



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY  
B.Sc. General Part-I Examination, 2019

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 মধ্যে 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 দাও:
- (a) What is the difference between polar vector and an axial vector?  
পোলার ভেক্টর এবং অক্ষীয় ভেক্টরের মধ্যে পার্থক্য কি?
- (b) Show that  $\nabla^2 r^n = n(n+1)r^{n-2}$ , for  $(r \neq 0)$ .  
দেখাও যে  $\nabla^2 r^n = n(n+1)r^{n-2}$ ,  $(r \neq 0)$  জন্য।
- (c) Between a solid sphere and a hollow sphere with the same mass and external diameter, which one possess greater moment of inertia?  
সমান ভর এবং ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি কঠিন গোলক এবং একটি ফাঁপা গোলকের মধ্যে, কার জাড্য ভ্রামক বৃহত্তর?
- (d) Show that no work is done by a particle traversing a cyclic path in a conservative force field.  
দেখাও যে যাতায়াতের পূর্ণ চক্রে সংরক্ষী বল কর্তৃক কৃতকার্যের পরিমাণ শূন্য হয়।
- (e) What is universal gravitational constant?  
সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলতে কী বোঝো?
- (f) What do you understand by streamline and turbulent motion?  
ধারারৈখিক ও বিক্ষুব্ধ গতি বলতে কী বোঝো?
- (g) Show that theoretically  $\sigma$  (Poisson's ratio) lies between  $-1$  to  $0.5$ .  
দেখাও যে তাত্ত্বিকভাবে,  $\sigma$  (পয়সনের অনুপাত)  $-1$  থেকে  $0.5$  এর মধ্যে থাকে।
- (h) Explain angle of contact. Does it vary with the angle of inclination of the solid to the liquid surface?  
স্পর্শকোণ এর ব্যাখ্যা দাও। তরল পৃষ্ঠের সহিত কঠিনের নতির উপর স্পর্শকোণের মান কি নির্ভর করে?

- (i) With the help of a labeled diagram explain Galilean transformation equations.  
 রেখাচিত্রের সাহায্যে গ্যালিলিও রূপান্তর সমীকরণের ব্যাখ্যা করো।
- (j) Compare the velocities of longitudinal and transverse waves in a stretched string.  
 বিস্তৃত তারের মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বেগের তুলনা করো।
- (k) Draw the pressure-volume (P-V) diagram of a Carnot cycle.  
 কার্নোচক্রের প্রযুক্ত চাপ ও আয়তনের (P-V) লেখচিত্র অঙ্কন করো।
- (l) What is the difference between a stationary and progressive wave?  
 স্থানুতরঙ্গ ও চলতরঙ্গের পার্থক্য কি ?
- (m) Define thermoelectric power and Thomson coefficient of a thermocouple.  
 তাপযুগ্মের তাপতড়িৎ ক্ষমতা ও থমসন গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।
- (n) State Norton's theorem.  
 নর্টনের উপপাদ্য বিবৃত করো।
- (o) Write down the van-der Waals equation of state for  $n$  moles of a real gas. Under what conditions a real gas behaves like an ideal gas?  
 $n$  মোল বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে ভ্যান ডার ওয়ালস সমীকরণটি লেখো। কোন ক্ষেত্রে বাস্তব গ্যাস একটি আদর্শ গ্যাসের মত আচরণ করে ?

GROUP-A

বিভাগ-ক

Answer any *three* questions from the following

10×3 = 30

নিম্নলিখিত যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও

2. (a) Find the dimension of  $a$  and  $b$  in the gas equation  $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ . 3  
 গ্যাস সমীকরণ  $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ -তে  $a$  এবং  $b$  -র মাত্রা নির্ণয় করো।
- (b) Obtain a unit vector perpendicular to the surface given by  $x^2y + 2xz = 4$  at the point  $(2, -2, 3)$  on the surface. 3  
 একটি তলের সমীকরণ  $x^2y + 2xz = 4$  হলে, ঐ তলের উপর  $(2, -2, 3)$  বিন্দুতে তলের উপর অভিলম্ব একক ভেক্টর নির্ণয় করো।
- (c) If  $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$ , show that  $\vec{w} = \frac{1}{2} \vec{v} \times \vec{v}$ , where  $\vec{w}$  is a constant vector. 4  
 $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$  হলে, দেখাও যে  $\vec{w} = \frac{1}{2} \vec{v} \times \vec{v}$ , যেখানে  $\vec{w}$  একটি ধ্রুবক ভেক্টর।
3. (a) Calculate the moment of inertia of a thin uniform rectangular lamina about an axis passing through its centre of mass and parallel to one of its sides. 4  
 একটি পাতলা ও সুষম আয়তাকার পাতের ভারকেন্দ্র দিয়ে এবং যে কোনো একটি ধাতুর সমান্তরাল ভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে ঐ পাতের জ্যাডামাক বের করো।

- (b) Calculate the moment of inertia of a solid circular cylinder of radius 20 cm and length 10 cm about its own axis. Density of its material is 9 gm/c.c. 3  
 10 cm দীর্ঘ ও 20 cm ব্যাসার্ধের একটি নিরেট গোলাকার চোঙের নিজ অক্ষের সাপেক্ষে জড় ভ্রামক নির্ণয় করো। উহার উপাদানের ঘনত্ব 9 gm/c.c।
- (c) Show that  $\vec{A} = (4xy - z^3)\hat{i} + 2x^2\hat{j} - 3xz^2\hat{k}$  is an irrotational vector. 3  
 দেখাও যে,  $\vec{A} = (4xy - z^3)\hat{i} + 2x^2\hat{j} - 3xz^2\hat{k}$  একটি অঘূর্ণন ভেক্টর।
4. (a) Find the radial and cross-radial acceleration of a particle moving under planar motion. 5  
 সমতলে গতিশীল কোন কণার অরীয় ও তির্যক ত্বরণের উপাংশ নির্ণয় করো।
- (b) Establish a relation between torque and angular acceleration of a rotating body. 3  
 একটি আবর্তনশীল দৃঢ় বস্তুর টর্ক ও কৌণিক ত্বরণের সম্পর্ক নির্ণয় করো।
- (c) What do you mean by radius of gyration? 2  
 চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলতে কি বোঝো ?
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) If  $n = 8 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $Y = 20 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$  for iron, calculate Poisson's ratio. 2  
 লোহার  $n = 8 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $Y = 20 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$  হলে পয়সন অনুপাত নির্ণয় করো।
- (c) 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 মাত্রাপদ্ধতিতে প্রতিষ্ঠা করো। স্টোকসের সূত্র থেকে একটি গোলীয় বস্তুর জন্য প্রান্তীয় বেগের রাশিমালা নির্ণয় করো।
6. (a) Show that the torque per unit twist of a wire of radius  $R$  and length  $l$  is  $\frac{\pi n R^4}{2l}$  5  
 where  $n$  is the rigidity modulus of the material of the wire.  
 $l$  দৈর্ঘ্যের একটি তারের ব্যাসার্ধ ' $R$ ' এবং উপাদানের দৃঢ়তা গুণাঙ্ক ' $n$ ' হলে দেখাও যে প্রতি একক মোচড়ে বলের ভ্রামক  $\frac{\pi n R^4}{2l}$ ।
- (b) Define surface tension and surface energy. 2  
 পৃষ্ঠটান এবং পৃষ্ঠ শক্তির সংজ্ঞা দাও।
- (c) Show that the surface energy per unit area is numerically equal to the surface tension of that liquid. 3  
 দেখাও যে, তরলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলের পৃষ্ঠশক্তির মান সংখ্যাগত ভাবে তরলের পৃষ্ঠটানের সমান।
7. (a) Define central force and mention its characteristics. 1+3  
 কেন্দ্রীয় বলের সংজ্ঞা দাও এবং এর বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করো।

- (b) Find the mass of the sun if the average distance between the earth and the sun is  $1.49 \times 10^9$  km. Given  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  SI unit. 3  
 পৃথিবী ও সূর্যের গড় দূরত্ব  $1.49 \times 10^9$  km হলে সূর্যের ভর নির্ণয় করো। প্রদত্ত মান  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  SI একক।
- (c) Find the time period of a satellite moving in a circular orbit around earth at a height  $h$  from the surface of the earth. Consider the radius of the earth to be  $R$ . 3  
 পৃথিবীর চারদিকে বৃত্তাকার কক্ষপথে গতিশীল একটি উপগ্রহ পৃথিবীর উপরিতলে থেকে  $h$  উচ্চতায় অবস্থিত হলে উপগ্রহটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। মনে করো পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$ ।

**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 বন্টন সূত্রটি বিবৃত করে ব্যাখ্যা করো। গতিবেগ বন্টনের লেখচিত্রটি অংকন 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 বস্তুর 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  $5700^{\circ}\text{C}$ , radius of the Sun is  $7.1 \times 10^8$  mt and the distance between the earth and the Sun is  $1.5 \times 10^{11}$  mt. 4
- পৃথিবী এবং সূর্য তাপীয় সাম্যে থাকলে এবং সূর্যের উপরিতলের তাপমাত্রা  $5700^{\circ}\text{C}$  হলে পৃথিবীর উপরিতলের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ধরে নাও সূর্যের ব্যাসার্ধ  $7.1 \times 10^8$  mt এবং, পৃথিবী ও সূর্যের গড় দূরত্ব  $1.5 \times 10^{11}$  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  $120^{\circ}\text{C}$  and that of the inner is  $100^{\circ}\text{C}$ , calculate the mass of water evaporated per hour. Assume the area of the heating surface to be  $50000 \text{ cm}^2$ , thermal conductivity of iron = 0.2 cgs unit and latent heat of steam =  $540 \text{ cal/gm}$ . 4
- একটি বয়লার 1.2 cm বেধ বিশিষ্ট লোহার পাত দিয়ে তৈরী। বাইরের তলের উষ্ণতা  $120^{\circ}\text{C}$  এবং ভিতরের তলের উষ্ণতা  $100^{\circ}\text{C}$  হলে প্রতি ঘন্টায় বাষ্পায়িত জলের ভর নির্ণয় করো। ধরে নাও উষ্ণত্ব তলের ক্ষেত্রফল  $50000 \text{ cm}^2$ , লোহার তাপপরিবাহক 0.2 cgs একক এবং বাষ্পের লীনতাপ  $540 \text{ cal/gm}$ ।

### GROUP-C

#### বিভাগ-গ

Answer any one question from the following

$10 \times 1 = 10$

নিম্নলিখিত যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও

- 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 কিরূপ 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 করো।
- (c) What is beat? 2
- স্বরকম্প কি ?
- 13.(a) Obtain an expression for the velocity of transverse waves in a stretched string. 5
- কোনো প্রসারিত তারের তির্যক তরঙ্গের গতিবেগ এর রাশিমালা নির্ণয় করো।

- (b) If the displacement equation of S.H.M. be  $x = a \sin(\omega t + \phi)$ , then show that the velocity ( $v$ ) and acceleration ( $f$ ) satisfy  $\omega^2 v^2 + f^2 = a^2 \omega^4$ .

একটি সরল দোলগতির সময়- সরণ সমীকরণ  $x = a \sin(\omega t + \phi)$  হলে দেখাও যে, বেগ ( $v$ ) এবং ত্বরণ ( $f$ ) নিম্নলিখিত সমীকরণটি মেনে চলে  $\omega^2 v^2 + f^2 = a^2 \omega^4$ .

- (c) Define Doppler effect in sound.

শব্দের ক্ষেত্রে ডপলার ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

### GROUP-D

#### বিভাগ-ঘ

Answer any two questions from the following

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  $Q$ .

স্থির তড়িৎ সংক্রান্ত গাউসের উপপাদ্যটি ব্যবহার করে  $Q$  আধান বিশিষ্ট একটি সুখম 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  $\frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 E^2$ .

প্রমাণ করো যে, তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ  $\frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 E^2$ ।

- (c) State the two laws of thermoelectricity.

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 with air.

একটি চোঙাকৃতি ধারকের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ধারকত্বের মান নির্ণয় করো। ভিতরের চোঙের ব্যাসার্ধ ' $a$ ' এবং বাইরের ব্যাসার্ধ ' $b$ '। চোঙ দুটির ভিতরের স্থান বায়ু দ্বারা পূর্ণ।

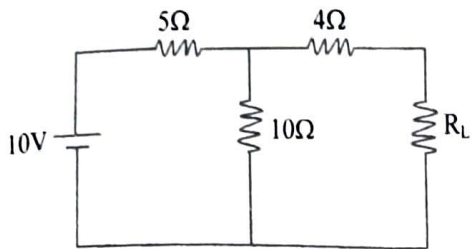
- (b) For a thermocouple, whose junctions are at  $0^\circ\text{C}$  and  $t^\circ\text{C}$ , the Seebeck e.m.f is  $e = 16t - 0.04t^2 \mu\text{V}$ . Calculate neutral temperature, inversion temperature and thermoelectric power at inversion temperature.

একটি তাপযুগ্মের দুটি সংযোগস্থল  $0^\circ\text{C}$  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 Kirchhoff 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 করো:



- (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।

—x—