



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY

B.Sc. General Part-I Examination, 2022

PHYSICS

PAPER: PHSG-I

Time Allotted: 3 Hours

Full Marks: 100

*The figures in the margin indicate full marks.
Candidates should answer in their own words
and adhere to the word limit as practicable.*

*প্রান্তিক সীমার মধ্যস্থ সংখ্যাটি পূর্ণমান নির্দেশ করে।
পরীক্ষার্থীরা নিজের ভাষায় যথা সম্ভব শব্দসীমার মধ্যে
উত্তর করিবে।*

All symbols are of usual significance.

Question No. 1 is compulsory

১ নং প্রশ্নের উত্তর আবশ্যিক

1. Answer any **ten** questions from the following: 2×10 = 20
- নিম্নলিখিত যে-কোনো **দশটি** প্রশ্নের উত্তর দাওঃ
- (a) Calculate ∇r where $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$.
- ∇r - এর মান নির্ণয় করো যেখানে $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$ ।
- (b) What do you mean by a solenoidal vector field? Give one example.
- সলিনয়ডাল ভেক্টর ক্ষেত্র বলতে কি বোঝো? একটি উদাহরণ দাও।
- (c) State the theorem of parallel axes in the case of moment of inertia of a rigid body.
- কোনো জড়বস্তুর জাড্য-ভ্রামক সংক্রান্ত সমান্তরাল অক্ষের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।
- (d) No work is done in moving an object from one point to another on the surface of a spherical shell. — Explain.
- একটি গোলায় খোলকের উপরিস্থিত এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে কোনো বস্তুকে নিয়ে যেতে কৃতকার্যের মান শূন্য। — ব্যাখ্যা করো।
- (e) Show that the magnitude of the potential energy is twice that of the kinetic energy of an artificial satellite orbiting the earth.
- দেখাও যে পৃথিবীর চারদিকে প্রদক্ষিণরত একটি কৃত্রিম উপগ্রহের স্থিতিশক্তি তার গতিশক্তির দ্বিগুণ।
- (f) A solid rod and a hollow tube of same material are taken. If their diameter and length are equal, which one has greater torsional rigidity?
- একই ধাতুর একটি নিরেট এবং একটি ফাঁপা নল নেওয়া হল। এদের বাইরের ব্যাস এবং দৈর্ঘ্য সমান হলে, কোনটির দৃঢ়তা বেশী?
- (g) What is Jurin's law? What are its limitations?
- জুরিনের সূত্রটি লেখো। এই সূত্রের সীমাবদ্ধতাগুলি লেখো।

- (h) What do you understand by the statement: The coefficient of viscosity of a liquid is 1 poise?
কোনো তরলের সান্দ্রতাক্ষ 1 পয়েজ বলতে কি বোঝো ?
- (i) Show graphically the Maxwell's velocity distribution for two different temperatures T_1 and T_2 ($T_1 > T_2$).
ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুযায়ী কোনো সংস্থার অণুগুলির বেগ বণ্টনের প্রকৃতি দুটি ভিন্ন তাপমাত্রা T_1 ও T_2 ($T_1 > T_2$) -এর জন্য লেখিকভাবে দেখাও।
- (j) State Kirchoff's law in connection with radiation emitted by a body.
কোনো বস্তুর বিকিরণ সম্পর্কিত কির্সফের সূত্র বিবৃত করো।
- (k) What is entropy? What is its SI unit?
এনট্রপি কি ? এর-SI এককটি লেখো।
- (l) Establish the differential equation of a progressive wave.
চলতরঙ্গের অবকল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।
- (m) Show that in a stretched wire the velocity of longitudinal waves is always greater than the velocity of transverse wave.
দেখাও যে একটি টান করা তারে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বেগ সর্বদা তির্যক তরঙ্গের গতিবেগ অপেক্ষা বেশি হবে।
- (n) State the Gauss's law in a dielectric medium. Write down its differential form.
পর্যবেদ্য মাধ্যমে গ্যাসের উপপাদ্যটি বিবৃত করো। এই সূত্রের অবকল রূপটি লেখো।
- (o) Find the torque applied on an electric dipole placed in an electric field.
তড়িৎক্ষেত্রে অবস্থিত তড়িৎ-দ্বিমেরুর উপর কত টর্ক প্রযুক্ত হয় নির্ণয় করো।

GROUP-A

বিভাগ-ক

Answer any *three* questions from the following

10×3 = 30

নিম্নলিখিত যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও

2. (a) If the diagonals of a parallelogram are represented by the vectors $3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ and $\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$, what is the area of the parallelogram? 3
একটি সামান্তরিকের দুটি কর্ণ যথাক্রমে $3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো।
- (b) Prove that $\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{A} = 0$, where \vec{A} is any vector. 3
প্রমাণ করো $\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{A} = 0$, যেখানে \vec{A} যে-কোনো একটি ভেক্টর।
- (c) If $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$, show that $\vec{w} = \frac{1}{2} \vec{\nabla} \times \vec{v}$, where \vec{w} is a constant vector. 4
 $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$ হলে, দেখাও যে $\vec{w} = \frac{1}{2} \vec{\nabla} \times \vec{v}$, যেখানে \vec{w} একটি ধ্রুবক ভেক্টর।

3. (a) The three adjacent sides of a parallelopiped are represented by three vectors $3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$, $2\hat{i} - 4\hat{j} + 6\hat{k}$ and $\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$. Find the volume of the parallelopiped. What is the physical significance of your result? 3+1
 একটি আয়তঘনের তিনটি সন্নিহিত বাহু যথাক্রমে $3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$, $2\hat{i} - 4\hat{j} + 6\hat{k}$ এবং $\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ । আয়তঘনটির আয়তন নির্ণয় করো। তোমার উত্তরের তাৎপর্য বিশ্লেষণ করো।
- (b) What do you mean by moment of inertia? Derive the formula for the moment of inertia of a uniform solid sphere (i) about its diameter and (ii) about its tangent. 1+3+2
 জড় ভ্রামক বলতে কি বোঝো? একটি সুস্থম নিরেট গোলকের (i) ব্যাস সাপেক্ষে, (ii) স্পর্শক সাপেক্ষে জড় ভ্রামক নির্ণয় করো।
4. (a) Find the gravitational field and potential due to a thin spherical shell at a point (i) outside, (ii) inside the shell. 4+4
 একটি ফাঁপা গোলকের (i) বাইরে, (ii) ভিতরে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয় করো।
- (b) Determine the distance of geostationary satellite from the earth's surface. Given mean radius of the earth = 6400 km and $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. 2
 পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে ভূ-সমলয় উপগ্রহের দূরত্ব নির্ণয় করো। দেওয়া আছে, পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ = 6400 km এবং $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ।
5. (a) Show that a shear is equivalent to an extension and an equal compression at right angles to each other and each is half of shearing angle. 3
 দেখাও যে কৃন্তন পারস্পরিক অভিলম্ব দিকে প্রসারণ ও সমান সংকোচনের সমতুল্য এবং প্রত্যেকেই কৃন্তন কোণের অর্ধেক।
- (b) Show that for a homogeneous isotropic medium $Y = 2n(1 + \sigma)$, where letters have their usual meaning. 5
 কোনো সমসত্ত্ব পদার্থের জন্য দেখাও যে $Y = 2n(1 + \sigma)$, যেখানে চিহ্নগুলি তাদের নিজস্ব অর্থবহন করে।
- (c) If $n = 8 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ and $Y = 20 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ for iron, calculate Poisson's ratio. 2
 লোহার $n = 8 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ এবং $Y = 20 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ হলে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো।
6. (a) Derive an expression for the height 'h' through which a liquid of surface tension T will rise in a capillary tube of radius r . Explain clearly from where the energy comes when the liquid rises against gravity in the capillary tube. 4+2
 T পৃষ্ঠটানবিশিষ্ট একটি তরল r ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলে 'h' উচ্চতা আরোহণ করলে h-এর রাশিমালা নির্ণয় করো। অভিকর্ষের বিরুদ্ধে তরলটি নির্দিষ্ট উচ্চতা আরোহনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি কোথা থেকে পায়?
- (b) What will happen if the length of the capillary tube is smaller than 'h'? 2
 যদি কৈশিক নলটির দৈর্ঘ্য 'h'-এর থেকে কম হয় তাহলে কি হবে?

- (c) Explain why a liquid is either raised or depressed in a capillary tube. 2
কৈশিক নলের মধ্যে তরল হয় উপরে ওঠে না হয় নীচে নামে — কেন ?

7. (a) How does a body attain terminal velocity in falling through a viscous liquid? 2
একটি বস্তু সান্দ্র তরলে পতনের সময় কিভাবে প্রান্তীয় বেগ প্রাপ্ত হয় ?

- (b) Derive Stokes' formula for the velocity of a small sphere falling through a viscous medium using the method of dimensions. With the help of Stokes' formula, find the terminal velocity of a spherical body. 2+3

সান্দ্র মাধ্যমে একটি ছোট গোলীয় বস্তুর পতনের জন্য স্টোকসের সূত্রটি মাত্রা পদ্ধতিতে প্রতিষ্ঠা করো। স্টোকসের সূত্র থেকে একটি গোলীয় বস্তুর জন্য প্রান্তীয় বেগের রাশিমালা নির্ণয় করো।

- (c) Two drops of water of same size are falling through air with terminal velocities 1 m/s. If the two drops combine to form a single drop, what would be the new terminal velocity? 3

একই আকারের দুটি জলবিন্দু বাতাসের মধ্য দিয়ে 1 m/s প্রান্তীয় বেগ নিয়ে পড়ছে। যদি তারা যুক্ত হয়ে একটি জলবিন্দুতে পরিণত হয় তবে নতুন ফোঁটাটির প্রান্তীয় বেগ কত হবে ?

GROUP-B

বিভাগ-খ

Answer any *two* questions from the following

10×2 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

8. (a) Write down two reasons for deviation of real gas from ideal behaviour. 2
বাস্তব গ্যাসের আচরণ আদর্শ গ্যাস থেকে ভিন্ন হবার দুটি কারণ উল্লেখ করো।

- (b) State and explain Maxwell's velocity distribution law. Draw the graph of velocity distribution. 3+1

ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টন সূত্রটি বিবৃত করে ব্যাখ্যা করো। গতিবেগ বণ্টনের লেখচিত্রটি অঙ্কন করো।

- (c) The degrees of freedom of each molecule of an ideal gas is x . Show that 4
 $\gamma = 1 + \frac{2}{x}$; where $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.

একটি গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 'x' হলে দেখাও যে $\gamma = 1 + \frac{2}{x}$ । যেখানে $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ ।

9. (a) Define entropy. What is its physical significance? Prove that entropy remains constant in reversible process. 1+1+2

এনট্রপির সংজ্ঞা দাও। উহার ভৌত তাৎপর্য কি ? প্রমাণ কর যে একটি উৎক্রমণীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপি ধ্রুবক থাকে।

- (b) Describe the operation of Carnot engine with an ideal gas as working substance with reference to a P - V diagram and deduce an expression for its efficiency. 2+4

কার্যরত বস্তু আদর্শ গ্যাস ধরে নিয়ে P - V সূচকের সাহায্যে একটি কার্নো ইঞ্জিনের কার্য বর্ণনা করো এবং এর দক্ষতা নির্ণয় করো।

- 10.(a) State Newton's law of cooling. Deduce it from Stefan Boltzman's law. 2+2
নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি বিবৃত করো। স্টীফান বোলজম্যান সূত্র থেকে এই সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।
- (b) Find the temperature of the surface of the earth, if earth is in thermal equilibrium with the Sun. Provided that the temperature of the upper surface of the Sun is 5700°C , radius of the Sun is 7.1×10^8 mt and the distance between the earth and the Sun is 1.5×10^{11} mt. 4
পৃথিবী এবং সূর্য তাপীয় সাম্যে থাকলে এবং সূর্যের উপরিতলের তাপমাত্রা 5700°C হলে পৃথিবীর উপরিতলের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ধরে নাও সূর্যের ব্যাসার্ধ 7.1×10^8 mt এবং, পৃথিবী ও সূর্যের গড় দূরত্ব 1.5×10^{11} mt।
- (c) What is an ideal black body? 2
একটি আদর্শ কৃষ্ণ বস্তু কি?
- 11.(a) What is thermal diffusivity? 2
তাপ ব্যাপনতা কি?
- (b) Calculate thermal conductivity for flow of heat through cylindrical tube. 4
একটি চোঙাকৃতি নলে তাপ প্রবাহের ক্ষেত্রে তাপ পরিবাহিতাক্ষের রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (c) A boiler is made of iron plates 1.2 cm thick. If the temperature of the outer surface be 120°C and that of the inner is 100°C , calculate the mass of water evaporated per hour. Assume the area of the heating surface to be 50000 cm^2 , thermal conductivity of iron = 0.2 cgs unit and latent heat of steam = 540 cal/gm . 4
একটি বয়লার 1.2 cm বেধ বিশিষ্ট লোহার পাত দিয়ে তৈরী। বাইরের তলের উষ্ণতা 120°C এবং ভিতরের তলের উষ্ণতা 100°C হলে প্রতি ঘণ্টায় বাষ্পায়িত জলের ভর নির্ণয় করো। ধরে নাও উত্তপ্ত তলের ক্ষেত্রফল 50000 cm^2 , লোহার তাপ পরিবাহিতাক্ষ 0.2 cgs একক এবং বাষ্পের লীনতাপ 540 cal/gm ।

GROUP-C

বিভাগ-গ

Answer any *one* question from the following

10×1 = 10

নিম্নলিখিত যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও

- 12.(a) Establish the differential equation of simple harmonic motion (S.H.M.) and find the solution of the equation. 2+2
সরল দোলগতির অবকল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো এবং ঐ সমীকরণের সমাধান নির্ণয় করো।
- (b) A particle is subjected to two mutually perpendicular SHM's having same period but different amplitudes and phases. Show that the resultant motion of the particle, in general, is elliptic. Hence discuss what would happen when the phase difference is π . 4+2
সমান দোলনকাল কিন্তু ভিন্ন বিস্তার ও দশার দুটি সরল দোলগতি একটি কণার উপর পরস্পর লম্বাভিমুখী দুটি দিকে ক্রিয়া করছে। দেখাও যে কণাটির লব্ধগতি সাধারণভাবে উপবৃত্তাকার। ঐ সরল দোলগতি দুটির মধ্যকার দশাপার্থক্য π হলে কি হবে দেখাও।

- 13.(a) Obtain a mathematical expression for stationary wave. Hence determine the positions of nodes and antinodes. 2+2
 স্থানান্তরঙ্গের গাণিতিক রাশিমালা নির্ণয় করো। এখান থেকে নিস্পন্দ ও সুস্পন্দ বিন্দুর অবস্থানগুলি নির্ণয় করো।
- (b) Show that in a stationary wave, the pressure amplitude is maximum at nodal points and minimum at anti-nodal points. 3
 দেখাও যে স্থানান্তরঙ্গের ক্ষেত্রে নিস্পন্দ বিন্দুতে চাপ পরিবর্তনের বিস্তার সর্বাপেক্ষা বেশি এবং সুস্পন্দ বিন্দুতে সর্বাপেক্ষা কম।
- (c) Two tuning forks produce 4 beats /sec when sounded together. One of them is in unison with 1.2 m length of a wire and the other with 1.25 m of it. Calculate the frequencies of the forks. 3
 দুটি সুরশালাকা একসাথে কম্পিত হলে 4-টি স্বরকম্প তৈরী করে। এদের একটি 1.2 m দৈর্ঘ্যের এবং অপরটি 1.25 m দৈর্ঘ্যের তারের সাথে সমকম্পাঙ্কযুক্ত হয়। সুরশালাকা দুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

GROUP-D

বিভাগ-ঘ

Answer any two questions from the following

10×2 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

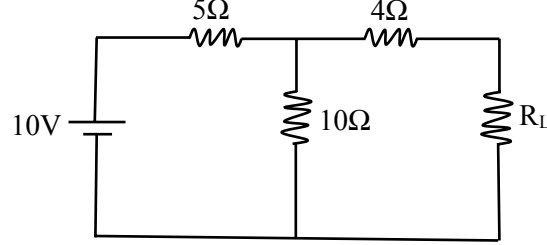
- 14.(a) Using Gauss's theorem in electrostatics find electric field at a point inside and outside of a uniformly charged spherical shell containing charge Q . 3+2
 স্থির তড়িৎ সংক্রান্ত গাউসের উপপাদ্যটি ব্যবহার করে Q আধান বিশিষ্ট একটি সুষম ভাবে আহিত গোলকের ভিতরের এবং বাইরের বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো।
- (b) Show that the energy stored per unit volume in an electrostatic field is $\frac{1}{2}\epsilon_r\epsilon_oE^2$. 3
 প্রমাণ করো যে, তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ $\frac{1}{2}\epsilon_r\epsilon_oE^2$ ।
- (c) State the two laws of thermoelectricity. 2
 তাপতড়িৎ-এর সূত্র দুটি বিবৃত করো।
- 15.(a) Calculate the capacitance per unit length of a cylindrical capacitor with inner and outer radii a and b respectively. The outer surface is grounded and the space between the cylinders is filled up with air. 4
 একটি চোঙাকৃতি ধারকের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ধারকত্বের মান নির্ণয় করো। ভিতরের চোঙের ব্যাসার্ধ ' a ' এবং বাইরে ব্যাসার্ধ ' b '। চোঙ দুটির ভিতরের স্থান বায়ু দ্বারা পূর্ণ।
- (b) For a thermocouple, whose junctions are at 0°C and $t^\circ\text{C}$, the Seebeck e.m.f is $e = 16t - 0.04t^2 \mu\text{V}$. Calculate neutral temperature, inversion temperature and thermoelectric power at inversion temperature. 2+2+2
 একটি তাপযুগ্মের দুটি সংযোগস্থল 0°C এবং $t^\circ\text{C}$ রাখা থাকলে উৎপন্ন সীবেক e.m.f $e = 16t - 0.04t^2 \mu\text{V}$ । তাহলে নিরপেক্ষ তাপমাত্রা, উৎক্রমন তাপমাত্রা এবং তাপতড়িৎ ক্ষমতা কত ?

16.(a) State Kirchoff laws in electrical network.

তড়িৎ বর্তনীর ক্ষেত্রে কার্শফ-এর সূত্রগুলি লেখো।

(b) For the following circuit, obtain V_{th} and R_{th} :

প্রদত্ত বর্তনীর জন্য V_{th} এবং R_{th} নির্ণয় করোঃ



(c) $ABCD$ is a square of side x metre long and is made up of wire of resistance r ohm/metre. Similar wires are connected across the diagonals AC and BD . Show that the effective resistance of the framework between the corners A and C is $(2 - \sqrt{2})xr$ ohm.

$ABCD$ একটি বর্গক্ষেত্র যার প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য x মিটার এবং প্রতিটি বাহু যে তার দিয়ে তৈরী তার রোধ r ওহম / মিটার। একই প্রকার তার দিয়ে দুটি কর্ণ AC এবং BD যুক্ত। দেখাও যে A এবং C -এর মধ্যে সমতুল্য রোধ $(2 - \sqrt{2})xr$ ওহম।

N.B. : Students have to complete submission of their Answer Scripts through E-mail / Whatsapp to their own respective colleges on the same day / date of examination within 1 hour after end of exam. University / College authorities will not be held responsible for wrong submission (at in proper address). Students are strongly advised not to submit multiple copies of the same answer script.

—x—