

West Bengal State University
B.A./B.Sc./B.Com. (Honours, Major, General) Examinations, 2013
Part - I

PHYSICS — GENERAL
Paper - I

Duration : 3 Hours]

[Maximum 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.

উত্তর যথাসম্ভব নিজের ভাষায় লেখা বাঞ্ছনীয় ।

প্রাপ্তস্ব সংখ্যাগুলি পূর্ণমানের দ্যোতক ।

Question No. 1 is compulsory.

১ নং প্রশ্নের উত্তর আবশ্যিক ।

1. Answer any ten questions :

10 × 2 = 20

যে কোন দশটি প্রশ্নের উত্তর দিন :

a) Find the dimension of coefficient of viscosity.

সান্দ্রতাক্ষের মাত্রা নির্ণয় করুন ।

b) For the given conservative force-field $\vec{f}(r) = -\frac{k}{r^2} \hat{r}$, where k is a constant find the potential.

প্রদত্ত সংরক্ষী বলক্ষেত্র $\vec{f}(r) = -\frac{k}{r^2} \hat{r}$ -এর ক্ষেত্রে, যেখানে k একটি ধ্রুবক, বিভব নির্ণয় করুন ।

c) Find the escape velocity of an object of mass 10 kg on the surface of the earth. Given the radius of the earth = 6400 km (assume $g = 10 \text{ m/s}^2$).

পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত একটি 10 কিলোগ্রাম ভরের বস্তুর পলায়নের বেগ বের করুন । প্রদত্ত আছে যে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6400 কিমি । (ধরুন $g = 10 \text{ মি/সে}^2$)

- d) Show that theoretically σ (Poisson's ratio) lies between -1 to 0.5 .

দেখান যে, তাত্ত্বিকভাবে σ (পয়সনের অনুপাত) -1 থেকে 0.5 এর মধ্যে থাকে ।

- e) Show that, for one mole of ideal gas the kinetic energy $E = \frac{3}{2} RT$, where symbols have their usual meanings.

দেখান যে, এক মোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে গতিশক্তি $E = \frac{3}{2} RT$, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ ।

- f) Is it possible for a Carnot engine to have 100% efficiency ? Explain.

কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা কি 100% হওয়া সম্ভব ? ব্যাখ্যা করুন ।

- g) State Norton's theorem.

নটর্নের উপপাদ্যটি বিবৃত করুন ।

- h) Write down the differential equation for forced vibration. Explain the terms in the equation.

পরবশ কম্পনের অবকল সমীকরণটি লিখুন । সমীকরণের পদগুলি ব্যাখ্যা করুন ।

- i) What is the 'neutral surface' of a bent beam ?

একটি বাঁকানো দণ্ডের 'নিরপেক্ষ তল' বলতে কি বোঝেন ?

- j) A particle in S.H.M. has amplitude 10 cm, time period 1.5 s. Find the time required by the particle to traverse a distance $5\sqrt{3}$ cm from its equilibrium position.

সবল দোলগতিসম্পন্ন একটি কণার বিস্তার 10 cm এবং দোলনকাল 1.5 s । সাম্যাবস্থান থেকে $5\sqrt{3}$ cm দূরত্ব অতিক্রম করতে কণাটির কত সময় লাগবে ?

- k) What do you mean by the terms 'Surface tension' and 'Surface energy' ?

পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি বলতে কী বোঝেন ?

l) If $\vec{A} = x^2 y \hat{i} - 2xz \hat{j} + 2yz \hat{k}$, then find $\text{curl curl } \vec{A}$.

যদি $\vec{A} = x^2 y \hat{i} - 2xz \hat{j} + 2yz \hat{k}$ হয়, তাহলে $\text{curl curl } \vec{A}$ নির্ণয় করুন।

m) If $\vec{A} = \hat{i} + 2\hat{j} + 4\hat{k}$ and $\vec{B} = 2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$, calculate their scalar product. Find the component of \vec{B} along \vec{A} .

যদি $\vec{A} = \hat{i} + 2\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$ হয়, তাহলে ভেক্টর দুটির স্কেলার গুণফল করুন। \vec{A} -র দিকে \vec{B} -র উপাংশ কত?

n) Define entropy.

এনট্রপির সংজ্ঞা দিন।

o) The area of plates of a parallel plate capacitor is 90 cm^2 and the distance between the plates is 2.5 mm . Calculate the capacitance of the capacitor in farad.

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের একটি পাতের ক্ষেত্রফল 90 cm^2 এবং পাত দুটির ব্যবধান 2.5 mm । ধারকটির ধারকত্ব ফ্যারাড এককে নির্ণয় করুন।

GROUP - A

বিভাগ - ক

Answer any three questions.

$3 \times 10 =$

যে কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

2. a) Using dimensional analysis, find the time period of a simple pendulum.

মাত্রীয় বিশ্লেষণ ব্যবহার করে একটি সরল দোলকের পর্যায়কাল নির্ণয় করুন।

b) Calculate $\vec{\nabla} \cdot \left(\frac{\vec{r}}{r^3} \right)$.

$\vec{\nabla} \cdot \left(\frac{\vec{r}}{r^3} \right)$ গণনা করুন।

- c) The acceleration of a particle at any time $t \geq 0$ is given by

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 15 \cos 3t \hat{i} - 10 \sin 3t \hat{j} + 20t \hat{k}$$

If the velocity \vec{v} and displacement \vec{r} are zero at $t = 0$, find \vec{v} and \vec{r} at any time. 3

কোনো বস্তুর ত্বরণ যে কোনো সময় $t \geq 0$ তে প্রদত্ত আছে,

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 15 \cos 3t \hat{i} - 10 \sin 3t \hat{j} + 20t \hat{k}$$

যদি $t = 0$ তে তার গতিবেগ \vec{v} এবং সরণ \vec{r} শূন্য হয় তবে যে কোনো সময়ের জন্য \vec{v} এবং \vec{r} নির্ণয় করুন।

3. a) Define conservative force field. 2

সংরক্ষী বলক্ষেত্রের সংক্ষা দিন।

- b) Show that, force field given by,

$$\vec{f} = -\hat{i}x + \hat{j}y \text{ is conservative.} \quad 3$$

দেখান যে, প্রদত্ত বলক্ষেত্র $\vec{f} = -\hat{i}x + \hat{j}y$ হল সংরক্ষী।

- c) Find the moment of inertia of a solid sphere of mass M and radius r about any diameter. Hence find its radius of gyration. 3 + 2

M ভর ও r ব্যাসার্ধের একটি নিরেট গোলকের কোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তা ভ্রামক বের করুন। সেখান থেকে এর চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করুন।

4. a) Find out the gravitational field intensity due to a thin spherical shell of mass M and radius a (having uniform density) at a point outside the shell. 4

M ভর ও a ব্যাসার্ধের একটি পাতলা গোলীয় গোলকের (ধরে নিন, গোলকটির পৃষ্ঠতলের ঘনত্ব সুসম) ক্ষেত্রে গোলকের বাইরের কোনো একটি বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য গণনা করুন।

- b) Find an expression for radial acceleration of a particle moving in a plane. 3

সমতলীয় গতিতে কোনো বস্তুর অরীয় ত্বরণের রাশিমালা নির্ণয় করুন।

- c) Show that a shear is equivalent to a compression and an equal extension at right angles to each other. 3

দেখান যে, কোনো বস্তুর কৃন্তন তার ওপর পারস্পরিক অভিলম্ব দিকে ক্রিয়াশীল সমান মানের প্রসারণ ও সংকোচন-এর সমতুল্য।

5. a) Derive Poiseuille's Equation for streamline flow of a liquid through a narrow tube.
কোনো সরু নলের মধ্য দিয়ে ধারারেখ প্রবাহের জন্য পয়সিউলের সমীকরণটি নির্ণয় করুন।
- b) State Stokes' law and give its mathematical form.
স্টোকসের সূত্রটি বিবৃত করুন এবং এর গাণিতিক রূপটি লিখুন।
- c) Calculate the difference between the pressure inside and outside of a spherical soap bubble of diameter 1 inch. Given surface tension of soap solution is 25 dynes per cm.
একটি 1 ইঞ্চি ব্যাসের সাবানের বুদবুদের অন্তঃপৃষ্ঠ ও বহিঃপৃষ্ঠের মধ্যে চাপের পার্থক্য গণনা করুন। এখানে সাবান জলের পৃষ্ঠটান 25 ডাইন/সেমি।
6. a) State Stokes' theorem on viscous force.
সান্দ্রতা-বলের ক্ষেত্রে স্টোকস-এর উপপাদ্যটি বিবৃত করুন।
- b) Prove, $\vec{E} = \frac{\vec{r}}{r^2}$ is an irrotational vector.
প্রমাণ করুন, $\vec{E} = \frac{\vec{r}}{r^2}$ একটি অঘূর্ণ ভেক্টর।
- c) If $\phi = x^2 yz + 4xz^2$, find $\vec{\nabla}\phi$ at (1, -2, -1).
যদি $\phi = x^2 yz + 4xz^2$ হয়, তাহলে (1, -2, -1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\phi$ কত?
- d) What do you mean by geostationary satellite?
ভূসমলয় উপগ্রহ বলতে কী বোঝেন?
7. a) Prove that, $Y = 2n(1 + \sigma)$, where Y is Young's modulus, n is rigidity modulus and σ is Poisson's ratio of material.
প্রমাণ করুন, $Y = 2n(1 + \sigma)$, যেখানে Y হল ইয়ং গুণক, n হল দৃঢ়তা গুণক ও σ হল উপাদানের পয়সন অনুপাত।
- b) What do you mean by streamline flow of a liquid? What is Reynold's number? How is it related to streamline flow?
তরলের ধারারেখ প্রবাহ বলতে কী বোঝেন? রেনল্ডের সংখ্যা কী? এটি কীভাবে ধারারেখ প্রবাহের সাথে যুক্ত?

GROUP - B

বিভাগ - খ

Answer any two questions.

2 × 10 = 20

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

8. a) Define degrees of freedom of a particle. Obtain expression for γ for a monatomic gas. 1 + 3

একটি বস্তুর স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কী বোঝেন ব্যাখ্যা করুন। একটি একপরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে γ -র রাশিমালা নির্ণয় করুন।

- b) Starting from the first law of thermodynamics, show that

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad 3$$

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র থেকে দেখান যে

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$$

- c) A certain mole of gas at N.T.P. is expanded to three times of its original volume, under adiabatic conditions. Calculate the final temperature and pressure if γ for the gas is 1.40. 3

প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায়, কয়েক মোল গ্যাসকে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় তার আয়তনের তিনগুন পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হল। অন্তিম তাপমাত্রা ও চাপের গণনা করুন, যদি গ্যাসের γ হয় 1.40।

9. a) Find the efficiency of a Carnot engine. 4

কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় করুন।

- b) An inventor claims to have developed an engine working between 600 K and 300 K, capable of having efficiency 52%. Comment on his claim. 4

একজন আবিষ্কারক দাবি করল যে, সে একটি ইঞ্জিন তৈরী করেছে যেটা 600 K ও 300 K-এর মধ্যে কাজ করতে পারে এবং যার দক্ষতা 52%। তার দাবি সম্বন্ধে মন্তব্য করুন।

- c) Write down van der Waals equation of state for n -moles of a real gas. Explain the terms in the equation. 2

n -মোল বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে ভ্যান ডার ওয়ালস সমীকরণটি লিখুন। সমীকরণের বিভিন্ন পদের ব্যাখ্যা করুন।

10. a) Define emissive power and absorptive power of a body.

কোন বস্তুর বিকিরণ ক্ষমতা ও শোষণ ক্ষমতা-র সংজ্ঞা দিন।

- b) State Wien's displacement law.

ভিনের সরণ সূত্র বিবৃত করুন।

- c) Write down the first law of thermodynamics. Using this law, establish the following relation :

$$C_P = C_V + \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

where the symbols have their usual significance.

2 +

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি লিখুন। এই সূত্র থেকে নিম্নলিখিত সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করুন :

$$C_P = C_V + \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

যেখানে রাশিগুলি তাদের সাধারণ প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হয়েছে।

11. a) Thicknesses of two slabs are d_1 and d_2 and their conductivities (thermal) are respectively k_1 and k_2 . If θ_1 and θ_2 represent their outer surface temperatures when they are in contact and subjected to heat flow, then show that the temperature of the contact is

$$\theta = \frac{\left(\frac{k_1}{d_1} \right) \theta_1 + \left(\frac{k_2}{d_2} \right) \theta_2}{\frac{k_1}{d_1} + \frac{k_2}{d_2}}$$

দুটি ফলকের বেধ যথাক্রমে d_1 এবং d_2 এবং এদের তাপ পরিবাহিতাঙ্ক যথাক্রমে k_1 এবং k_2 । এরা সংযুক্ত করে তাদের মধ্য দিয়ে তাপপ্রবাহ চালান হল। যদি বাইরের দুটি তলের উষ্ণতা θ_1 এবং θ_2 হয়

তবে প্রমাণ করুন যে, সংযুক্ত তলের তাপমাত্রা

$$\theta = \frac{\left(\frac{k_1}{d_1} \right) \theta_1 + \left(\frac{k_2}{d_2} \right) \theta_2}{\frac{k_1}{d_1} + \frac{k_2}{d_2}}$$

- b) Draw Maxwell's speed distribution curve of molecules of an ideal gas at a given temperature and indicate the most probable speed. Why does the height of the graph decrease with increase in temperature ? 1 + 1 + 1

একটি প্রদত্ত তাপমাত্রায় আণবিক দ্রুতি বন্টন সংক্রান্ত ম্যাক্সওয়েল-এর লেখচিত্রটি আঁকুন এবং সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য দ্রুতির আনুমানিক অবস্থান চিহ্নিত করুন। কেন লেখচিত্রের উচ্চতা উষ্ণতা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায় ?

- c) Deduce ideal gas laws from kinetic theory. 3

গতিতত্ত্ব থেকে আদর্শ গ্যাসের সূত্রগুলি প্রতিষ্ঠা করুন।

GROUP - C

বিভাগ - গ

Answer any one question.

$1 \times 10 = 10$

যে কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

12. a) Two S.H.M.s of same frequency but different amplitudes (having no phase difference) are acting at right angles. If they are superposed, what will be the resultant pattern ? If the amplitudes are equal what will be the result ? 3 + 2

পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল দুটি সরল দোলগতির কম্পাঙ্ক সমান এবং বিস্তার বিভিন্ন (কোনো দশা পার্থক্য নেই)। তারা উপরিপতিত হলে লব্ধ আকৃতি কীরূপ হবে ? যদি তাদের বিস্তার সমান হয় তাহলেই বা কী হবে ?

- b) A circular motion is equivalent to two S.H.M.s at right angles. Explain. 3

একটি বৃত্তীয় গতি দুটি পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল সরল দোলগতির তুল্য। ব্যাখ্যা করুন।

- c) Define Doppler effect in sound. 2

শব্দের ক্ষেত্রে ডপলার ক্রিয়ার ব্যাখ্যা দিন।

13. a) Write down the equation of a progressive wave. Explain mathematically the formation of stationary waves by the superposition of two progressive waves.

চলতরঙ্গের সমীকরণ লিখুন। দুটি চলতরঙ্গের উপরিপাতের ফলে কীভাবে স্থায়ীতরঙ্গের সৃষ্টি হয় তা গাণিতিক বিশ্লেষণ দ্বারা দেখান।

- b) When two organ pipes sound together then 7 beats per second form. If the ratio of the lengths is 50 : 51, find their respective frequencies.

দুটি অর্গান নলকে একসঙ্গে ধ্বনিত করলে সেকেন্ডে ৭টি স্বরকম্প উৎপন্ন হয়। পাইপ দুটির দৈর্ঘ্যের অনুপাত 50 : 51 হলে, এদের কম্পাঙ্কের মান নির্ণয় করুন।

- c) Write down the differential equation of a damped oscillation and explain the different terms.

অবমন্দিত দোলনের অবকল সমীকরণটি লিখুন। সমীকরণের বিভিন্ন পদগুলি ব্যাখ্যা করুন।

GROUP - D

বিভাগ - ঘ

Answer any two questions.

2 × 10

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন।

14. a) Using Gauss theorem find the electric field outside and inside of a uniformly charged spherical shell containing charge q .

সুষমভাবে আহিত q আধানযুক্ত একটি গোলায় খোলকের বাইরে ও ভিতরে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য গাণিতিক সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করুন।

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

একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করুন। ধরে নিন, পাতদুটির মধ্যবর্তী স্থান যে পরাবিদ্যুৎ ভর্তি তার ধারকত্ব ϵ_0 ।

15. a) State Kirchoff's laws. Using these laws obtain the expression of the galvanometer current in an unbalanced Wheatstone bridge. 2 + 4

কির্শফের সূত্রগুলি লিখুন। এই সূত্রগুলি ব্যবহার করে একটি অপ্রতিমিত হুইটস্টোন ব্রিজের গ্যালভানোমিটারের প্রবাহমাত্রার ব্যঞ্জক নির্ণয় করুন।

- b) An electrical cell of e.m.f. 10 V and internal resistance 3Ω is connected parallelly with another cell of e.m.f. 12 V and internal resistance 2Ω . This combination is now connected parallelly with an external resistance 2Ω . Draw the circuit and calculate the current through the external resistance and the potential difference of both cells. 3 + 1

একটি ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল 10 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 3Ω । অন্য একটি ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল 12 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω । এদের সমান্তরাল সমবায়ে বহিস্থ 2Ω রোধের সঙ্গে যুক্ত করা হল। বর্তনীটি অঙ্কন করুন এবং বহিস্থ রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করুন। উভয় ব্যাটারির বিভব প্রভেদ কত?

16. a) Calculate energy loss on sharing of charges between two charged bodies. 3

দুটি তড়িতাহিত বস্তুর মধ্যে আধান বন্টনের দরুণ শক্তির অপচয় নির্ণয় করুন।

- b) State the two laws of thermoelectricity. 2

তাপতড়িৎ-এর সূত্র দুটি বিবৃত করুন।

- c) What is the difference between Peltier effect and Joule effect. 2

পেলটিয়ার ক্রিয়া ও জুল ক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য কী?

- d) The thermo-e.m.f. of a thermocouple is e (in μV) = $16.34 t - 0.021 t^2$, where one junction of the thermocouple is at $0^\circ C$ and the other junction is at $t^\circ C$. Determine (i) the neutral temperature and (ii) Peltier coefficient at $100^\circ C$ of the thermocouple.

একটি সংযোগস্থান $t^\circ C$ -এ উত্তপ্ত ও অপরটি $0^\circ C$ -এ রাখা এরূপ একটি তাপতড়িৎ-বর্তনীর তড়িচ্চালক বল e (μV এককে) = $16.34 t - 0.021 t^2$ । তাপযুগ্মের (i) নিরপেক্ষ তাপমাত্রা এবং (ii) পেলটিয়ার গুণক $100^\circ C$ -এ নির্ণয় করুন।
