

2021

PHYSICS — GENERAL

First Paper

Full Marks : 100

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

বিভাগ - ক

১নং প্রশ্ন এবং আরও যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

(ক) যদি $\vec{A} = (\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k})$ ও $\vec{B} = (3\hat{i} + 4\hat{j} + \hat{k})$ হয়, তবে $(\vec{A} \times \vec{B})$ -এর মান কত?

(খ) ভেক্টর অবকলন সংকারক ($\vec{\nabla}$) বলতে কী বোঝা?

(গ) সংরক্ষী বল কী? একটি সংরক্ষী বলের উদাহরণ দাও।

(ঘ) মুক্তিবৈগ কাকে বলে?

(ঙ) শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত করো।

(চ) কোনো বস্তুর শোষণ ক্ষমতা বলতে কী বোঝা?

(ছ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি লেখো।

(জ) কৃষ্ণবস্তু সম্পর্কীয় স্টিফান-বোলজম্যান সূত্রটি লেখো।

২। (ক) স্টোকস উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(খ) \vec{A} , \vec{B} এবং \vec{C} ভেক্টরগুলিকে উপাংশে প্রকাশ করে প্রমাণ করো যে, $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B}(\vec{A} \cdot \vec{C}) - \vec{C}(\vec{A} \cdot \vec{B})$ ।

(গ) স্থান ভেক্টর $\vec{r} = (x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})$ -এর ক্ষেত্রে $\vec{\nabla}(1/r)$ -এর মান নির্ণয় করো।

২+৫+৩

৩। (ক) রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতিটি ব্যাখ্যা করো।

(খ) দেখাও যে, $\vec{F} = (2xy + z^2)\hat{i} + x^2\hat{j} + 2xz\hat{k}$ বলটি সংরক্ষী। এই বলটি একটি কণার ওপর ক্রিয়া করে কণাটিকে

(0, 1, 2) বিন্দু থেকে (5, 2, 7) বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে কৃতকার্য কত হবে?

৩+(৩+৪)

Please Turn Over

- ৪। (ক) মহাকর্ষীয় বিভব বলতে কী বোঝো? মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে কোনো বিন্দুতে তীব্রতা ও বিভবের সম্পর্ক নির্ণয় করো।
 (খ) দেখাও যে পাতলা গোলাকৃতি শেলের মধ্যে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় তীব্রতার মান শূন্য হবে। (২+৪)+৪
- ৫। (ক) স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কী বোঝো?
 (খ) ভ্যান-ডার-ওয়ালসের সমীকরণ থেকে বয়েল উষ্ণতার মান নির্ণয় করো।
 (গ) গ্যাসের সংকট ধ্রুবকগুলির (V_C, P_C, T_C) সংজ্ঞা লেখো। ২+৩+৫
- ৬। (ক) কোনো বস্তুর তাপ পরিবাহিতাক্ষের ব্যাখ্যা করো।
 (খ) একটি তাপ পরিবাহীর ক্ষেত্রে একদিক বরাবর তাপ পরিবহনের ফুরিয়ার সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো। বিকিরণের দরুন তাপক্ষয় উপেক্ষণীয় হলে, তাপমাত্রার স্থির অবস্থায় সমীকরণটির সমাধান করো। ৩+(৪+৩)
- ৭। (ক) প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝো? প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার শর্তগুলি লেখো।
 (খ) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার সংজ্ঞা দাও।
 (গ) প্রমাণ করো $C_P - C_V = R$ (প্রতিটি প্রতীকের প্রচলিত অর্থসহ)। (২+৩)+২+৩

বিভাগ - খ

৮ নং প্রশ্ন এবং আরও যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

- ৮। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×৫
- (ক) ইয়ং গুণাঙ্ক কাকে বলে?
 (খ) সান্দ্রতাক্ষ বলতে কী বোঝো?
 (গ) সন্ধিবৈগ বলতে কী বোঝো?
 (ঘ) রেনল্ডস সংখ্যা কী?
 (ঙ) যৌগিক দোলক কাকে বলে?
 (চ) একটি চলতরঙ্গের সমীকরণ $y = 10 \sin 2\pi(50t - x)$ হলে, ঐ চলতরঙ্গের সঙ্গে যুক্ত কণার গতিবেগ নির্ণয় করো।
 (ছ) বেল ও ডেসিবেলের সংজ্ঞা লেখো।
 (জ) কোনো লেন্সের ক্ষমতা -2.5 D । লেন্সের প্রকৃতি ও ফোকাস দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
- ৯। (ক) প্রমাণ করো পোয়াসঁর অনুপাতের মান (-1) এবং (0.5) -এর মধ্যে থাকে।
 (খ) ক্যান্টিলিভার কাকে বলে? একটি ক্যান্টিলিভারের মুক্তপ্রান্তে ভার চাপালে, ঐ প্রান্তের অবনমনের মান নির্ণয় করো। ৪+(২+৪)

- ১০। (ক) আন্তরাণবিক বলের ভিত্তিতে তরলের পৃষ্ঠটান ব্যাখ্যা করো।
 (খ) তরলের পৃষ্ঠশক্তি ব্যাখ্যা করো। তরলের পৃষ্ঠটান ও তরলের পৃষ্ঠশক্তির ভিতর সম্পর্ক নির্ণয় করো।
 (গ) গোলাকার সাবান ববুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপের রাশিমালা নির্ণয় করো। ২+(২+৩)+৩
- ১১। (ক) সরল দোলগতি কাকে বলে? সরল দোলগতি সম্পন্ন একটি কণার ডিফারেন্সিয়াল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো এবং এর সমাধান করো।
 (খ) প্রমাণ করো যে সরল দোলগতি সম্পন্ন একটি কণার পূর্ণ শক্তির মান যে-কোনো বিন্দুতে ধ্রুবক। (১+২+৩)+৪
- ১২। (ক) পরবশ কম্পন কাকে বলে? পরবশ কম্পন দ্বারা কম্পিত বস্তুর ডিফারেন্সিয়াল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো এবং এর সমাধান করো।
 (খ) অনুনাদ বলতে কী বোঝো? অনুনাদের তীক্ষ্ণতা ব্যাখ্যা করো। (১+২+৩)+(২+২)
- ১৩। (ক) ফার্মার নীতি কী? এই নীতির সাহায্যে প্রতিফলনের সূত্রাবলি কীভাবে পাওয়া যায়?
 (খ) আলোকের বর্ণবিচ্ছুরণ ও বিচ্ছুরণ ক্ষমতা বলতে কী বোঝো? (২+৪)+(২+২)
- ১৪। (ক) একটি উত্তল লেন্সের প্রতিসরণের ক্ষেত্রে $\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu-1}{R}$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো। এর থেকে $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো। (প্রতীকের প্রচলিত অর্থসহ)
 (খ) অবর্ণ যুগল কাকে বলে? এটি কি বস্তুর সকল অবস্থানেই অবর্ণ হয়? (৪+২)+(৩+১)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Group - A

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

1. Answer **any five** questions :

2×5

- (a) If $\vec{A} = (\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k})$ and $\vec{B} = (3\hat{i} + 4\hat{j} + \hat{k})$, then calculate $(\vec{A} \times \vec{B})$.
- (b) What do you mean by $(\vec{\nabla})$ operator?
- (c) What is a conservative force? Give an example.
- (d) What is escape velocity?
- (e) State the law of equipartition of energy.
- (f) What do you mean by absorptive power of a body?
- (g) Write down first law of thermodynamics.
- (h) State Stefan-Boltzmann law for black body radiation.

Please Turn Over

2. (a) State Stokes' theorem.
- (b) \vec{A}, \vec{B} and \vec{C} are three vector quantities. Show that $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B}(\vec{A} \cdot \vec{C}) - \vec{C}(\vec{A} \cdot \vec{B})$.
- (c) Calculate the value of $\vec{\nabla}(1/r)$, where $\vec{r} = (x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})$. 2+5+3
3. (a) Explain the principle of conservation of linear momentum.
- (b) Show that the given force $\vec{F} = (2xy + z^2)\hat{i} + x^2\hat{j} + 2xz\hat{k}$ is conservative. Calculate work done to move a particle from a point (0, 1, 2) to another point (5, 2, 7) when this force is applied to it. 3+(3+4)
4. (a) What do you mean by gravitational potential? At any point of a gravitational field, find the relation between gravitational intensity and potential.
- (b) Show that at any point inside a thin spherical shell, the value of gravitational intensity is zero. (2+4)+4
5. (a) What do you mean by degrees of freedom?
- (b) Find out the expression of Boyle temperature from van der Waals' equation.
- (c) Define critical constants (V_C, P_C, T_C) of a gas. 2+3+5
6. (a) Explain thermal conductivity of a substance.
- (b) Derive Fourier's equation for one-dimensional heat flow in a conductor and find the steady state solution when the heat lost due to radiation is negligible. 3+(4+3)
7. (a) What do you mean by a reversible process? Write the conditions of reversibility.
- (b) Define isothermal process.
- (c) Prove the relation $C_P - C_V = R$ (Every symbol has their own significance). (2+3)+2+3

Group - B

Answer **question no. 8** and **any four** questions from the rest.

8. Answer **any five** questions : 2×5
- (a) Define Young's modulus.
- (b) Explain the term coefficient of viscosity.
- (c) What do you mean by critical velocity?
- (d) What is Reynolds' number?
- (e) What do you mean by compound pendulum?

- (f) The equation of progressive is given by $y = 10 \sin 2\pi(50t - x)$. What is the velocity of the particle associated with this wave?
- (g) Define bel and decibel.
- (h) The power of a lens is -2.5 D. Determine the focal length and the nature of the lens.
9. (a) Show that the value of Poisson's ratio lies between (-1) and (0.5) .
- (b) What is cantilever? Find the depression due to load attached to the free end of a cantilever. 4+(2+4)
10. (a) Explain surface tension of a liquid on the basis of intermolecular forces.
- (b) Explain the term surface energy. Derive the relation between surface tension and surface energy.
- (c) Find an expression for the excess pressure within a spherical soap bubble. 2+(2+3)+3
11. (a) Define simple harmonic motion. Establish the differential equation of motion of a particle under simple harmonic motion and solve it.
- (b) Show that total energy of a particle under simple harmonic motion at any point is constant. (1+2+3)+4
12. (a) What is forced vibration? Establish the differential equation of motion of a particle under forced vibration and solve it.
- (b) What do you mean by resonance? Explain sharpness of resonance. (1+2+3)+(2+2)
13. (a) What is Fermat's principle? How can you obtain the laws of reflection for a plane surface using this principle?
- (b) What do you mean by dispersion of light and dispersive power? (2+4)+(2+2)
14. (a) Deduce the relation $\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R}$ for refraction of a convex lens and hence deduce the formula $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$, where the symbols have their usual meanings.
- (b) What is an achromatic doublet? Is it achromatic for all positions of the object? (4+2)+(3+1)
-