

West Bengal State University
B.A./B.Sc./B.Com (Honours, Major, General) Examinations, 2014
PART - I

PHYSICS — GENERAL
Paper - I

Duration : 3 Hours]

[Full Marks : 100

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

Answer of Question No. 1 is compulsory.

১ নং প্রশ্নের উত্তর আবশ্যিক।

1. Answer any *ten* of the following questions : 10 × 2 = 20

যে কোন দশটি প্রশ্নের উত্তর দিন :

- a) State Gauss' Divergence theorem.

গাউসের ডাইভারজেন্স উপপাদ্যটি বিবৃত করুন।

- b) Find the value of x for which the vectors

$\vec{A} = \hat{i} + x\hat{j} + \hat{k}$ and $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ are mutually perpendicular.

x -এর কোন মানের জন্য ভেক্টরদ্বয় $\vec{A} = \hat{i} + x\hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ পরস্পরের অভিলম্ব হবে ?

- c) The position vector at any time (on the XY plane) for a body having mass m is given by $\vec{r} = a \cos \omega t \hat{i} + b \sin \omega t \hat{j}$. Prove that the force acting on the body acts towards the origin.

কোন এক সময় m ভরের একটি বস্তুর অবস্থান ভেক্টরটি (XY তলে) হল

$$\vec{r} = a \cos \omega t \hat{i} + b \sin \omega t \hat{j} \quad | \quad \text{প্রমাণ করুন যে বস্তুটির ওপরে ক্রিয়াশীল বল মূলবিন্দুগামী।}$$

- d) What is 'angle of contact' ?

'স্পর্শকোণ' বলতে কি বোঝেন ?

- e) Calculate the excess pressure in a spherical soap bubble of diameter 1 inch blown with a soap solution of surface tension 25 dynes/cm.

1 ইঞ্চি ব্যাসের একটি গোলীয় সাবান বুদবুদের ভেতরের অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করুন। সাবান জলের পৃষ্ঠটান = 25 dyne/cm.

- f) What is meant by Doppler effect ?

ডপলার ক্রিয়া বলতে কি বোঝায় ?

- g) Mention at least two defects of ideal gas equation.

আদর্শ গ্যাস সমীকরণের অন্ততঃ দুটি ত্রুটির উল্লেখ করুন।

- h) If vector \vec{A} has constant magnitude, then show that $\vec{A} \cdot \frac{d\vec{A}}{dt} = 0$.

যদি \vec{A} ভেক্টরের মান ধ্রুবক হয় তবে দেখান যে $\vec{A} \cdot \frac{d\vec{A}}{dt} = 0$.

- i) Determine the dimension of the coefficient of thermal conductivity.

তাপ পরিবাহিতাক্রের মাত্রা নিরূপণ করুন।

- j) Find the ratio of $C_{r.m.s.}^2$ of gas at 200 K and 800 K where $C_{r.m.s.}$ is root mean square velocity of gas molecules.

কোন গ্যাসের r.m.s. গতিবেগ $C_{r.m.s.}$ হলে, ঐ গ্যাসের 200 K এবং 800 K উষ্ণতায় $C_{r.m.s.}^2$ -এর অনুপাত কত হবে ?

- k) State the difference between Joule effect and Peltier effect.

জুল ক্রিয়া ও পেলটিয়ার ক্রিয়ার পার্থক্য কি ?

- l) Find the minimum velocity of projection for a body to escape from the earth's gravitational field, if the acceleration due to earth's gravity $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ and the radius of spherical earth $r = 6.4 \times 10^8 \text{ cm}$. (Neglect air resistance).

পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্র থেকে মুক্ত হতে একটি বস্তুকে ন্যূনতম কত বেগে উৎক্ষেপণ করতে হবে, নির্ণয় করুন।

(অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $g = 980 \text{ cm/sec}^2$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $r = 6.4 \times 10^8 \text{ cm}$, বায়ুর বাধা উপেক্ষণীয়)

- m) Compare the slopes of adiabatic and isothermal curves of ideal gas.

আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে রুদ্ধতাপ এবং সমোষ্ণ লেখগুলির নতির মধ্যে তুলনা করুন।

- n) How will be the change in frequency of a sonometer wire when its tension is increased four times and the length is reduced to half ?

একটি সনোমিটার তারের টান চার গুণ বৃদ্ধি করলে এবং দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে কম্পাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে ?

- o) Write down Kirchhoff's laws for an electrical network.

একটি তড়িৎ বর্তনীৰ জন্য কাশ্ফের সূত্রগুলি লিখুন।

Group - A

বিভাগ - ক

Answer any three questions.

3 × 10 = 30

যে কোন তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

2. a) Obtain a unit vector which is perpendicular to the surface given by $x^2y + 2xz = 4$ at the point $(2, -2, 3)$ on the surface. 3
- $x^2y + 2xz = 4$ তলটির $(2, -2, 3)$ বিন্দুতে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় করুন যা ঐ তলটির উপর অভিলম্ব।
- b) Show that $\oint_S \vec{r} \cdot d\vec{s} = 3V$, where V is the volume enclosed by the closed surface S . 3
- দেখান যে, $\oint_S \vec{r} \cdot d\vec{s} = 3V$, যেখানে V হলো বদ্ধতল S দ্বারা আবদ্ধ আয়তন।
- c) Prove by vector method that for a triangle $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ where the symbols have their usual meaning. 4
- ভেক্টর পদ্ধতিতে দেখান যে একটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রে $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থযুক্ত।
3. a) State theorem of perpendicular axes for moment of inertia. 2
- জাড্য ভ্রামকের লম্ব অক্ষসমূহ-এর উপপাদ্য বিবৃত করুন।
- b) Find moment of inertia of a solid circular cylinder about an axis passing through its centre of gravity and perpendicular to its length. 4
- ভারকেন্দ্র দিয়ে ও সেটির দৈর্ঘ্যের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে একটি নিরেট চোঙের জাড্য ভ্রামক নির্ণয় করুন।

- c) Show that $\vec{F} = \hat{i}(\sin y + z) + \hat{j}(x \cos y - z) + \hat{k}(x - y)$ is a conservative force. Find a scalar function ϕ such that $\vec{F} = \vec{\nabla}\phi$. Also find work done in moving a particle from $A(0, 0, 1)$ to $B(1, \frac{\pi}{2}, 1)$. 4

দেখান যে, $\vec{F} = \hat{i}(\sin y + z) + \hat{j}(x \cos y - z) + \hat{k}(x - y)$ সংরক্ষী বল। স্কেলার অপেক্ষক ϕ বের করুন যেখানে $\vec{F} = \vec{\nabla}\phi$ । একটি কণাকে $A(0, 0, 1)$ বিন্দু থেকে $B(1, \frac{\pi}{2}, 1)$ বিন্দুতে নিয়ে যেতে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করুন।

4. a) What do you mean by escape velocity? Find the expression for it. Is it same for a small body and a large body? Explain. 1 + 3 + 1
মুক্তিবেগ বলতে কি বোঝেন? এর রাশিমালা নির্ণয় করুন। একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর জন্যে মুক্তিবেগ কি একই হবে? ব্যাখ্যা করুন।

- b) "Poisson's ratio is not an elastic modulus." Explain the statement. Establish the relationship between Y , K and σ , where the symbols have usual meaning. 1 + 4

"পয়সন অনুপাত স্থিতিস্থাপক গুণক নয়।" ব্যাখ্যা করুন। Y , K এবং σ -এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করুন। রাশিগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

5. a) Find the expressions of potential and field at a point inside a hollow spherical shell of mass M and radius a . 5

M ভর এবং a ব্যাসার্ধ সম্পন্ন একটি ফাঁপা গোলায় খোলকের অন্তঃস্থ কোন বিন্দুতে বিভব এবং ক্ষেত্রপ্রাবল্যের রাশিমালা নির্ণয় করুন।

- b) Two rotating bodies A and B of moments of inertia I_A and I_B respectively ($I_A > I_B$) have equal angular momentum. Which one will have greater kinetic energy? 3

দুটি আবর্তনশীল বস্তু A এবং B -এর জড়তা ভ্রামক যথাক্রমে I_A এবং I_B ($I_A > I_B$)। যদি তাদের কৌণিক ভরবেগ সমান হয়, তবে কোনটির গতিশক্তি বেশী হবে?

- c) A couple of 10^8 dyne-cm is applied to a fly-wheel of mass 10 kg and radius of gyration 0.5 m. Find the resulting angular acceleration. 2
 10 kg ভরের এবং 0.5 m চক্রগতির ব্যাসার্ধ-যুক্ত একটি ফ্লাই-হুইলে 10^8 dyne-cm দ্বন্দ্ব প্রযুক্ত হলে উৎপন্ন কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় করুন।
6. a) State and prove Bernoulli's theorem in hydrodynamics. 2 + 4
 উদগতিবিদ্যা সংক্রান্ত বার্নোল্লীর উপপাদ্য বিবৃত করুন এবং প্রমাণ করুন।
- b) Find an expression for the height to which a liquid may rise in capillary tube. 4
 একটি কৈশিক নলে তরল যে উচ্চতা আরোহণ করে, তার রাশিমালা নির্ণয় করুন।
7. a) What is critical velocity? 2
 ক্রান্তিক বেগ কি?
- b) Write two defects of Poiseuille's equation. 2
 পয়সিউলের সমীকরণের দুটি ত্রুটি উল্লেখ করুন।
- c) Water is escaping from a chamber through a horizontal capillary tube of length 10 cm and of diameter 0.4 mm, at a distance of 50 cm below the free surface of water in the chamber. Calculate the rate at which water is escaping if the coefficient of viscosity of water be $0.01 \text{ gm cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$. 3
 একটি জলাধার থেকে জলের উপরিতলের 50 cm নীচে থাকা 10 cm দীর্ঘ, 0.4 mm ব্যাসযুক্ত একটি অনুভূমিক কৈশিক নলের মধ্য দিয়ে জল বেরিয়ে আসছে। জল নির্গমনের হার নির্ণয় করুন যদি জলের সান্দ্রতাক্ষ হয় $0.01 \text{ gm cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ।
- d) Two arms of a U-tube have diameters 10 mm and 1 mm. The tube is partially filled with water and is held with the arms vertical. Find the difference in the levels of water in the two limbs if the surface tension of water is 0.072 Nm^{-1} . 3
 একটি U-নলের দুটি বাহুর ব্যাস যথাক্রমে 10 mm এবং 1 mm। নলটি আংশিকভাবে জলপূর্ণ করে উল্লম্বভাবে ধরা হল। জলের পৃষ্ঠটান 0.072 Nm^{-1} হলে নলের দুই বাহুতে জলের লেভেলের পার্থক্য নির্ণয় করুন।

Group - B

বিভাগ - খ

Answer any two questions.

2 × 10 = 20

যে কোন দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

8. a) Establish one-dimensional Fourier equation of heat flow. 4
একমাত্রিক তাপ প্রবাহের ফুরিয়রের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করুন।
- b) State Stefan-Boltzmann law. 2
স্টিফান-বোলজ্‌ম্যান সূত্র বিবৃত করুন।
- c) At what temperature a perfectly black body will radiate energy at the rate of $90.72 \times 10^4 \text{ Wm}^{-2}$? 4
Given : $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.
কোন উষ্ণতায় একটি আদর্শ কৃষ্ণবস্তু $90.72 \times 10^4 \text{ Wm}^{-2}$ হারে শক্তি বিকিরণ করবে? দেওয়া আছে : $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.
9. a) Deduce the relation between C_p , C_v and R . 3
 C_p , C_v এবং R -এর মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করুন।
- b) Define entropy. What is its physical significance? Prove that entropy remains constant in a reversible process. 1 + 1 + 2
এনট্রপির সংজ্ঞা দিন। এর ভৌত তাৎপর্য কী? প্রমাণ করুন যে প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে।
- c) 1 mole of an ideal gas is expanded isothermally from initial volume V_1 to final volume V_2 . Calculate the change in entropy of the gas. 3
1 mole পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের সমোষ্ণ পদ্ধতিতে, প্রাথমিক আয়তন V_1 থেকে অন্তিম আয়তন V_2 পর্যন্ত প্রসারণ করা হলো। এই গ্যাসের এনট্রপির পরিবর্তন হিসেব করুন।

10. a) Deduce critical constants in terms of van der Waals constant. 3

ভ্যান ডার ওয়ালস ধ্রুবক সাপেক্ষে সংকট ধ্রুবকগুলির মান নির্ণয় করুন।

- b) The degree of freedom of each molecule of an ideal gas is X . Show that $\gamma = 1 + \frac{2}{X}$, where γ is, the ratio of C_p and C_v . 4

কোনো আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা X হলে, দেখান যে $\gamma = 1 + \frac{2}{X}$, যেখানে γ হলো C_p এবং C_v -এর অনুপাত।

- c) State and explain Maxwell's velocity distribution law with the help of a graph. 3

একটি লেখচিত্রের সাহায্যে ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করুন।

11. a) Show that, for an ideal gas, any adiabatic process obeys the law $PV^\gamma = \text{constant}$, where the symbols bear usual meanings. 4

দেখান যে, আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$ সূত্রটি মেনে চলে। চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

- b) State both the Kelvin-Planck and Clausius statements for the second law of thermodynamics. 2

তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের কেলভিন-প্ল্যাঙ্ক এবং ক্লসিয়াসের বিবৃতি দুটি লিখুন।

- c) Describe the operation of a Carnot engine with an ideal gas as working substance, with reference to P - V diagram. 4

কার্যরত বস্তু আদর্শ গ্যাস ধরে নিয়ে P - V সূচক চিত্রের সাহায্যে একটি কার্নো ইঞ্জিনের কার্যপ্রণালী বর্ণনা করুন।

Group - C

বিভাগ - গ

Answer any *one* question.

1 × 10 = 10

যে কোন একটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

12. a) Deduce Newton's formula for the velocity of sound in air. How was the formula modified by Laplace ? 3 + 3
 বাতাসে শব্দের গতিবেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি নির্ণয় করুন। ল্যাপলাস এই সূত্রের কিভাবে পরিবর্তন করেন তা আলোচনা করুন।
- b) The ratio of densities of oxygen and nitrogen is 16 : 14. At what temperature, the velocity of sound in oxygen will be equal to its velocity in nitrogen at 14°C ? 4
 অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেনের ঘনত্বের অনুপাত 16 : 14। কত উষ্ণতায় অক্সিজেন গ্যাসে শব্দের বেগ, 14°C উষ্ণতায় নাইট্রোজেন গ্যাসে শব্দের বেগের সমান হবে ?
13. a) The equation of a progressive wave is $y = 3 \sin 600 \pi \left(t - \frac{x}{32000} \right)$ cm. Calculate its amplitude, frequency and wave velocity. 3
 একটি চলতরঙ্গের সমীকরণ হল $y = 3 \sin 600 \pi \left(t - \frac{x}{32000} \right)$ cm। এই তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গ বেগ নির্ণয় করুন।
- b) How are stationary waves formed ? Distinguish between stationary and progressive waves. 2 + 2
 স্থানুতরঙ্গ কিভাবে সৃষ্টি হয় ? স্থানুতরঙ্গ এবং চলতরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য কি ?
- c) What do you mean by 'sharpness of resonance' ? 3
 'অনুনাদের তীক্ষ্ণতা' বলতে কি বোঝেন ?

Group - D

বিভাগ - ঘ

Answer any *two* questions.

2 × 10 = 20

যে কোন দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

14. a) What is an electric dipole ? Obtain an expression for electric field at a point (r, θ) in free space due to an electric dipole. 1 + 4

তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে ? একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য শূন্য মাধ্যমের (r, θ) বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের রাশিমালা নির্ণয় করুন।

- b) State Gauss' theorem in electrostatics. Apply it to obtain electric field due to a uniformly charged infinite cylinder at an outside point. 1 + 4

স্থিরতড়িৎ সংক্রান্ত গাউসের উপপাদ্য বিবৃত করুন। এটি প্রয়োগ করে একটি সুষমভাবে আহিত অসীম বিস্তৃত বেলনের বাইরের একটি বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করুন।

15. a) Find the capacitance of a parallel plate capacitor assuming space between the plates is filled with a dielectric of dielectric constant ϵ_0 . 5

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব বের করুন। ধরে নিন পাত দুটির মধ্যকার স্থান যে পরবিদ্যুত দিয়ে ভর্তি তার পরবিদ্যুতাক্ষ ϵ_0 ।

- b) How does the resistance of a metallic conductor vary with increasing temperature ? 2

ধাতব পরিবাহীর রোধ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে কীরূপে পরিবর্তিত হয় ?

- c) If the thermo-emf is given by $e = at + bt^2$, where t is the temperature difference between the two junctions of a thermocouple and a, b are constants, find the inversion temperature and neutral temperature in terms of a, b . 3

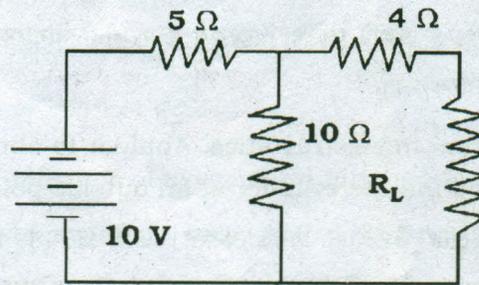
যদি তাপীয় তড়িচ্চালক বল $e = at + bt^2$ হয়, যেখানে t , তাপযুগ্মের দুই প্রান্তের তাপমাত্রার পার্থক্য বোঝায় এবং a এবং b দুটি ধ্রুবক হয়, তবে এই তাপযুগ্মের উৎক্রমণ তাপমাত্রা ও নিরপেক্ষ তাপমাত্রা a, b -এর সাপেক্ষে নির্ণয় করুন।

16. a) Three capacitors of capacitances C_1 , C_2 and C_3 are connected in series. Find their equivalent capacitance. 3

C_1 , C_2 এবং C_3 ধারকত্বের তিনটি ধারক শ্রেণিসমভাবে যুক্ত। এদের তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় করুন।

- b) For the following circuit obtain V_{th} and R_{th} . 5

প্রদত্ত বর্তনীর জন্য V_{th} এবং R_{th} নির্ণয় করুন :



- c) State the two laws of thermoelectricity. 2

তাপতড়িৎ-এর সূত্র দুটি বিবৃত করুন।

=====