

1. ऊर्ध्वाधर वृत्त में गतिमान कण की क्रान्तिक चाल का सूत्र निकालें।

(Obtain the formula for critical speed of a particle moving in a vertical circle.)

ऊर्ध्वाधर वृत्त के उच्चतम बिंदु पर, क्रान्तिक चाल वह न्यूनतम गति है जिस पर डोरी में तनाव शून्य ($T = 0$) हो जाता है।

अभिकेंद्र बल = भार

$$\frac{mv_c^2}{r} = mg$$

$$v_c = \sqrt{rg}$$

जहाँ r वृत्त की त्रिज्या और g गुरुत्वीय त्वरण है।

At the highest point of a vertical circle, the critical speed is the minimum speed required to complete the circle such that the tension in the string becomes zero ($T = 0$).

Centripetal force = Weight

$$\frac{mv_c^2}{r} = mg \implies v_c = \sqrt{rg}$$

Where r is the radius and g is the acceleration due to gravity.

2. कार्य-ऊर्जा प्रमेय को प्रमाणित करें।

(Prove work-energy theorem.)

हिन्दी:

प्रमेय: किसी बल द्वारा किया गया कार्य, वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है (

$$W = \Delta K)।$$

प्रमाण: गति के तीसरे समीकरण से:

$$v^2 - u^2 = 2as \implies a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

$$\text{बल } F = ma = m \left(\frac{v^2 - u^2}{2s} \right)$$

कार्य

$$W = F \times s = m \left(\frac{v^2 - u^2}{2s} \right) \times s = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2$$

$$\text{अतः, } W = K_f - K_i।$$

अतः, $W = K_f - K_i$

English:

Theorem: The work done by a net force on an object is equal to the change in its kinetic energy ($W = \Delta K$).

Proof: From the 3rd equation of

motion: $v^2 - u^2 = 2as \implies a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

Force $F = ma = m \left(\frac{v^2 - u^2}{2s} \right)$

Work

$$W = F \cdot s = m \left(\frac{v^2 - u^2}{2s} \right) \cdot s = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2$$

Thus, $W = K_f - K_i$.

3. घूर्णन त्रिज्या की परिभाषा दें। इसका मात्रक लिखें।

(Define radius of gyration. Give its unit.)

हिन्दी:

घूर्णन त्रिज्या (k) अक्ष से वह लंबवत दूरी है जहाँ यदि वस्तु का संपूर्ण द्रव्यमान केंद्रित माना जाए, तो उसका जड़त्व आघूर्ण (I) उतना ही होगा जितना वास्तविक द्रव्यमान वितरण के साथ होता है।

सूत्र: $I = Mk^2 \implies k = \sqrt{I/M}$ । इसका SI मात्रक **मीटर (m)** है।

The radius of gyration (k) is the perpendicular distance from the axis of rotation to a point where the entire mass of the body is supposed to be concentrated, such that its moment of inertia (I) remains the same.

Formula: $I = Mk^2 \implies k = \sqrt{I/M}$. Its SI unit is **meter (m)**.

4. समझाएं कि पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण g का मान बदलता है।

(Explain that acceleration due to gravity g changes on the surface of the earth.)

पृथ्वी की सतह पर g का मान दो मुख्य कारणों से बदलता है:

- 1. पृथ्वी का आकार:** पृथ्वी पूरी तरह गोल नहीं है; यह ध्रुवों पर चपटी है। ध्रुवों की त्रिज्या (R_p) भूमध्य रेखा की त्रिज्या (R_e) से कम है, इसलिए g का मान ध्रुवों पर अधिक और भूमध्य रेखा पर कम होता है।

English:

The value of g varies on Earth's surface due to:

1. **Shape of Earth:** Earth is an oblate spheroid. The polar radius (R_p) is smaller than the equatorial radius (R_e). Since $g \propto 1/R^2$, g is maximum at poles and minimum at the equator.
2. **Rotation of Earth:** The centrifugal force due to Earth's rotation reduces the effective value of g , most significantly at the equator.

5. पलायन वेग से आप क्या समझते हैं?

(What do you understand by escape velocity?)

हिन्दी:

पलायन वेग वह न्यूनतम वेग है जिससे किसी वस्तु को पृथ्वी की सतह से फेंकने पर वह पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र को पार कर जाती है और कभी वापस नहीं आती। पृथ्वी के लिए इसका मान लगभग 11.2 km/s है।

English:

Escape velocity is the minimum velocity required for an object to break free from the gravitational pull of a planet (like Earth) and never return. For Earth, it is approximately

6. रबर की अपेक्षा इस्पात अधिक प्रत्यास्थ क्यों माना जाता है?

(Why is steel considered as more elastic than rubber?)

हिन्दी:

प्रत्यास्थता (Elasticity) का मापन 'यंग मापांक' (Y) से होता है। समान विरूपक बल लगाने पर इस्पात में रबर की तुलना में बहुत कम खिंचाव (विकृति) उत्पन्न होता है। चूँकि इस्पात को अपनी मूल अवस्था में लौटने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है, इसलिए वह अधिक प्रत्यास्थ है।

English:

Elasticity is measured by Young's Modulus (Y). For a given deforming force, steel produces much less strain than rubber. Since steel offers more resistance to deformation and requires more force to be stretched, it is considered more elastic.

7. किन स्थितियों में सरल लोलक की गति सरल आवर्त होती है?

(In which conditions is the motion of simple pendulum simple harmonic?)

हिन्दी:

सरल लोलक की गति तब सरल आवर्त (SHM) होती है जब:

1. दोलन का आयाम बहुत छोटा हो (कोणीय विस्थापन θ बहुत कम, लगभग 4° से कम)।
2. डोरी भारहीन और अवितान्य (inelastic) हो।
3. घर्षण या वायु का प्रतिरोध नगण्य हो।

English:

The motion of a simple pendulum is SHM only when:

1. The amplitude of oscillation is very small (angular displacement θ is small, such that $\sin \theta \approx \theta$).
2. The string is massless and inextensible.
3. Air resistance and friction at the support are negligible.

8. वर्षा की बूंदें गोलाकार क्यों होती हैं?

(Why are raindrops spherical?)

हिन्दी:

पृष्ठ तनाव (Surface Tension) के कारण द्रव की बूंदें अपने सतही क्षेत्रफल को न्यूनतम करने की कोशिश करती हैं। एक दिए गए आयतन के लिए, गोले (Sphere) का सतही क्षेत्रफल सबसे कम होता है, इसलिए वर्षा की बूंदें गोलाकार होती हैं।

English:

Due to surface tension, liquid drops tend to minimize their surface area. For a given volume, a sphere has the minimum surface area. Therefore, raindrops assume a spherical shape.

9. तापमान बढ़ने पर द्रवों की श्यानता क्यों घटती है?

(Why does viscosity of liquids decrease with the increase of temperature?)

हिन्दी:

द्रवों में श्यानता अणुओं के बीच लगने वाले संसंजक बलों (Cohesive forces) के कारण होती है। तापमान बढ़ने पर अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ती है, जिससे उनके बीच के संसंजक बल कमजोर हो जाते हैं और श्यानता घट जाती है।

10. धारा रेखीय गति एवं विक्षुब्ध गति में अन्तर स्पष्ट करें।

(Distinguish between streamline motion and turbulent motion.)

हिन्दी:

- **धारा रेखीय गति:** इसमें द्रव का प्रत्येक कण उसी पथ पर चलता है जिस पर उससे पहले वाला कण चला था। प्रवाह शांत और व्यवस्थित होता है।
- **विक्षुब्ध गति:** जब द्रव का वेग एक 'क्रान्तिक वेग' से अधिक हो जाता है, तो कणों की गति टेढ़ी-मेढ़ी और अव्यवस्थित हो जाती है।

English:

- **Streamline Motion:** Every particle of the liquid follows exactly the same path as followed by the preceding particle. The flow is steady and orderly.
- **Turbulent Motion:** When the velocity of the liquid exceeds a certain 'critical velocity', the paths of particles become irregular and chaotic, forming eddies.

21. अभिकेन्द्र बल (Centripetal Force)

जब कोई वस्तु किसी वृत्ताकार पथ पर गति करती है, तो केंद्र की ओर लगने वाले उस बल को **अभिकेन्द्र बल** कहते हैं जो वस्तु को वृत्त में बनाए रखता है। इसकी दिशा हमेशा वृत्त के केंद्र की ओर होती है।

When an object moves in a circular path, a force acts on it towards the center of the circle to keep it in motion. This force is called **Centripetal Force**. Its direction is always towards the center.

व्यंजक (Derivation / Formula)

मान लीजिए (Let):

- वस्तु का द्रव्यमान (Mass of object) = m
- वृत्त की त्रिज्या (Radius of circle) = r
- वस्तु की चाल (Speed of object) = v

न्यूटन के दूसरे नियम के अनुसार, बल (F) = द्रव्यमान (m) $\times$ त्वरण (a)।

वृत्तीय गति में, अभिकेन्द्र त्वरण (Centripetal acceleration) $a = \frac{v^2}{r}$ होता है।

न्यूटन के दूसरे नियम के अनुसार, बल (F) =
द्रव्यमान (m) $\times$ त्वरण (a)।

वृत्तीय गति में, अभिकेन्द्र त्वरण (Centripetal
acceleration) $a = \frac{v^2}{r}$ होता है।

English:

According to Newton's second law,
Force (F) = mass (m) $\times$ acceleration (a
).

In circular motion, the centripetal
acceleration is $a = \frac{v^2}{r}$.

अतः (Therefore):

$$F = m \times \frac{v^2}{r}$$

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

**In terms of Angular Velocity (कोणीय
वेग ω के रूप में):**

चूँकि (Since) $v = r\omega$:

$$F = m\omega^2 r$$

23. बरनौली के प्रमेय को लिखें एवं सिद्ध करें।

(State and prove Bernoulli's theorem.)

हिन्दी:

प्रमेय: किसी आदर्श द्रव के धारा रेखीय प्रवाह में, प्रति इकाई आयतन की कुल ऊर्जा (दाब ऊर्जा + गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा) नियत रहती है।

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{constant}$$

प्रमाण: यह ऊर्जा संरक्षण के नियम पर आधारित है। जब द्रव एक असमान नली से गुजरता है, तो किए गए कार्य (W) का उपयोग उसकी गतिज और स्थितिज ऊर्जा को बदलने में होता है।

24. न्यूटन के शीतलन नियम को लिखें।...

(Write down Newton's cooling law.
Explain an experiment...)

हिन्दी:

नियम: किसी वस्तु के ठंडे होने की दर, वस्तु और उसके चारों ओर के वातावरण के तापमान के अंतर के अनुक्रमानुपाती होती है, बशर्ते तापमान का अंतर कम हो।

$$\frac{dQ}{dt} \propto (T - T_s)$$

प्रयोग: एक कैलोरीमीटर में गर्म पानी लेकर नियमित अंतराल पर उसका तापमान नोट किया जाता है और समय-तापमान ग्राफ खींचा जाता है, जिससे विशिष्ट ऊष्मा धारिता ज्ञात की जा सकती है।