

2016

## PHYSICS

[GENERAL]

Paper : I

Full Marks : 100

Time : 3 Hours

*The figures in the right-hand margin indicate marks.**Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.*

## GROUP-A

1. Answer any ten questions :
- $2 \times 10 = 20$

যে-কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- i) Evaluate
- $\vec{\nabla} \left( \frac{1}{r} \right)$
- , where
- $\vec{r}$
- is the position vector.

 $\vec{\nabla} \left( \frac{1}{r} \right)$  এর মান নির্ণয় কর, যেখানে  $\vec{r}$  হল অবস্থান ভেক্টর।

- ii) Show that the vectors
- $\vec{A} = \hat{i} + 4\hat{j} + 3\hat{k}$
- and
- $\vec{B} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$
- are mutually perpendicular.

দেখাও যে ভেক্টর  $\vec{A} = \hat{i} + 4\hat{j} + 3\hat{k}$  এবং  $\vec{B} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$  পরস্পরের উপর লম্ব।

- iii) Calculate the RMS velocity of the molecules

[Turn over]

of nitrogen gas at N.T.P. Density of nitrogen at N.T.P = 0.00125 gm/cc.

নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর (স্বাভাবিক চাপ ও উষ্ণতায়)। স্বাভাবিক চাপ ও উষ্ণতায় নাইট্রোজেনের ঘনত্ব 0.00125 গ্রাম/সিসি।

- iv) What is angular momentum? Write the dimension of angular momentum and torque.

কৌনিক ভরবেগ কী? কৌনিক ভরবেগ ও টর্কের মাত্রা লেখ।

- v) What is radius of gyration? Write its dimension.

চক্রগতির ব্যাসার্ধ কি? এর মাত্রা লেখ।

- vi) Write down the relation between Young's Modulus and Poisson's ratio.

ইয়ং গুণাঙ্ক ও পোয়াসোঁর অনুপাতের সম্পর্কটি লেখ।

- vii) Why a person standing near a fast moving train feels an attraction towards the train?

কোনো ব্যক্তি দ্রুতগামী ট্রেনের পাশে দাঁড়ালে ট্রেনের দিকে টান অনুভব করে কেন?

- viii) Why small drops of mercury are spherical in shape?

ছোট পারদের বিন্দু গোলকাকার হয় কেন?

- ix) State the principle of equipartition of energy.

শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত কর।

x) What is thermal conductivity and thermal diffusivity?

তাপ পরিবাহিতাঙ্ক ও তাপ ব্যাপনতা কি?

xi) What is Carnot cycle?

কার্নো চক্র কি?

xii) Give kinetic interpretation of temperature according to kinetic theory of gases.

গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী উষ্ণতার ব্যাখ্যা দাও।

xiii) What is damped oscillation? Give one example.

অবমন্দিত দোলন কি? একটি উদাহরণ দাও।

xiv) Write down the characteristics of SHM.

সরল দোলগতির বৈশিষ্ট্যগুলি লেখ।

xv) State and explain the first law of thermodynamics.

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।

xvi) Why a gas has two specific heats?

গ্যাসের দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে কেন?

## GROUP - B

Answer any **four** questions :

5×4=20

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

2. a) Find the divergence of the vector  $\vec{F} = (2xy + z^3)\hat{i} + x^2\hat{j} + 3xz^2\hat{k}$  at the point (1, -2, 1).

প্রদত্ত ভেক্টর  $\vec{F} = (2xy + z^3)\hat{i} + x^2\hat{j} + 3xz^2\hat{k}$  এর (1, -2, 1) বিন্দুতে ডাইভারজেন্স নির্ণয় কর।

b) Prove that  $\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = 3$ , where  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$  is the position vector.

দেখাও যে  $\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = 3$ , যেখানে  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$  হল অবস্থান ভেক্টর। 3+2=5

3. Derive the differential equation of motion of a rocket projected vertically upward in a uniform gravitational field. 5

সুষম অভিকর্ষ ক্ষেত্রে উল্লম্বভাবে উপরদিকে উৎক্ষিপ্ত একটি রকেটের গতির অবকল সমীকরণটি নির্ণয় করো।

4. a) What is degrees of freedom of a mechanical system?

কোনো যান্ত্রিক সংস্থার স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কি বোঝায়?

b) Show that if a molecule of a gas has X number of degrees of freedom, the ratio of its

principal specific heats is given by–

$$\gamma = 1 + \frac{2}{X}.$$

কোনো গ্যাসের অণুর স্বাধীনতার মাত্রা  $X$  হলে, প্রমাণ কর

$$\text{উহার দুই আপেক্ষিক তাপের অনুপাত } \gamma = 1 + \frac{2}{X}।$$

2+3

5. a) Calculate the work done by a perfect gas during an isothermal process.

একটি আদর্শ গ্যাসের সমোষ্ণ পরিবর্তনের জন্য কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় কর।

- b) Does the gas do any work during adiabatic process?

4+1

রুদ্ধতাপ পরিবর্তনের গ্যাস কি কোনো কার্য করে?

6. a) The equation of a plane progressive wave is

$$y = 0.1 \sin 1000\pi \left( t - \frac{x}{3500} \right) \text{ cm. Find the}$$

amplitude and wavelength of the wave.

একটি চলতরঙ্গের সমীকরণ হল

$$y = 0.1 \sin 1000\pi \left( t - \frac{x}{3500} \right) \text{ cm}$$

তরঙ্গটির বিস্তার এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বের কর।

- b) Show that the motion of a simple pendulum is SHM.

2+3

দেখাও যে সরলদোলকের গতি সরল দোলগতি।

7. State Fermat's principle and deduce the laws of reflection from it.

1+4=5

ফার্মাটের সূত্রটি বিবৃত কর এবং সূত্রটি হইতে প্রতিফলনের সূত্রগুলি প্রতিষ্ঠিত কর।

### GROUP - C

Answer any **six** questions :

10×6=60

যে-কোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও :

8. i) State and explain the parallel axis theorem and perpendicular axis theorem.

সমান্তরাল অক্ষ ও লম্ব অক্ষের উপপাদ্যগুলি বিবৃত কর ও ব্যাখ্যা কর।

- ii) Derive the moment of inertia for a cylinder about an axis through its midpoint and perpendicular to its length.

4+6

একটি চোঙের মধ্যবিন্দু দিয়া ইহার দৈর্ঘ্যের অভিলম্ব অক্ষ বরাবর চোঙটির জড়তা ভ্রামকের রাশিমালা নির্ণয় কর।

9. i) Find the expression for excess pressure inside a spherical soap bubble.

একটি গোলায় সাবান বুদবুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপের রাশিমালা নির্ণয় কর।

- ii) A capillary tube of 0.5mm bore stands vertically in a wide vessel containing a liquid of surface tension 30 dynes/cm. The liquid wets the tube and has a specific gravity of

0.8. Calculate the rise of the liquid in the tube. 5+5

0.5mm ব্যাসের রক্তযুক্ত একটি কৌশিক নল 30 dynes/cm পৃষ্ঠটান যুক্ত তরলের মধ্যে খাড়াভাবে ডুবানো আছে। তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.8 এবং উহা নলকে ভিজায়। নলের ভিতর তরল কত উচ্চতা পর্যন্ত উঠবে, নির্ণয় কর।

10. Determine the equation of rectilinear flow of heat along a long bar under steady state. What is thermal resistivity? 8+2

স্থিতিবস্থায় একটি দীর্ঘ রডের মধ্য দিয়ে তাপপ্রবাহের সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর। তাপীয় রোধাক্ষ কি?

11. i) According to kinetic theory of gases, deduce a relation between the r.m.s. velocity and pressure of an ideal gas.

গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী, আদর্শ গ্যাসের r.m.s. বেগ ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।

- ii) At what temperature will rms velocity of nitrogen molecule be double its value at N.T.P, pressure remaining constant? 8+2

কোন তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর r.m.s. বেগ, N.T.P তে নাইট্রোজেন অণুর r.m.s. বেগের দ্বিগুণ হইবে (স্থির চাপে)?

12. i) Write the equation for refraction by a thin lens.

পাতলা লেন্সের সাধারণ সমীকরণটি লেখ।

- ii) Prove that, If an object and screen are held fixed, separated by a distance D and a biconvex lens is placed between them then there will be two positions of the lens for which a sharp image of the object will be formed on the screen provided  $D > 4f$ ,  $f$  being the focal length of the lens.

প্রমাণ কর যে, লক্ষ্যবস্তু ও পর্দার দূরত্ব (D) স্থির থাকলে তাদের মধ্যে অবস্থিত কোনো উভোত্তল লেন্সের দুটি অবস্থানের জন্য লক্ষ্যবস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব পর্দায় গঠিত হবে, যদি  $D > 4f$  হয়, যেখানে  $f$  হল উভোত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব।

- iii) If the separation between the two positions of the lens is X, then show that,  $f = \frac{D^2 - X^2}{4D}$ .

2+4+4

লেন্সের দুটি অবস্থানের মধ্যবর্তী দূরত্ব X হলে, দেখাও যে

$$f = \frac{D^2 - X^2}{4D}$$

13. i) Determine the expression for the mass of the sun using gravitational law.

মহাকর্ষীয় সূত্র ব্যবহার করে সূর্যের ভরের রাশিমালা নির্ণয় কর।

- ii) Show that gravitational force is a conservative force.

দেখাও যে মহাকর্ষীয় বল একটি সংরক্ষী বল।

- iii) Why are the light gases like hydrogen rare in the atmosphere? 3+5+2

বায়ুমণ্ডলে হাইড্রোজেনের মতো হালকা গ্যাসগুলো বিরল কেন?

14. i) Show that the torsional couple per unit twist of a wire is  $\frac{\pi n R^4}{2l}$ , where the symbols have their usual meaning.

দেখাও যে একটি তারের প্রতি একক পাকে মোচড় দ্বন্দ্বের

ভ্রামক  $= \frac{\pi n R^4}{2l}$ , যেখানে সংকেতগুলি প্রচলিত অর্থ বহন

করে।

- ii) The modulus of rigidity and Poisson's ratio of the material of a wire are  $2.87 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2$  and 0.379 respectively. Find out the value of Young's modulus.

6+4

একটি তারের উপাদানের দৃঢ়তা গুণাঙ্ক ও পোঁয়াসের অনুপাতের মান যথাক্রমে  $2.87 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2$  এবং 0.379, ইহার ইয়ং গুণাঙ্কের মান বাহির কর।

15. Describe with a neat diagram the construction and working of a compound microscope. Derive an expression for its magnification. 6+4

চিত্র সহযোগে একটি যৌগিক অনুবীক্ষণ যন্ত্রের গঠন এবং কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর। ইহার বিবর্ধনের একটি ব্যঞ্জক স্থাপন কর।

16. i) What is forced vibration? Write down the differential equation of forced vibration and explain the terms there in. 2+2+2=6

পরবশ কম্পন কাকে বলে? পরবশ কম্পনের অবকল সমীকরণটি লেখ ও বিভিন্ন পদগুলি ব্যাখ্যা কর।

- ii) What is sharpness of resonance? Write down the laws of transverse vibration of a stretched wire. 4

অনুনাদের তীক্ষ্ণতা বলতে কী বোঝ? তারের তির্যক কম্পনের সূত্রগুলি লেখ।

17. i) What is emissive power and absorptive power of a body? State Kirchoff's law of radiation. 1+1+2=4

কোন বস্তুর নিঃসরণ ক্ষমতা ও শোষণ ক্ষমতা কি? বিকিরণ সংক্রান্ত কারশফের সূত্রটি লেখ।

- ii) State the second law of thermodynamics. Calculate the change of entropy of a perfect gas. 2+4=6

তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। একটি আদর্শগ্যাসের এনট্রপির পরিবর্তন হিসাব কর।