

2018

## PHYSICS – GENERAL

Paper : GE/CC-1

Full Marks : 50

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

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১ নং প্রশ্ন এবং আরো যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

(ক) যদি  $\vec{A}$  একটি ধ্রুবক ভেক্টর হয়, তবে দেখাও যে  $\frac{d\vec{A}}{dt}$  ভেক্টরটি  $\vec{A}$  ভেক্টরের সঙ্গে লম্বভাবে থাকে।

(খ) গ্যাসের ডাইভারজেন্স উপপাদ্যটি লেখো।

(গ)  $t$  সময়ে একটি কণার অবস্থান  $x = 2t^2$ ,  $y = t^3$ ,  $z = 3t$  ( $x, y, z$  মিটার এবং  $t$  সেকেন্ড এককে প্রকাশিত)।  $t = 1$  সেকেন্ডে কণাটির বেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) একটি অবমন্দিত দোলকের গতিয় সমীকরণটি লেখো, যেখানে অবমন্দন বল দোলকের বেগের সমানুপাতিক।

(ঙ) বাঁকানো বিমের নিরপেক্ষ তল বলতে কী বোঝায়?

(চ) একই চাপের পার্থক্যে সমদৈর্ঘ্যের দুটি নলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তরলের হারের অনুপাত কত হবে যদি একটি নলের ব্যাসার্ধ অন্যটির চারগুণ হয়?

২। (ক) কোনো কণাকে  $(0, 0, 0)$  থেকে  $(2, 3, 4)$  বিন্দু পর্যন্ত সরলরেখায়  $\vec{F} = 4\hat{i} + 6\hat{j} + 8\hat{k}$  বলের প্রভাবে চালানো হয় তবে কত কার্য করতে হবে?

(খ)  $\phi(x, y, z) = 3x^2y - y^2z^3$  হলে  $(1, 2, -1)$  বিন্দুতে  $\vec{\nabla}\phi$  নির্ণয় করো। কোন দিকে  $\phi$  সর্বোচ্চ হারে পরিবর্তিত হয়?

(গ) দেখাও যে  $\vec{A} = (x + 3y)\hat{i} + (y - 2x)\hat{j} - (2z - x)\hat{k}$  ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল।

(ঘ)  $\vec{\omega}$  একটি ধ্রুবক ভেক্টর এবং  $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ , যেখানে  $\vec{r}$  অবস্থান ভেক্টর। প্রমাণ করো যে,  $\vec{\nabla} \times \vec{v} = 2\vec{\omega}$ ।  $2 + (2+1) + 2 + 3$

৩। (ক) একটি সমতলে ক্রিয়াশীল বলের উপাংশদ্বয় হল  $F_x = y$  এবং  $F_y = x$ । প্রমাণ করো যে বলটি সংরক্ষী। সংশ্লিষ্ট স্থিতিশক্তি কত হবে?

(খ) একটি দৃঢ় দ্বিপারমাণবিক অণুর পরমাণুদ্বয়ের ভর  $m_1, m_2$  এবং দূরত্ব  $d$ । অণুটির ভরকেন্দ্রের অবস্থান নির্ণয় করো।

(গ) দৃঢ় বস্তু বলতে কী বোঝো? দৃঢ় বস্তুর জড়তা ভ্রামক কোন কোন রাশির উপর নির্ভরশীল? জড়তা ভ্রামকের ভৌত তাৎপর্য ব্যাখ্যা করো।  $3 + 3 + (1+1+2)$

Please Turn Over

- ৪। (ক) কেন্দ্রীয় বল বলতে কী বোঝো? কেন্দ্রীয় বলের দুটি উদাহরণ দাও।  
 (খ) দেখাও যে কেন্দ্রীয় বলের অধীনে কোনো কণার কৌণিক ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে। গ্রহের গতি সম্পর্কে এটি কী তথ্য প্রকাশ করে?  
 (গ) ভূ-অবস্থানিক ব্যবস্থা (GPS) বলতে কী বোঝো? GPS-এর দুটি ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ করো।  
 (২+১)+(৩+১)+(২+১)
- ৫। (ক)  $m$  ভরের একটি কণার সরল দোলগতি  $x = a \sin(\omega t - \theta)$  সমীকরণ দ্বারা প্রকাশিত, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে। সময়ের সাপেক্ষে গতিশক্তি এবং স্থিতিশক্তির গড় নির্ণয় করো, এবং প্রত্যেকটি  $x$ -এর অপেক্ষক হিসাবে লেখচিত্র অঙ্কন করো।  
 (খ) একটি যৌগিক দোলকের পর্যায়কালের রাশিমালা নির্ণয় করো। দেখাও যে কোনো যৌগিক দোলকের প্রলম্বনকেন্দ্র ও দোলনকেন্দ্র পরস্পর বিনিময়যোগ্য।  
 (৩+২)+(৩+২)
- ৬। (ক)  $Y = 3K(1 - 2\sigma)$  সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।  
 (খ) কৈশিক নলের মধ্য দিয়ে কোনো তরলের ধারারেখ প্রবাহের জন্য পয়সলির সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো।  
 (গ) 1 cm ব্যাসের গোলাকার সাবান বুদবুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করো। সাবান জলের পৃষ্ঠটান  $0.072 \text{ Nm}^{-1}$ ।  
 ৪+৪+২
- ৭। (ক) কোনো কর্ণলম্বের একপ্রান্ত আবদ্ধ ও অন্যপ্রান্তে ভার চাপালে যে-কোনো বিন্দুর অবনমন নির্ণয় করো।  
 (খ) কোনো গোলাকার প্রস্থচ্ছেদযুক্ত দণ্ডের জ্যামিতিক জ্যাডা ভ্রামক ও নমন দৃঢ়তা নির্ণয় করো।  
 ৫+(৩+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) If  $\vec{A}$  is a constant vector, show that  $\frac{d\vec{A}}{dt}$  is normal to  $\vec{A}$ .  
 (b) State Gauss's divergence theorem.  
 (c) The position of a particle at an instant  $t$  is  $x = 2t^2$ ,  $y = t^3$ ,  $z = 3t$  ( $x$ ,  $y$ ,  $z$  are in meter and  $t$  is in sec.). Find the velocity of the particle at  $t = 1$  sec.  
 (d) Write down the equation of motion of a damped harmonic oscillator subjected to a damping force proportional to its velocity.  
 (e) What is meant by the neutral surface of a bent beam?  
 (f) What will be the ratio of rate of flow of liquid through two tubes of same length under same external pressure difference, if the radius of one tube is four times the radius of the second tube?

2. (a) What work needs to be done to move a particle from (0, 0, 0) to (2, 3, 4) along a straight line when a force  $\vec{F} = 4\hat{i} + 6\hat{j} + 8\hat{k}$  is applied to it?  
 (b) If  $\phi(x, y, z) = 3x^2y - y^2z^3$ , find  $\nabla\phi$  at point (1, 2, -1). In which direction  $\phi$  changes at maximum rate?  
 (c) Show that  $\vec{A} = (x + 3y)\hat{i} + (y - 2x)\hat{j} - (2z - x)\hat{k}$  is a solenoidal vector field.  
 (d)  $\vec{\omega}$  is a constant vector and  $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$  where  $\vec{r}$  is the position vector. Prove that  $\nabla \times \vec{v} = 2\vec{\omega}$ .  
 2+(2+1)+2+3
3. (a) The components of a force acting on a plane are  $F_x = y$ ,  $F_y = x$ . Prove that the force is conservative. Find the corresponding potential energy.  
 (b) Find the position of the centre of mass of a rigid diatomic molecules of atomic masses  $m_1, m_2$  and separated by a distance  $d$ .  
 (c) What is meant by rigid body? On which parameters does the moment of inertia of a rigid body depend? Explain the physical significance of moment of inertia.  
 3+3+(1+1+2)
4. (a) What do you mean by central force? Give two examples of central force.  
 (b) Show that the angular momentum of a particle remains conserved under central force. What information does it imply for the motion of a planet?  
 (c) What do you mean by Global Positioning System (GPS)? Mention two applications of GPS.  
 (2+1)+(3+1)+(2+1)
5. (a) A simple harmonic motion of a particle of mass  $m$  is represented by the equation  $x = a \sin(\omega t - \theta)$ , where the symbols have their usual meanings. Determine the time-averaged kinetic energy and potential energy, and plot each of them as function of  $x$ .  
 (b) Derive an expression for the time period of a compound pendulum. Show that the centre of suspension and the centre of oscillation of a compound pendulum are interchangeable.  
 (3+2)+(3+2)
6. (a) Establish the relation  $Y = 3K(1 - 2\sigma)$ , where the symbols have their usual meanings.  
 (b) Derive Poiseuille's formula for streamline flow of liquid through a capillary tube.  
 (c) Find the excess pressure inside a spherical soap bubble of diameter 1 cm. Surface tension of soap solution is  $0.072 \text{ Nm}^{-1}$ .  
 4+4+2
7. (a) Find the depression at any arbitrary point of a cantilever whose one end is fixed and load is applied at the other end.  
 (b) Find the geometric moment of Inertia and the flexural rigidity of a rod of circular cross section.  
 5+(3+2)