he commits an error of $\Delta \ell$. For T he takes the time of n oscillations with the stop watch of least count ΔT and he commits a human error of 0.1 sec. For which of the following data, the measurement of g will be most accurate ?
- (A) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.1$, $n = 20$ (B) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.1$, $n = 50$
 (C) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.01$, $n = 20$ (D*) $\Delta L = 0.1$, $\Delta T = 0.05$, $n = 50$

एक विद्यार्थी $g \left(= \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \right)$ की गणना के लिए एक प्रयोग करता है, $\ell \approx 1\text{m}$ तथा $\Delta \ell$ त्रुटि बताता है। ΔT अल्पतमांक वाली स्टॉप वॉच की सहायता से T के लिए n दोलों का समय ज्ञात करता है तथा 0.1 sec व्यक्तिगत त्रुटि बताता है। निम्न में से किन आंकड़ों के लिए g का मापन सबसे यथार्थ होगा ?

- (A) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.1$, $n = 20$ (B) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.1$, $n = 50$
 (C) $\Delta L = 0.5$, $\Delta T = 0.01$, $n = 20$ (D*) $\Delta L = 0.1$, $\Delta T = 0.05$, $n = 50$

Sol. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T}$

In option (D) error in Δg is minimum and number of repetition of measurement are maximum. In this case the error in g is minimum.

विकल्प (D) में Δg में त्रुटि न्यूनतम है व मापन आवृत्ति अधिकतम है। अतः इस प्रकरण में g त्रुटि न्यूनतम होगी।

3. A pilot plane of total mass M is taking a circular loop of radius r in a horizontal plane at a height where acceleration due to gravity is g_0 . The speed of the plane is constant and equal to v .
- (A) force exerted by air on the plane is mg_0

(B) force exerted by air on the plane is $\frac{mv^2}{r}$

(C) force exerted by air on the plane is $mg_0 + \frac{mv^2}{r}$

(D*) force exerted by air on the plane is $\sqrt{(mg_0)^2 + \left(\frac{mv^2}{r}\right)^2}$

एक हवाई जहाज जिसका कुल द्रव्यमान M है, क्षैतिज तल में r त्रिज्या के वृत्ताकार लूप में किसी ऊँचाई पर गति कर रहा है जहाँ गुरुत्व के कारण त्वरण g_0 है। जहाज की चाल v नियत है।

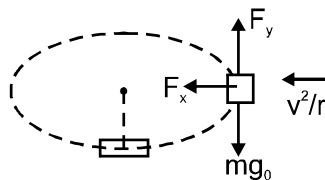
(A) विमान पर वायु द्वारा कार्यरत बल mg_0 है।

(B) विमान पर वायु द्वारा कार्यरत बल $\frac{mv^2}{r}$ है।

(C) विमान पर वायु द्वारा कार्यरत बल $mg_0 + \frac{mv^2}{r}$ है।

(D*) विमान पर वायु द्वारा कार्यरत बल $\sqrt{(mg_0)^2 + \left(\frac{mv^2}{r}\right)^2}$

Sol.



$F_y = mg_0$

$F_x = \frac{mv^2}{r}$

$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(mg_0)^2 + \left(\frac{mv^2}{r}\right)^2}$

4. A ball of mass 1.6 kg is projected with a velocity of 20 m/s at an angle of 37° above the horizontal. After 1.2 sec., gravitational field vanishes and a force of constant magnitude is applied after that, force being always perpendicular to the direction of motion till it strikes the ground. When it strikes the ground it is moving vertically. Choose the correct option ($g = 10 \text{ m/s}^2$) :

1.6 kg द्रव्यमान की एक गेंद, क्षैतिज से 37° के कोण पर 20 m/s के वेग से प्रक्षेपित की जाती है। 1.2 sec. पश्चात् गुरुत्वीय क्षेत्र समाप्त हो जाता है तथा नियत परिमाण का एक बल लगाया जाता है। इसके पश्चात् बल सदैव गति की दिशा के लम्बवत् तब तक रहता है जब तक कि यह धरातल पर न पहुँच जाये। जब यह धरातल से टकराता है तब यह ऊर्ध्वाधर गति कर रहा है। सही विकल्प का चयन कीजिए। ($g = 10 \text{ m/s}^2$) :

(A) Initially path is parabolic and later on it becomes hyperbolic

(B*) The radius of the circle will be 7.2 m and constant magnitude of force applied is $\frac{512}{9} \text{ N}$

(C*) The speed during circular motion will be 16 m/s

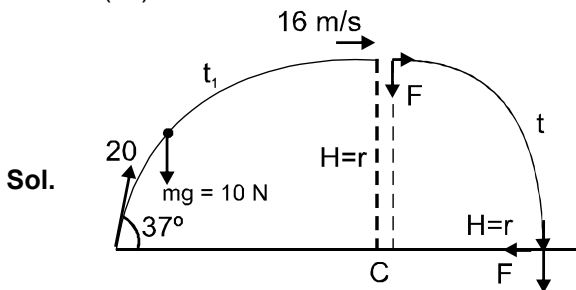
(D*) The time it takes to strike the ground is less than that it would have taken in projectile motion

(A) प्रारम्भिक पथ परवलयिक है तथा इसके बाद यह अतिपरवलयिक है।

(B*) वृत्त की त्रिज्या 7.2 m है तथा नियत परिमाण का आरोपित बल $\frac{512}{9} \text{ N}$ है।

(C*) गति के दौरान चाल 16 m/s होगी।

(D*) धरातल से टकराने में लगा समय प्रक्षेप्य गति में लगे समय से कम होगा।



$$t_1 = \frac{20 \times 3/5}{10} = 1.2 \text{ sec.}$$

$$H = \frac{(12)^2}{2 \times 10} = 7.2 \text{ m} = r$$

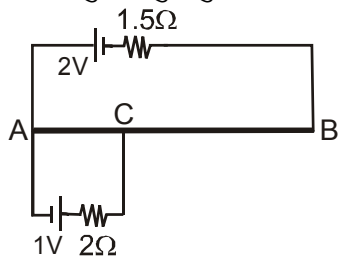
$$F = \frac{1.6 \times 16 \times 16}{7.2} = \frac{512}{9} \text{ N}$$

$$\text{For circle वृत्त के लिए } t = \frac{3.14 \times 7.2}{2 \times 16} < 1.2 \text{ sec.}$$

COMPREHENSION

AB is a uniform wire of length 70 cm and resistance 7Ω . Part AC is 20 cm long. Two resistors and two ideal cells are connected as shown.

AB एकसमान तार है जिसकी लम्बाई 70 cm एवं प्रतिरोध 7Ω है। भाग AC की लम्बाई 20 cm है। दो प्रतिरोध एवं दो आदर्श सैल चित्रानुसार जुड़े हुये हैं।



5. Potential gradient of the part CB of the wire is :

तार के CB भाग की विभव प्रवणता है —

(A) 2.5V/m

(B) 2V/m

(C*) $\frac{10}{3} \text{ V/m}$

(D) 7.5V/m

6. Potential gradient of the part AC is :

तार के AC भाग की विभव प्रवणता है -

- (A*) $\frac{5}{6}$ V/m (B) 2V/m (C) 5 V/m (D) 7.5V/m

7. Of the points A, B and C the potential is maximum at point:

बिन्दु A, B तथा C में से विभव अधिकतम किस बिन्दु पर होगा -

- (A) A (B) B (C*) C

(D) same at all of these three points.

(D) तीनों बिन्दुओं पर समान होगा।

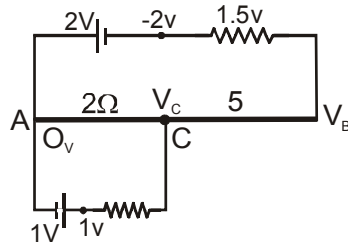
Sol. Let $V_A = 0$ volts.

$\therefore$ Net current entering node C = 0

$$\therefore \frac{0 - V_C}{2} + \frac{-2 - V_C}{6.5} + \frac{1 - V_C}{2} = 0$$

$$\therefore V_C = \frac{1}{6} \text{ volt.} = \text{p.d across wire AC.}$$

$$\text{Also } \frac{V_C - V_B}{5} = \frac{V_B + 2}{1.5} = \frac{V_C + 2}{6.5} = \frac{1}{3}$$

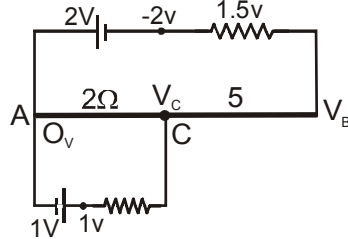


$$\therefore V_C - V_B = \frac{5}{3} = \text{p.d. across wire BC}$$

$$\therefore V_C > V_B > V_A$$

Hence potential gradient across BC = V/m

also potential gradient across AC V/m



माना $V_A = 0$ वोल्ट

$\therefore$ संघी C पर प्रवेश करने वाली कुल धारा = 0

$$\therefore \frac{0 - V_C}{2} + \frac{-2 - V_C}{6.5} + \frac{1 - V_C}{2} = 0$$

$$\therefore V_C = \frac{1}{6} \text{ volt.} = \text{तार AC के सिरों पर विभव पतन}$$

$$\text{एवं } \frac{V_C - V_B}{5} = \frac{V_B + 2}{1.5} =$$

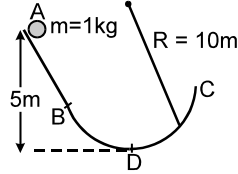
$$\therefore V_C - V_B = \frac{V_C + 2}{6.5} = \frac{1}{3} = \text{तार BC के सिरों पर विभव पतन}$$

$$\therefore V_C > V_B > V_A$$

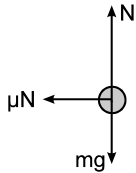
$$\text{BC के सिरों पर विभव पतन} = \frac{5/3}{1/2} = \frac{10}{3} \text{ V/m}$$

$$\text{AC के सिरों पर विभव पतन} = \frac{1/6}{1/5} = \frac{5}{6} \text{ V/m}$$

8. A particle of mass 1 kg slides down a track as shown in figure. Part BC of the track is circular with radius $R = 10\text{m}$. Part DC of the track is rough with coefficient of kinetic friction $= 0.2$. What is the total force acting on the particle when it has just passed point D
 1 kg द्रव्यमान का एक कण चित्रानुसार पथ पर नीचे की ओर फिसल रहा है। पथ का भाग BC वृत्ताकार है जिसकी त्रिज्या $R = 10\text{m}$ है। पथ का भाग DC खुरदरा है जिसका गतिक घर्षण गुणांक $= 0.2$ है। कण पर कार्यरत कुल बल क्या होगा जब यह ठीक बिन्दु D से गुजरता है।



Sol.



The speed of particle at D is $v = \sqrt{2gh}$

D पर कण की चाल $v = \sqrt{2gh}$ है

The freebody diagram of the particle just after it crosses D is

कण के ठीक D को पार करने पर इसका मुक्त वस्तु चित्र

The total force on the particle when it crossed D is

कण पर कुल बल जब यह D को पार करता है।

$$F = m\sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{2 \times 10 \times 5}{10} = 10 \text{ m/s}^2$$

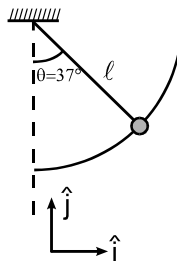
$$a_t = \frac{\mu N}{m} = \frac{0.2 \left[mg + \frac{mv^2}{R} \right]}{m} = 0.2 [10 + 10] = 4 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1\sqrt{(10)^2 + 4^2} = \sqrt{116} = 2\sqrt{29} \text{ N}$$

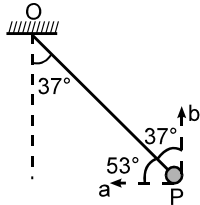
Ans. $2\sqrt{29} \text{ N}$

9. A ball attached with massless rope of the length ℓ swings in vertical circle as shown in figure. The total acceleration of the ball is $-a\hat{i} + b\hat{j} \text{ m/sec}^2$ when it is at angle $\theta = 37^\circ$; (where a and b are positive constant). Find the magnitude of centripetal acceleration of the ball at the instant shown. The axis system is shown in figure.

एक गेंद को ℓ लम्बाई की द्रव्यमानहीन रस्सी से जोड़कर ऊर्ध्व वृत्त में चित्रानुसार घुमाया जाता है। जब यह ऊर्ध्व से $\theta = 37^\circ$ का कोण बना रही है तब इसका कुल त्वरण $-a\hat{i} + b\hat{j} \text{ m/sec}^2$ है (जहाँ a तथा b धनात्मक नियतांक हैं) इस क्षण पर गेंद के अभिकेन्द्रीय त्वरण का परिमाण बताइए। अक्ष निकाय चित्र में दर्शाया गया है।



Sol.



Normal or centripetal acceleration of the ball is component of net acceleration along PO.

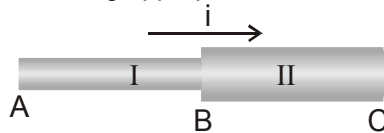
गेंद का अभिलम्ब या अभिकेंद्रीय त्वरण है

PO के अनुदिश कुल त्वरण का घटक .

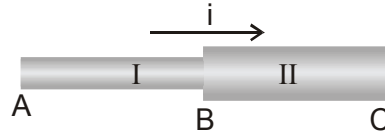
$$\therefore a_c = a \cos 53^\circ + b \cos 37^\circ = \frac{3a}{5} + \frac{4b}{5} \text{ m/sec}^2$$

Ans. $\left| \frac{3a}{5} + \frac{4b}{5} \right|$

10. Column I gives physical quantities of a situation in which a current i passes through two rods I and II of equal length that are joined in series. The ratio of free electron density (n), resistivity (ρ) and cross-section area (A) of both are in ratio $n_1 : n_2 = 2 : 1$, $\rho_1 : \rho_2 = 2 : 1$ and $A_1 : A_2 = 1 : 2$ respectively. Column II gives corresponding results. Match the ratios in Column I with the values in Column II and indicate your answer by darkening appropriate bubbles in the 4×4 matrix given in the OMR.



स्तम्भ I उस स्थिति की भौतिक राशियों को दिखाता है जिसमें एक धारा i श्रेणीक्रम में जुड़ी बराबर लम्बाई की दो छड़ों I और II से होकर बहती है। दोनों के मुक्त इलेक्ट्रॉन घनत्व (n), प्रतिरोधकता (ρ) और अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (A) का अनुपात क्रमशः $n_1 : n_2 = 2 : 1$, $\rho_1 : \rho_2 = 2 : 1$ और $A_1 : A_2 = 1 : 2$ है। स्तम्भ II संगत परिणामों को दिखाता है। स्तम्भ I में दिये गये भौतिक राशियों के अनुपात को स्तम्भ II में दिये गये संगत परिणामों से सुमेलित कीजिए और अपने उत्तर को दी गई OMR में उचित बुलबुलों को काला कर 4×4 मैट्रिक्स में दर्शाइये।



Column I
स्तम्भ I

Column II
स्तम्भ II

(A)	Drift velocity of free electron in rod I	(p) 0.5
	Drift velocity of free electron in rod II	
(B)	Electric field in rod I	(q) 1
	Electric field in rod II	
(C)	Potential difference across rod I	(r) 2
	Potential difference across rod II	
(D)	Average time taken by free electron to move from A to B	(s) 4
	Average time taken by free electron to move from B to C	
(A)	छड़ I में मुक्त इलेक्ट्रॉन का अनुगमन (अपवहन) वेग	(p) 0.5
	छड़ II में मुक्त इलेक्ट्रॉन का अनुगमन (अपवहन) वेग	
(B)	छड़ I में विद्युत क्षेत्र	(q) 1
	छड़ II में विद्युत क्षेत्र	
(C)	छड़ I के सिरो पर विभवान्तर	(r) 2
	छड़ II के सिरो पर विभवान्तर	
(D)	मुक्त इलेक्ट्रॉन द्वारा A से B तक जाने में लगा औसत समय	(s) 4
	मुक्त इलेक्ट्रॉन द्वारा B से C तक जाने में लगा औसत समय	

Ans. (A) q (B) s (C) s (D) q
Sol. (A) Since current in both rods is same.

चूँकि धारा दोनों छड़ों में समान है

$$\therefore n_1 e v_1 A_1 = n_2 e v_2 A_2$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{1} = 1$$

$$(B) \therefore E = \rho J = \rho \frac{I}{A} \quad \therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{2}{1} \times \frac{2}{1} = 4$$

$$(C) \frac{\text{p.d. across rod I छड़ I पर विभवान्तर}}{\text{p.d. across rod II छड़ II पर विभवान्तर}} = \frac{E_1 \times AB}{E_2 \times BC} = 4$$

$$(D) \frac{\text{Average time taken by free electron to move from A to B}}{\text{Average time taken by free electron to move from B to C}} = \frac{AB}{V_1} \times \frac{V_2}{BC} = 1$$

$$\frac{\text{मुक्त इलेक्ट्रॉन द्वारा A से B तक जाने में लगा समय}}{\text{मुक्त इलेक्ट्रॉन द्वारा B से C तक जाने में लगा समय}} = \frac{AB}{V_1} \times \frac{V_2}{BC} = 1$$

DPP No. : B31 (JEE-Main)

Total Marks : 60

Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.20

Max. Time : 40 min.

(3 marks, 2 min.)

[60, 40]

ANSWER KEY OF DPP NO. : B31

1. (C)	2. (A)	3. (C)	4. (B)	5. (C)	6. (C)	7. (C)
8. (C)	9. (B)	10. (A)	11. (D)	12. (D)	13. (A)	14. (B)
15. (C)	16. (B)	17. (B)	18. (C)	19. (D)	20. (B)	

1. A simple pendulum of mass m and charge $+q$ is suspended vertically by a massless thread of length ℓ . At the point of suspension, a point charge $+q$ is also fixed. If the pendulum is displaced slightly from equilibrium position, its time period will be

m द्रव्यमान तथा $+q$ आवेश का सरल लोलक ℓ लम्बाई की द्रव्यमानहीन रस्सी से उर्ध्वाधर लटका हुआ है। निलम्बन बिन्दु पर एक $+q$ बिन्दुवत् आवेश रखा जाता है। यदि सरल लोलक को इसकी साम्यावस्था से थोड़ा सा विस्थापित किया जाए तो इसका आवर्त काल होगा

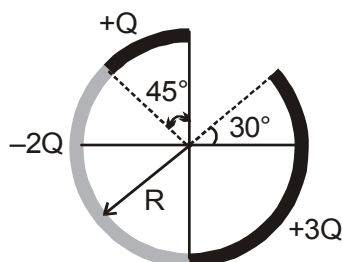
(A) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g + \frac{kq^2}{m\ell^2}}}$ (B) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ (C*) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ (D) will be greater than $2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

(A) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g + \frac{kq^2}{m\ell^2}}}$ (B) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ (C*) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ (D) $2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ से ज्यादा होगा।

Sol. Torque of electrostatic force is zero. स्थिर वैद्युत बल का बल आघूर्ण शून्य है।

2. Figure shows three circular arcs, each of radius R and total charge as indicated. The net electric potential at the centre of curvature is :

तीन वृत्ताकार चाप, प्रत्येक की त्रिज्या R एवं उन पर कुल आवेश चित्र में दर्शाये गये हैं। वक्रता केन्द्र पर परिणामी विभव है—



(A*) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}$ (B) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (C) $\frac{2Q}{\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$

Sol. $V = V_1 + V_2 + V_3$

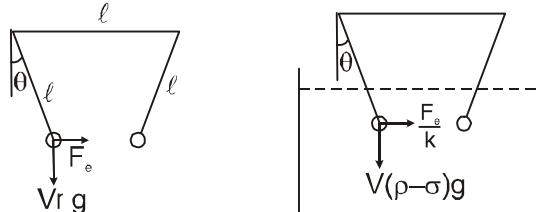
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{-2Q}{R} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3Q}{R} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{2Q}{R} \right)$$

3. Two identical spheres of same mass and specific gravity (which is the ratio of density of a substance and density of water) 2.4 have different charges of Q and $-3Q$. They are suspended from two strings of same length ℓ fixed to points at the same horizontal level, but distant ℓ from each other. When the entire set up is transferred inside a liquid of specific gravity 0.8, it is observed that the inclination of each string in equilibrium remains unchanged. Then the dielectric constant of the liquid is

दो एकसमान द्रव्यमान एवं समान विशिष्ट घनत्व 2.4 (जो कि वस्तु तथा पानी के घनत्व का अनुपात है) के समरूप गोलों पर Q तथा $-3Q$ का अलग-अलग आवेश है। उनको दो समान लम्बाई ℓ के धागों द्वारा समान क्षैतिज स्तर पर स्थित बिन्दुओं जो कि परस्पर ℓ दूरी पर है, से लटकाया गया है। जब सम्पूर्ण प्रकम को विशिष्ट घनत्व 0.8 वाले द्रव में स्थानान्तरित किया जाता है, तब साम्यावस्था में धागों का झुकाव अपरिवर्तित पाया जाता है तो द्रव का परावैद्युतांक होगा—

- (A) 2 (B) 3 (C*) 1.5 (D) None of these इनमें से कोई नहीं

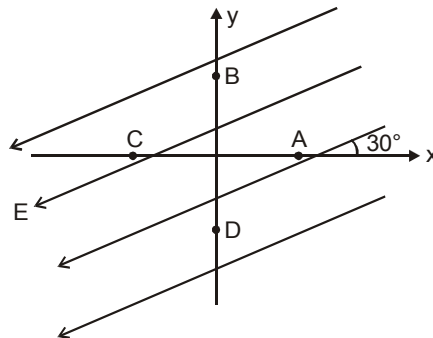
Sol.



$$\tan \theta = \frac{F_e}{V_r g} = \frac{F_e/k}{V(\rho - \sigma)g} \Rightarrow k = \frac{\rho}{\rho - \sigma} = \frac{2.4}{2.4 - 0.8} = 1.5$$

Ans. $k = \frac{\rho}{\rho - \sigma} = \frac{2.4}{2.4 - 0.8} = 1.5$

4. There exists a uniform electric field in the space as shown. Four points A, B, C and D are marked which are equidistant from the origin. If V_A , V_B , V_C and V_D are their potentials respectively, then दिखाये गये भाग में एक समान विद्युत क्षेत्र अस्तित्व में है। चार बिन्दु A, B, C तथा D चिन्हित हैं, जो कि मूल बिन्दु से समान दूरी पर हैं। यदि V_A , V_B , V_C तथा V_D क्रमशः उनके विभव हों, तो

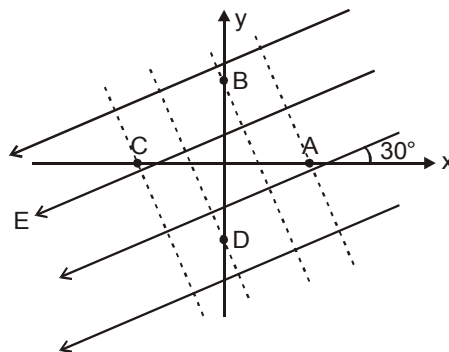


- (A) $V_B > V_A > V_C > V_D$
(C) $V_A = V_B > V_C = V_D$

- (B*) $V_A > V_B > V_D > V_C$
(D) $V_B > V_C > V_A > V_D$

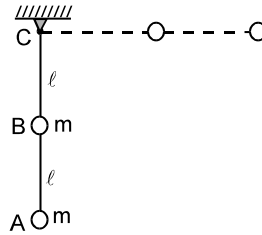
Sol. Four lines, perpendicular to lines of electric field and passing through A, B, C and D are drawn. These are equipotential lines. As potential decreases in the direction of electric field, therefore $V_A > V_B > V_D > V_C$

विद्युत क्षेत्र के लम्बवत् तथा A, B, C एवं D से पारित चार विद्युत क्षेत्र रेखायें खींची गई हैं। ये सम विभव रेखायें हैं। विद्युत क्षेत्र की दिशा में विभव घटता है, अतः $V_A > V_B > V_D > V_C$



5. A weightless rod of length 2ℓ carries two equal masses 'm', one tied at lower end A and the other at the middle of the rod at B. The rod can rotate in vertical plane about a fixed horizontal axis passing through C. The rod is released from rest in horizontal position. The speed of the mass B at the instant rod, become vertical is :

2ℓ लम्बाई की एक भारहीन छड़ से दो समान द्रव्यमान 'm' जुड़े हुए हैं एक निचले सिरे A से तथा दूसरा छड़ के मध्य बिन्दु B से। छड़ C से गुजरने वाली एक स्थिर अक्ष के सापेक्ष उर्ध्व समतल में घूम सकती है। छड़ को क्षैतिज स्थिति से छोड़ा जाता है। द्रव्यमान B की चाल ज्ञात कीजिए जब छड़ उर्ध्व हो जाए -



- (A) $\sqrt{\frac{3g\ell}{5}}$ (B) $\sqrt{\frac{4g\ell}{5}}$ (C*) $\sqrt{\frac{6g\ell}{5}}$ (D) $\sqrt{\frac{7g\ell}{5}}$

Sol.(C) Let v be the speed of B at lowermost position, the speed of A at lowermost position is $2v$.

मानों निम्नतर स्थिति पर B की चाल v है। निम्नतर स्थिति पर A की चाल $2v$ है।

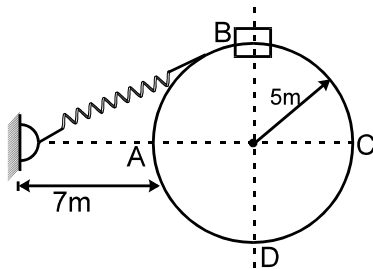
From conservation of energy ऊर्जा संरक्षण से

$$\frac{1}{2} m (2v)^2 + \frac{1}{2} mv^2 = mg(2\ell) + mg\ell.$$

Solving we get हल करने पर $v = \sqrt{\frac{6}{5} g\ell}.$

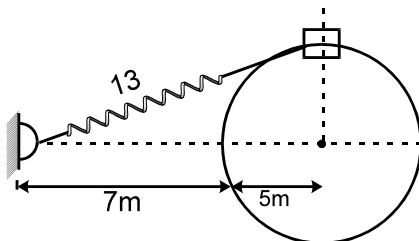
6. A collar 'B' of mass 2 kg is constrained to move along a horizontal smooth and fixed circular track of radius 5 m. The spring lying in the plane of the circular track and having spring constant 200 N/m is undeformed when the collar is at 'A'. If the collar starts from rest at 'B', the normal reaction exerted by the track on the collar when it passes through 'A' is :

2 kg द्रव्यमान का कॉलर B, 5 मीटर त्रिज्या के स्थिर तथा चिकने क्षैतिज वृत्ताकार पथ के अनुदिश गति करने के लिए बाधित है। वृत्तीय पथ के तल में एक स्प्रिंग स्थित है, जिसका बल नियतांक 200 N/m है तथा यह सामान्य लम्बाई में है जब कॉलर 'A' पर स्थित है। यदि कॉलर 'B' पर स्थिर अवस्था से प्रारम्भ होता है तो बिन्दु A से गुजरने के दौरान पथ द्वारा कॉलर पर लगाई गई अभिलम्ब प्रतिक्रिया होगी।



- (A) 360 N (B) 720 N (C*) 1440 N (D) 2880 N

Sol.

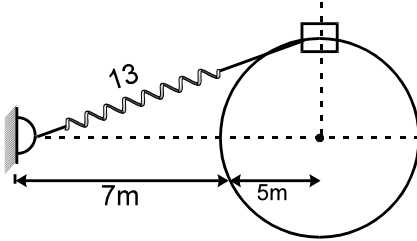


Initial extension will be equal to 6 m.

$$\therefore \text{Initial energy} = \frac{1}{2} (200) (6)^2 = 3600 \text{ J.}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaching A : } \frac{1}{2}mv^2 &= 3600 \text{ J} \\ \Rightarrow mv^2 &= 7200 \text{ J} \\ \text{From F.B.D. at A :} \\ N &= \frac{mv^2}{R} = \frac{7200}{5} = 1440 \text{ N} \end{aligned}$$

हल:



प्रारम्भ में विस्तार 6 m के बराबर है।

$$\therefore \text{प्रारम्भिक ऊर्जा} = \frac{1}{2} (200) (6)^2 = 3600 \text{ J.}$$

$$\begin{aligned} \text{A पर पहुँचने पर : } \frac{1}{2}mv^2 &= 3600 \text{ J} \\ \Rightarrow mv^2 &= 7200 \text{ J} \\ \text{A पर F.B.D} \\ N &= \frac{mv^2}{R} = \frac{7200}{5} = 1440 \text{ N} \end{aligned}$$

7. A particle is projected along a horizontal field whose coefficient of friction varies as $\mu = \frac{A}{r^2}$ where r is the distance from the origin in meters and A is a positive constant. The initial distance of the particle is 1 m from the origin and its velocity is radially outwards. The minimum initial velocity at this point so that particle never stops is :

एक कण को क्षैतिज क्षेत्र के अनुदिश प्रक्षेपित किया गया है, जिसका घर्षण गुणांक $\mu = \frac{A}{r^2}$ के अनुसार परिवर्तित होता है जहाँ r मूल बिन्दु से दूरी मी. में है तथा A एक धनात्मक स्थिरांक है। मूलबिन्दु से कण की प्रारम्भिक दूरी 1 मी. है तथा वेग त्रिज्यीय दिशा में बाहर की ओर है। इस बिन्दु पर प्रारम्भिक न्यूनतम वेग क्या है जिससे कण कभी न रुके—

- (A) ∞ (B) $2\sqrt{gA}$ (C*) $\sqrt{2gA}$ (D) $4\sqrt{gA}$

Sol. (C) Work done against friction must equal the initial kinetic energy.

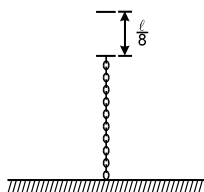
घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा के बराबर होता है।

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{2}mv^2 &= \int_1^\infty \mu \cdot mg \, dx ; \frac{v^2}{2} = A \cdot g \int_1^\infty \frac{1}{x^2} \, dx ; \frac{v^2}{2} = Ag \left[-\frac{1}{x} \right]_1^\infty \\ v^2 &= 2gA \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gA} \end{aligned}$$

8. A chain of mass M and length ℓ is held vertically such that its bottom end just touches the surface of a horizontal table. The chain is released from rest. Assume that the portion of chain on the table does not form a heap. The momentum of the portion of the chain above the table after the top end of the chain falls down by a distance $\frac{\ell}{8}$.

M द्रव्यमान तथा ℓ लम्बाई की एक जंजीर इस प्रकार ऊर्ध्वाधर स्थित है कि इसका निचला सिरा क्षैतिज टेबल की सतह को ठीक स्पर्श कर रहा है। जंजीर को विराम अवस्था से छोड़ा जाता है। यह मानिए कि जंजीर का भाग टेबल पर किसी प्रकार का ढेर नहीं बनाता है। जंजीर का ऊपरी सिरा $\frac{\ell}{8}$ दूरी से नीचे की ओर गिरने के पश्चात् टेबल पर स्थित जंजीर के भाग का संवेग होगा :.

- (A) $\frac{3}{14} M\sqrt{g\ell}$ (B) $\frac{3}{16} M\sqrt{g\ell}$ (C*) $\frac{7}{16} M\sqrt{g\ell}$ (D) $\frac{9}{14} M\sqrt{g\ell}$



Sol.

After the top end of chain falls down by $\frac{\ell}{8}$, the speed of chain is

चैन का ऊपरी सिरा $\frac{\ell}{8}$ से नीचे गिरने के बाद, चैन की चाल है

$$v = \sqrt{2g \frac{\ell}{8}} = \frac{\sqrt{g\ell}}{2}$$

The mass of chain above table is $\frac{7}{8} M$.

ऊपर मेज पर चैन का द्रव्यमान M है

$\therefore$ momentum of chain is चैन का संवेग है।

$$\frac{7}{8} M \frac{\sqrt{g\ell}}{2} = \frac{7}{16} M \sqrt{g\ell}$$

9. Two cylindrical rods of uniform cross-section area A and $2A$, having free electrons per unit volume $2n$ and n respectively are joined in series. A current I flows through them in steady state. Then the ratio of drift velocity of free electron in left rod to drift velocity of electron in the right rod is $\left(\frac{v_L}{v_R}\right)$ is :

A व $2A$ एक समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल की दो बेलनाकार छड़ें जिनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन प्रति इकाई आयतन क्रमागत $2n$ व n हैं, श्रेणीक्रम में जोड़ी गई हैं। साम्यावस्था में उनमें से I धारा प्रवाहित है तो बायीं छड़ में मुक्त इलेक्ट्रॉन के अनुगमन

वेग का दायीं छड़ में मुक्त इलेक्ट्रॉन के अनुगमन वेग से अनुपात $\left(\frac{v_L}{v_R}\right)$ है।



- (A) $\frac{1}{2}$ (B*) 1 (C) 2 (D) 4

Sol. Since current $I = neAv_d$ through both rods is same

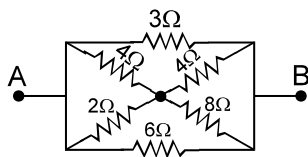
चूंकि धारा $I = neAv_d$ दोनों छड़ों में समान है

$$2(n) e A v_L = n e (2A) v_R$$

$$\text{or } \frac{v_L}{v_R} = 1$$

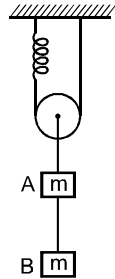
10. The equivalent resistance between A & B is:

A व B के बीच तुल्य प्रतिरोध है :



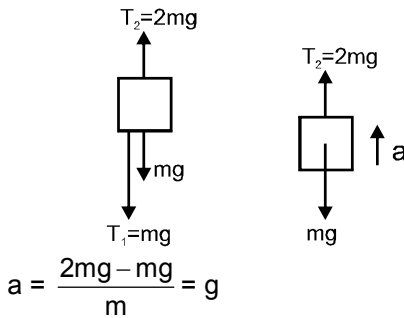
- (A*) $\frac{4}{3} \Omega$ (B) $\frac{17}{24} \Omega$ (C) 29Ω (D) $\frac{24}{17} \Omega$

11. Two mass A and B, each of mass m , are initially in equilibrium as shown in figure. The acceleration of block A just after string between A and B is cut will be : (g = acceleration due to gravity).
 m द्रव्यमान के दो द्रव्यमान A तथा B चित्रानुसार प्रारम्भ में साम्यावस्था में हैं। A तथा B के मध्य की रस्सी को काटने के ठीक पश्चात् ब्लॉक A का त्वरण होगा : (g = गुरुत्व के कारण त्वरण)

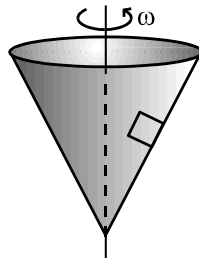


- (A) $2g$ downward (B) $2g$ upward (C) g downward (D*) g upward
 (A) $2g$ नीचे की ओर (B) $2g$ ऊपर की ओर (C) g नीचे की ओर (D*) g ऊपर की ओर

Sol. FBD of A before cut (काटने के पहले FBD) FBD of A after cut (काटने के बाद FBD)



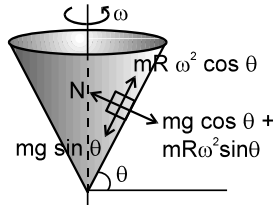
12. A smooth and vertical cone-shaped funnel is rotated with a constant angular velocity ω in such a way that an object on the inner wall of the funnel is at rest w.r.t. the funnel. If the object is slightly displaced along the slope from this position and released :
 एक चिकनी तथा उर्ध्व शंकु आकार की कीप (Funnel) को कोणीय वेग ω से इस प्रकार घुमाया जाता है कि कीप की आन्तरिक दीवार पर स्थित एक वस्तु कीप के सापेक्ष स्थिरावस्था में रहती है। अगर वस्तु को इस स्थिति से ढाल के अनुदिश थोड़ा विस्थापित करके छोड़ दिया जाए तो :



- (A) it will be in equilibrium at its new position. यह इसकी नवीन स्थिति पर साम्यावस्था में होगा।
 (B) it will execute SHM यह सरल आवर्तगति करेगा।
 (C) it will oscillate but the motion is not SHM यह दोलन करेगा परन्तु इसकी गति सरल आवर्त नहीं होगी।
 (D*) none of these इनमें से कोई नहीं।

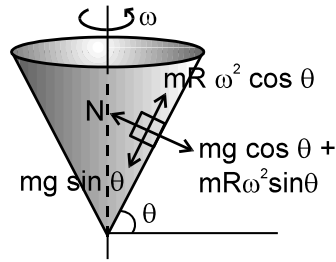
Sol. F.B.D. of the object w.r.t. the rotating cone is shown :

If we displace the object along the slope then 'R' (the radius of the circle on which the object moves) will change and hence there will be no equilibrium of the object along the slope.



As a result, it will move up or down along the slope.
 Hence (D) is correct

- Sol.** घूर्णित शंकु के सापेक्ष वस्तु का मुक्त वस्तु चित्र दिखाया गया है।
यदि हम ढाल के अनुदिश वस्तु को खिसकाते हैं तो 'R' बदलेगी (वृत्त की त्रिज्या जिस पर वस्तु गति करती है) और इस प्रकार वहाँ ढाल के अनुदिश वस्तु की साम्यावस्था नहीं होगी।



परिणामस्वरूप यह ऊपर या नीचे ढाल के अनुदिश गति करेगा। अतः (D) सही है।

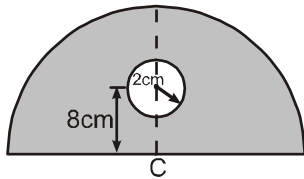
- 13.** The centre of mass of a system of particles is at (x_0, y_0, z_0) where $x_0 \leq 0, y_0 \leq 0$. It is known that no particle lies in the region $y < 0$ and $x < 0$ then the position of centre of mass can be कणों के एक निकाय का द्रव्यमान केन्द्र (x_0, y_0, z_0) पर स्थित है जहाँ $x_0 \leq 0, y_0 \leq 0$, यह ज्ञात है कि क्षेत्र $y < 0$ या $x < 0$ में कोई भी कण स्थित नहीं है। तो द्रव्यमान केन्द्र की स्थिति हो सकती है।

(A*) $(0, 0, 4)$ (B) $(0, -4, 0)$ (C) $(-4, 0, 0)$ (D) $(-4, -4, 4)$

- Sol.** x & y coordinates of all the particles are positive. Hence x & y coordinates of centre of mass of the system can not be negative.

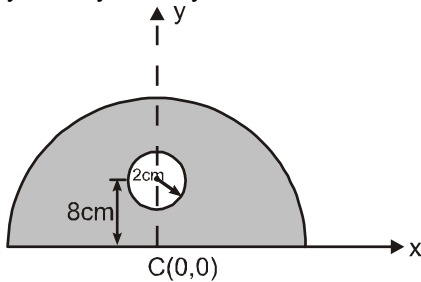
सभी कणों के x तथा y निर्देशांक धनात्मक है। अतः निकाय के द्रव्यमान केन्द्र के x तथा y निर्देशांक धनात्मक होते हैं।

- 14.** In the figure shown a hole of radius 2 cm is made in a semicircular disc of radius 6π cm at a distance 8 cm from the centre C of the disc. The distance of the centre of mass of this system from point C is: चित्रानुसार 6π सेमी. त्रिज्या की अर्द्धवृत्ताकार चकती में चकती के केन्द्र C से 8 cm दूरी पर 2 cm त्रिज्या का छिद्र काटते हैं। इस निकाय के द्रव्यमान केन्द्र की बिन्दु C से दूरी है।



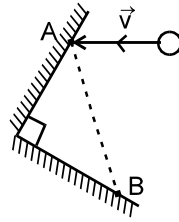
(A) 4 cm (B*) 8 cm (C) 6 cm (D) 12 cm

- Sol.** Taking C as origin and x & y-axes as shown in figure.
Due to symmetry about y-axis



$$\begin{aligned}
 x_{cm} &= 0 \\
 y_{cm} &= \left(\frac{m_1 y_1 - m_2 y_2}{m_1 - m_2} \right) \\
 &= \frac{\left(\frac{\pi(6\pi)^2}{2} \right) \left(\frac{4(6\pi)}{3\pi} \right) - [\pi(2)^2(8)]}{\frac{\pi(6\pi)^2}{2} - \pi(2)^2} \quad (m \propto \text{Area}) \\
 &= \frac{8(18\pi^2 - 4)}{(18\pi^2 - 4)} = 8 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$

15. AB is an L shaped obstacle fixed on a horizontal smooth table. A ball strikes it at A, gets deflected and restrikes it at B. If the velocity vector before collision is $\vec{v}$ and coefficient of restitution of each collision is 'e', then the velocity of ball after its second collision at B is
- AB एक L आकार का अवरोधक है। यह एक क्षैतिज चिकनी मेज पर स्थित है। एक गेंद इस पर बिन्दु A पर टकराती है तथा विक्षेपित होकर B पर पुनः टकराती है। यदि टक्कर से पूर्व वेग सदिश $\vec{v}$ है तथा प्रत्येक टक्कर के लिए प्रत्यावस्थान गुणांक 'e' है तो B पर द्वितीय टक्कर के बाद गेंद का वेग होगा —



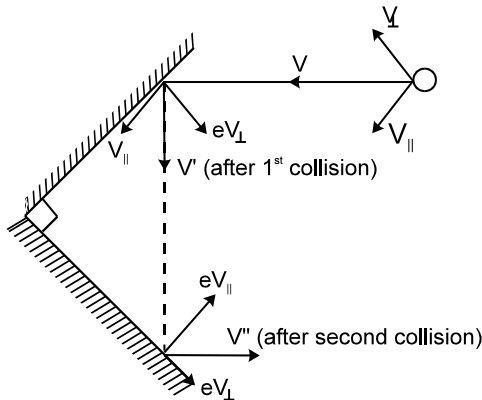
(A) $e^2\vec{v}$

(B) $-e^2\vec{v}$

(C*) $-e\vec{v}$

(D) data insufficient आँकड़े अपर्याप्त हैं।

Sol.

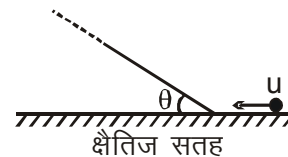
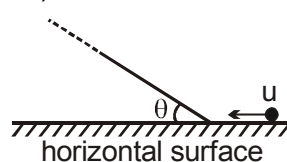


During 1st collision perpendicular component of V , $V_{\perp}$ becomes e times, while $\parallel^{\text{nd}}$ component $V_{\parallel}$ remains unchanged and similarly for second collision. The end result is that both $V_{\parallel}$ and $V_{\perp}$ becomes e times their initial value and hence $V'' = -eV$ (the $(-)$ sign indicates the reversal of direction).

पहली टक्कर के दौरान V का लम्बवत् घटक $V_{\perp}$ e गुणा हो जाता है जबकि दूसरा घटक $V_{\parallel}$ अपरिवर्तित रहता है तथा ऐसा ही दूसरी टक्कर के दौरान होता है। अन्तिम परिमाण यह है कि $V_{\parallel}$ तथा $V_{\perp}$ अपनी प्रारंभिक मान के e गुणा हो जाते हैं तथा इसलिए $V'' = -eV$ ($(-)$ चिन्ह दिशा का विपरीत होना दिखाता है)

16. A particle of mass m is given initial horizontal velocity of magnitude u as shown in the figure. It transfers to the fixed inclined plane without a jump, that is, its trajectory changes sharply from the horizontal line to the inclined line. All the surfaces are smooth and $90^\circ \geq \theta > 0^\circ$. Then the height to which the particle shall rise on the inclined plane (assume the length of the inclined plane to be very large)

चित्र में दिखाये अनुसार m द्रव्यमान के एक कण को प्रारम्भ में u परिमाण का क्षैतिज वेग दिया जाता है। यह स्थिर नत तल पर बिना उछले (without jump) चला जाता है और इसका पथ तेजी से क्षैतिज रेखा से नत रेखा के अनुदिश हो जाता है। सभी सतह चिकनी हैं तथा $90^\circ \geq \theta > 0^\circ$ है तो वह ऊँचाई जहाँ तक कण नत तल पर चढ़ेगा (यह माने कि नत तल की लम्बाई बहुत अधिक है।)



(A) increases with increase in θ

(C) is independent of θ

(A) θ बढ़ने के साथ बढ़ेगी

(C) θ से मुक्त होगी

(B*) decreases with increase in θ

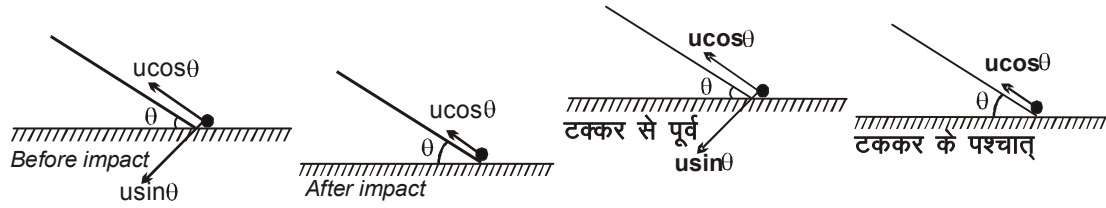
(D) data insufficient

(B*) θ बढ़ने के साथ घटेगी

(D) आँकड़े अपर्याप्त

Sol. Just before the particle transfers to inclined surface, we resolve its velocity along and normal to the plane.

टक्कर के ठीक पूर्व कण नत तल को प्रदान करेगा। इसके वेग के तल के समान्तर व लम्बवत घटक लेने से



For the trajectory of the particle to sharply change from the horizontal line to the inclined line, the impact of the particle with inclined plane should reduce the $u \sin \theta$ component of velocity to zero. Hence the particle moves up the incline with speed $u \cos \theta$.

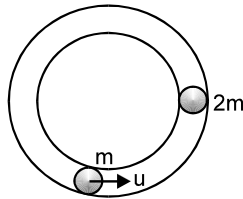
Hence as θ increases, the height to which the particle rises shall decrease.

कण का पथ क्षैतिज रेखा से नत रेखा में परिवर्तित होने के लिए, नत तल से कण की टक्कर के कारण वेग का घटक $u \cos \theta$ से शून्य हो जाना चाहिये। इसलिये कण नत तल पर ऊपर की ओर $u \cos \theta$ चाल से गति करता है।

इसलिये जब θ बढ़ता है, कण द्वारा प्राप्त ऊँचाई घटती है।

17. Two masses ' m ' and ' $2m$ ' are placed in fixed horizontal circular smooth hollow tube as shown. The mass ' m ' is moving with speed ' u ' and the mass ' $2m$ ' is stationary. After their first collision, the time elapsed for next collision. (coefficient of restitution $e = 1/2$)

चित्रानुसार स्थिर वृत्ताकार खोखली चिकनी नली में ' m ' तथा ' $2m$ ' द्रव्यमान रखे हैं। द्रव्यमान ' m ', ' u ' चाल से गति कर रहा है, जबकि ' $2m$ ' द्रव्यमान विराम में है। प्रथम टक्कर के पश्चात् अगली टक्कर होने में कितना समय लगेगा (प्रत्यावस्थान गुणांक $e = 1/2$)



- (A) $\frac{2\pi r}{u}$ (B*) $\frac{4\pi r}{u}$ (C) $\frac{3\pi r}{u}$ (D) $\frac{12\pi r}{u}$

Sol. (B) Let the speeds of balls of mass m and $2m$ after collision be v_1 and v_2 as shown in figure. Applying conservation of momentum

(B) माना m तथा $2m$ द्रव्यमान के टक्कर के पश्चात् वेग v_1 तथा v_2 है। संवेग संरक्षण के नियम से

$$mv_1 + 2mv_2 = mu \quad \text{and} \quad -v_1 + v_2 = \frac{u}{2}$$

solving we get $v_1 = 0$ and $v_2 = \frac{u}{2}$

इनको हल करने पर $v_1 = 0$ तथा $v_2 = \frac{u}{2}$

Hence the ball of mass m comes to rest and ball of mass $2m$ moves with speed $\frac{u}{2}$.

अतः m द्रव्यमान की गेंद विराम में आ जायेगी तथा $2m$ द्रव्यमान की गेंद की चाल $\frac{u}{2}$ से जायेगी।

$$t = \frac{2\pi r}{u/2} = \frac{4\pi r}{u}$$

18. The density of a solid ball is to be determined in an experiment. The diameter of the ball is measured with a screw gauge, whose pitch is 0.5 mm and there are 50 divisions on the circular scale. The reading on the main scale is 2.5 mm and that on the circular scale is 20 divisions. If the measured mass of the ball has a relative error of 2%, the relative percentage error in the density is
- एक ठोस गेंद का घनत्व एक प्रयोग से निर्धारित होना है। गेंद का व्यास एक स्क्रू-गेज, जिसका पिच 0.5 mm है तथा जिसके वृत्तीय पैमाने पर 50 भाग हैं, द्वारा मापा जाता है। माप में मुख्य पैमाने का मान 2.5 mm तथा वृत्तीय पैमाने का मान 20 भाग है। यदि गेंद के मापे गये द्रव्यमान में सापेक्ष त्रुटि 2% है, तब घनत्व में सापेक्ष त्रुटि है।

[JEE 2011, 3/160, -1]

- (A) 0.9% (B) 2.4% (C*) 3.1% (D) 4.2%

Ans. (C)

Sol. Least count = $\frac{0.5}{50} = 0.01 \text{ mm}$

Diameter of ball $D = 2.5 \text{ mm} + (20)(0.01)$
 $D = 2.7 \text{ mm}$

$$\rho = \frac{M}{\text{vol}} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3}$$

$$\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = \frac{\Delta m}{m} + 3\frac{\Delta D}{D} ; \left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = 2\% + 3\left(\frac{0.01}{2.7}\right) \times 100\%$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 3.1\%$$

Sol. अल्पतमांक = $\frac{0.5}{50} = 0.01 \text{ mm}$

गेंद का व्यास $D = 2.5 \text{ mm} + (20)(0.01)$
 $D = 2.7 \text{ mm}$

$$\rho = \frac{M}{\text{vol}} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3}$$

$$\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = \frac{\Delta m}{m} + 3\frac{\Delta D}{D}$$

$$\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)_{\max} = 2\% + 3\left(\frac{0.01}{2.7}\right) \times 100\%$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 3.1\%$$

19. A moving particle is acted upon by several forces $F_1, F_2, F_3, \dots$ etc. One of the force is chosen, say F_2 , then which of the following statement about F_2 will be true.

गतिशील कण पर $F_1, F_2, F_3, \dots$ बल कार्यरत हैं। इनमें से एक बल को लेते हैं। माना F_2 , तो निम्न में से कौनसा तथ्य F_2 के बारे में सत्य होगा –

- (A) Work done by F_2 will be negative if speed of the particle decreases.
 (B) Work done by F_2 will be positive if speed of the particle increases
 (C) Work done by F_2 will be equal to the work done by other forces if speed of the particle does not change
 (D*) If F_2 is a conservative force, then work done by all other forces will be equal to change in potential energy due to force F_2 when speed remains constant.
 (A) F_2 के द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा यदि कण की चाल कम हो रही है।
 (B) F_2 के द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा यदि कण की चाल बढ़ रही है।
 (C) F_2 के द्वारा किया गया कार्य अन्य बलों द्वारा किये गये कार्य के तुल्य होगा यदि कण की चाल नहीं बदलती है।
 (D*) यदि F_2 संरक्षित बल हो तो, सभी अन्य बलों द्वारा किया गया कार्य, बल F_2 के कारण स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन के तुल्य होगा जब चाल नियत है।

Sol. by Work energy theorem

$$W_{F_2} + W_{\text{other}} = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_{F_2} = \Delta K - W_{\text{other}} \quad \text{So A \& B are wrong}$$

If speed do not change $\Delta K = 0$

$$\text{then } W_{F_2} = -W_{\text{other}} \quad \dots(1)$$

So $W_{F_2} \neq W_{\text{other}}$

if F_2 is conservative force then

$$\Delta U = -W_{F_2} = W_{\text{other}} \quad (\text{from (1)})$$

D is only correct option

कार्य ऊर्जा प्रमेय द्वारा

$$W_{F_2} + W_{\text{दूसरा}} = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_{F_2} = \Delta K - W_{\text{दूसरा}} \quad \text{अतः A और B गलत है}$$

यदि चाल परिवर्तित नहीं होती है। $\Delta K = 0$

$$\text{तब } W_{F_2} = -W_{\text{दूसरा}} \quad \dots(1)$$

अतः $W_{F_2} \neq W_{\text{दूसरा}}$

यदि F_2 संरक्षी बल है तो

$$\Delta U = -W_{F_2} = W_{\text{दूसरा}} \quad (1) \text{ से}$$

केवल D ही सही विकल्प है।

- 20.** An object is moving along a straight line path from P to Q under the action of a force $(4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})\text{N}$. If the co-ordinate of P & Q in metres are $(3, 2, -1)$ & $(2, -1, 4)$ respectively. Then the work done by the force is:

एक वस्तु सीधी रेखा के अनुदिश पथ P से Q तक बल $(4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})\text{N}$ की उपस्थिति में गतिमान हैं। यदि बिन्दु P तथा Q के निर्देशांक मीटर में क्रमशः $(3, 2, -1)$ तथा $(2, -1, 4)$ हैं तो कार्यरत बल द्वारा किया कार्य होगा

- (A) -15 J (B*) $+15\text{ J}$ (C) 1015 J (D) $(4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})$

Sol. $\vec{PQ} = (2-3)\hat{i} + (-1-2)\hat{j} + (4-(-1))\hat{k}$

$$\vec{F} \cdot \vec{PQ} = -4 + 9 + 10 = 15\text{ J}$$