

2020

PHYSICS — GENERAL

Paper : GE/CC-1

(Mechanics)

Full Marks : 50

Candidates are required to give their answers in their own words
as far as practicable.

প্রাস্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন আবশ্যিক এবং অন্য যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর লেখো।

- ১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লেখো : ২×৫
- (ক) ভেক্টরের গস্ ডাইভারজেন্স সূত্রটি বিবৃত করো।
- (খ) দেখাও যে $\vec{\nabla}\phi$ ভেক্টরটি $\phi(x, y, z) = \text{ধ্রুবক}$ এই তলের ওপর অভিলম্ব হয়।
- (গ) m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বল $\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \hat{r}$ । যেখানে বস্তুর মধ্যের দূরত্ব r । দেখাও যে $\vec{\nabla} \times \vec{F} = \vec{0}$ ।
- (ঘ) m ভর ও r ব্যাসার্ধের একটি গোল চাকতি টেবিলের ওপর গড়িয়ে চলছে। চাকতির কৌণিক বেগ ω হলে দেখাও যে মোট গতিশক্তি $E = \frac{3}{4}m\omega^2r^2$ ।
- (ঙ) কর্ণলম্ব বা ক্যান্টিলিভার কী?
- (চ) α -এর কোন মানের জন্য $\vec{A} = (3\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k})$ এবং $\vec{B} = (\hat{i} + 3\hat{j} - \alpha\hat{k})$ অভিলম্ব হবে?
- (ছ) GPS-এর পুরো নাম কী? এর ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ করো।
- ২। (ক) একটি ভেক্টরের মান 10 একক। এর দিক কোসাইনগুলো যথাক্রমে 0.483, 0.215 ও 0.676 হলে ভেক্টরটি নির্ণয় করো।
- (খ) দেখাও যে $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla}\phi = \vec{0}$ ।
- (গ) কোনো দৃঢ়বস্তু একটি স্থির কৌণিক বেগে একটি অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরলে দেখাও যে বস্তুর কোনো বিন্দুতে রৈখিক বেগের কার্ল কৌণিক বেগের দ্বিগুণ হয়। ২+৪+৪
- ৩। (ক) কোনো বিন্দুর সাপেক্ষে একটি কণার কৌণিক ভরবেগ $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ । প্রমাণ করো $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}$, যেখানে $\vec{\tau} = \text{টর্ক}$ । এই সম্পর্ক থেকে কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি প্রমাণ করো।
- (খ) প্রমাণ করো, $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B}(\vec{A} \cdot \vec{C}) - \vec{C}(\vec{A} \cdot \vec{B})$ । (৩+২)+৫

Please Turn Over

- ৪। (ক) নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি লেখো।
 (খ) মুক্তিবৈগ কাকে বলে? এর রাশিমালা নির্ণয় করো।
 (গ) ভূসমলয় কক্ষপথ বলতে কী বোঝো? ২+(২+৪)+২
- ৫। (ক) সরলদোলনগতির অন্তর্গত একটি বস্তুকণার পূর্ণশক্তির মান নির্ণয় করো এবং চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো।
 (খ) একটি অবমন্দিত কম্পনের অবকল সমীকরণ লেখো। (যেখানে কণার ভর m , একক বেগে বস্তুর ওপর ত্রিাশীল অবমন্দিত বল K ও প্রতি একক সরণে কণার ওপর প্রত্যানয়ক বল μ)
 কণার ওপর অবমন্দনের মান খুব কম ধরে নিয়ে সমীকরণটি সমাধান করো। (৪+১)+(২+৩)
- ৬। (ক) স্থিতিস্থাপক পদার্থের ক্ষেত্রে দৃঢ়তা গুণাঙ্ক, η -এর সংজ্ঞা দাও।
 (খ) একপ্রান্ত দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ l দৈর্ঘ্য ও R ব্যাসার্ধ সম্পন্ন একটি নিরেট চোঙের মোচড় ত্রামক নির্ণয় করো এবং মোচড় প্রবক, C -এর সংজ্ঞা দাও।
 (গ) দেখাও যে একটি তারকে θ রেডিয়ান মোচড় দিতে প্রয়োজনীয় কৃতকার্যের পরিমাণ $\frac{1}{2} C\theta^2$ । ২+৩+৫
- ৭। (ক) আন্তরণবিক বলের ভিত্তিতে তরলের পৃষ্ঠ-টান ব্যাখ্যা করো।
 (খ) তরলের পৃষ্ঠ-টান ও পৃষ্ঠ-শক্তির ভিতর সম্পর্ক নির্ণয় করো।
 (গ) পৃষ্ঠ-টানের মাত্রা নির্ণয় করো।
 (ঘ) জুরিনের সূত্র বিবৃত করো। ৩+৪+১+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer **question no. 1** and **any four** from the rest.

1. Answer **any five** questions : 2×5
- (a) Write the Gauss Divergence Law of vector calculus.
- (b) Show that $\vec{\nabla}\phi$ is normal to the surface $\phi(x, y, z) = \text{const.}$
- (c) The force of attraction between two masses m_1 and m_2 is $\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$, where r is the distance between the two bodies. Show that $\vec{\nabla} \times \vec{F} = \vec{0}$.
- (d) A disc of mass ' m ' and radius ' r ' is rolling over a table. If the angular velocity be ' ω ' then show that the total kinetic energy is $E = \frac{3}{4}m\omega^2r^2$.

- (e) What is a cantilever?
- (f) Find the value of α for which the vectors $\vec{A} = (3\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k})$ and $\vec{B} = (\hat{i} + 3\hat{j} - \alpha\hat{k})$ will be perpendicular to each other.
- (g) What is the full form of 'GPS'? State its practical applications.
2. (a) The magnitude of a vector is 10 unit. Its direction cosines are 0.483, 0.215 and 0.676 respectively. Find the vector.
- (b) Show that $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla} \phi = \vec{0}$.
- (c) A rigid body is rotating at a constant angular velocity about an axis. Show that the curl of linear velocity at a point is twice the angular velocity for that rigid body. 2+4+4
3. (a) The angular momentum of a particle about a point is $\vec{L} = (\vec{r} \times \vec{p})$. Prove that $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}$, where, $\vec{\tau}$ = Torque. Hence prove that the angular momentum is conserved.
- (b) Prove that, $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B}(\vec{A} \cdot \vec{C}) - \vec{C}(\vec{A} \cdot \vec{B})$ (3+2)+5
4. (a) State Newton's law of gravitation.
- (b) Define escape velocity. Find out the expression for it.
- (c) What are Geosynchronous orbits? 2+(2+4)+2
5. (a) Find out the value of total energy of a particle executing simple harmonic motion. Explain graphically.
- (b) Write the differential equation of a damped simple harmonic oscillator, where mass of the oscillating body is m , the retarding force per unit velocity is ' K ' and the restoring force per unit displacement is ' μ '. Solve the above differential equation for small damping. (4+1)+(2+3)
6. (a) Define modulus of rigidity, η for elastic body.
- (b) Determine the twisting couple on a solid cylinder of length l and radius R , rigidly fixed at one end. Hence define torsional constant, C .
- (c) Show that, the work done in twisting a wire through angle, θ radian is $\frac{1}{2} C\theta^2$. 2+3+5
7. (a) How is the surface tension of a liquid explained on the basis of intermolecular forces?
- (b) Obtain a relationship between surface tension and surface energy of a liquid.
- (c) Find out the dimension of surface tension.
- (d) State Jurin's law. 3+4+1+2
-