

2017

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 যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও

- ১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×৫
- (ক) ভেক্টর কলন সম্পর্কিত স্টোকসের উপপাদ্য বিবৃত কর।
- (খ) দুটি গোলকের ভর এবং বহির্ব্যাসার্ধ সমান। এদের একটি নিরেট এবং অপরটি ফাঁকা। কোনটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ বেশী ?
- (গ) বয়েল তাপমাত্রা কি ? ভ্যান ডার ওয়ালস-এর ধ্রুবক a এবং b -এর সঙ্গে বয়েল তাপমাত্রার সম্পর্কটি লেখ।
- (ঘ) এনট্রপির সংজ্ঞা দাও। এর ভৌত তাৎপর্য কী ?
- (ঙ) যদি $\Phi = xz^2 - x^2y$ হয়, তাহলে (2, -2, -1) বিন্দুতে $\nabla\Phi$ কত ?
- (চ) মুক্তিবৈগ কাকে বলে ? এটি কি ভারী এবং হালকা বস্তুর জন্য একই হবে ?
- (ছ) তাপপরিবাহিতা ও তাপমাত্রিক পরিবাহিতার মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।
- (জ) রুদ্ধতাপ প্রসারণে গ্যাস কি কোন কার্য করে ? করলে তার উৎস কী ?
- ২। (ক) গ্যাসের ডাইভারজেন্স উপপাদ্যটি বিবৃত কর। ২
- (খ) $\Phi(x, y, z)$ x, y, z স্থানাঙ্কের একটি স্কেলার অপেক্ষক হলে, প্রমাণ কর : ৪
- $$\nabla \times (\nabla \Phi) = 0$$
- (গ) $\vec{\omega}$ একটি স্থির ভেক্টর এবং \vec{r} একটি অবস্থান ভেক্টর। দেওয়া আছে যে, $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ প্রমাণ কর : $\nabla \cdot \vec{v} = 0$ । ৪
- ৩। (ক) সমতলে গতিশীল একটি কণার ত্বরণের অরীয় এবং অনুপ্রস্থ উপাংশগুলি নির্ণয় কর। ৪
- (খ) বলের পথ সমাকল বলতে কী বোঝ ? ইহার সাহায্যে গতিবিদ্যা সংক্রান্ত যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর। বলের প্রকৃতি সম্পর্কে কোন শর্ত থাকিলে উল্লেখ কর। ২+৪
- ৪। (ক) কোন বস্তুর ক্ষুদ্রতা শ্রামক বলতে কী বোঝ ? ইহা কি বস্তুর একটি মৌলিক ভৌতধর্ম ? কোন অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুর গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় কর। ২+১+২
- (খ) একটি ফাঁপা পাতলা গোলকের ভিতরে ও বাহিরে যে-কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৫
- ৫। (ক) ম্যাক্সওয়েলের আণবিক দ্রুতি বণ্টন সূত্রটি বিবৃত কর। দ্রুতি বণ্টনের লেখচিত্রটি অঙ্কন কর। ২+১
- (খ) বাস্তব গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ পাওয়ার জন্য ভ্যান ডার ওয়ালস সূত্র গ্যাস সমীকরণে কী পরিবর্তন করেন সংক্ষেপে লেখ। ৩
- (গ) স্বতন্ত্র সংখ্যার সংজ্ঞা দাও। ১
- (ঘ) 300K উষ্ণতার নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুগুলির R.M.S. দ্রুতি নির্ণয় কর (R=8.314 J/mol K; Mol. Wt. of nitrogen = 14)। ৩

- ৬। (ক) কোনো তাপগতীয় তন্ত্ৰের অভ্যন্তরীণ শক্তি বলতে কী বোঝ ? আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি গ্যাসের আয়তন ও তাপমাত্রার ওপর কিভাবে নির্ভরশীল ? ২+২
- (খ) 100°C এবং 30°C তাপমাত্রা দুটির ভিতর কার্যরত একটি কার্ণো ইঞ্জিন উচ্চতাপ-মাত্রায় 5000 ক্যালরি তাপগ্রহণ করে। একটি চক্র সম্পন্ন করতে ইঞ্জিনটি কী পরিমাণ কার্য করিবে ? ৩
- (গ) সমোষ্ণ ও রুদ্ধচাপ পরিবর্তনের পার্থক্যগুলি বিবৃত কর। ৩
- ৭। (ক) $C_P - C_V = R$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা কর। প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থবহ। ৪
- (খ) কোন বস্তুর বিকিরণ ও শোষণ ক্ষমতার সংজ্ঞা দাও। ১+১
- (গ) বিকিরণ সংক্রান্ত স্টীফানের সূত্রটি লেখ। ইহা হইতে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি কীভাবে পাওয়া যায় ? ২+২

বিভাগ - খ

৮নং প্রশ্ন এবং অন্য যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও

- ৮। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×৫
- (ক) পারদের ক্ষুদ্র খণ্ডগুলি গোলাকার হবার কারণ কী ?
- (খ) রেনল্ড সংখ্যা কী ? এর তাৎপর্য কী ?
- (গ) একটি তারে ওজন চাপানোর ফলে তারটি হঠাৎ ছিঁড়ে গেল। এর ফলে তারটির উষ্ণতা কী পরিবর্তিত হবে ?
- (ঘ) একটি চল তরঙ্গের সমীকরণ $y = 10 \sin 2\pi \left(50t - \frac{x}{15} \right)$ হইলে ইহার তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত ?
- (ঙ) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বেগ গ্যাসীয় মাধ্যম অপেক্ষা কঠিন মাধ্যমে বেশী কেন ?
- (চ) কোন উত্তল লেন্সকে জলে ডুবাইলে উহার ফোকাস দৈর্ঘ্যের কি পরিবর্তন হয় ? কেন এই পরিবর্তন হয় ?
- (ছ) কোন লেন্সের ক্ষমতা $-3D$ । লেন্সটির প্রকৃতি ও ফোকাস দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।
- (জ) স্পেকট্রোমিটারে সর্বদা র‍্যামসডেন অভিনেত্র ব্যবহার করা হয় কেন ?
- ৯। (ক) $Y = 3k(1-2\sigma)$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা কর। প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত। ৪
- (খ) $Y = 3k(1-2\sigma)$ এবং $Y = 2\eta(1+\sigma)$ । এই সম্পর্কগুলি থেকে σ -এর সীমামান আলোচনা কর। এখানে $Y =$ ইয়ং গুণাঙ্ক, $k =$ আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক, $\eta =$ দৃঢ়তা গুণাঙ্ক এবং $\sigma =$ পৌয়াসের অনুপাত। ২

[Turn Over]

- (গ) 1 মিটার দীর্ঘ, 2 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি তারে 1 kg ভার টান প্রয়োগ করলে তারে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 10^{11} N/m^2 । 8
- ১০। (ক) মাত্রার সমতা নীতি থেকে কোন প্রবাহীর সন্ধি বেগের রাশিমালা নির্ণয় কর। ২
 (খ) সরু নলের মধ্যে তরলের প্রবাহ সম্পর্কিত পোয়াসেইর সমীকরণটি প্রকাশ কর। ৫
 (গ) 2 মি.মি. ব্যাসের একটি পারদের ফোঁটাকে ভেঙ্গে সমান আকারের 8টি ক্ষুদ্র ফোঁটাতে পরিণত করতে কত শক্তির প্রয়োজন হবে হিসাব কর। দেওয়া আছে, পারদের পৃষ্ঠশক্তি = 0.465 J/m^2 । ৩
- ১১। (ক) একই কম্পাঙ্ক কিন্তু বিভিন্ন বিস্তার ও দশা সম্পন্ন দুটি সরল দোলগতি একটি কণার উপর পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল হলে কণাটির লব্ধিগতি উপবৃত্তাকার হবে দেখাও। যখন দুটি সরলদোলগতির মধ্যে দশা পার্থক্য (i) শূন্য (ii) $\pi/2$ হবে তখন লব্ধি গতি কেমন হবে? 8+2
 (খ) ডপলার ক্রিয়া কি? 500Hz কম্পাঙ্কের একটি স্থির উৎসের দিকে কত গতিবেগে অগ্রসর হলে শ্রোতার কাছে এর আপাত কম্পাঙ্ক 520Hz মনে হবে? (শব্দের গতিবেগ 340m/s)। 1+3
- ১২। (ক) চল তরঙ্গের শক্তি ঘনত্বের রাশিমালা নির্ণয় কর। ৫
 (খ) বেল ও ফনের সংজ্ঞা দাও। ২
 (গ) 50cm এবং 50.5cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি তরঙ্গ কোনো গ্যাসে প্রতি সেকেন্ডে 6টি স্বরকম্প সৃষ্টি করলে ঐ গ্যাসে শব্দের বেগ কত? ৩
- ১৩। (ক) ফার্মাটের নীতি প্রয়োগ করে সমতলে আলোর প্রতিফলনের সূত্র প্রতিষ্ঠা কর। 8
 (খ) একটি প্রিজমের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা বলতে কী বোঝ? ২
 (গ) হাইগেনস্ এবং ন্যামসডেন অভিনেত্র দুটির সুবিধা ও অসুবিধা তুলনা কর। 8
- ১৪। (ক) কোন গোলাীয় তলে প্রতিসরণের জন্য $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r}$ সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর।
 প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত। 8
 (খ) “কোনো বস্তু এবং উজ্জ্বল লেন্স দ্বারা গঠিত বস্তুটির সদ্বিষ্মের মধ্যে ক্ষুদ্রতম দূরত্ব লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্যের চারগুণ” — প্রমাণ কর। ৩
 (গ) গোলাীয় অপেরণ কী? এই ক্রটি নিম্নতম করিবার যে-কোনো একটি উপায় উল্লেখ কর। ২+১

The figures in the margin indicate full marks

Group – A

Answer question no. 1 and any four from the rest

1. Answer *any five* of the following : 2×5
- (a) State Stoke's theorem of vector calculus.
 - (b) Two spheres have the same mass and external radii, one is solid and other is hollow. Which one has the **greater radius of gyration** ?
 - (c) What is Boyle temperature ? Write the relation between Boyle temperature and van der Waals' constants a and b.
 - (d) Define entropy. What is its Physical significance ?
 - (e) If $\Phi = xz^2 - x^2y$, find $\vec{\nabla}\Phi$ at (2, -2, -1).
 - (f) What is escape velocity ? Is it same for heavier and lighter bodies ?
 - (g) Distinguish between thermal conductivity and thermometric conductivity.
 - (h) Does the gas work in case of adiabatic expansion ? If so, what is the source ?
2. (a) State Gauss's divergence theorem. 2
- (b) If $\Phi(x, y, z)$ is a scalar function of co-ordinates x, y, z, then prove $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla}\Phi) = 0$. 4
- (c) If $\vec{\omega}$ is a constant vector and \vec{r} is the position vector so that $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$, prove that $\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = 0$. 4
3. (a) Find the radial and transverse components of acceleration of a particle moving in a plane. 4
- (b) What do you mean by the "path integral" of a force ? Hence establish the principle of conservation of mechanical energy. Mention if any condition exists on the nature of the force. 2+4
4. (a) What do you mean by moment of inertia of a body ? Is it a fundamental physical quantity of the body ? Find the expression for kinetic energy of a body rotating about an axis. 2+1+2
- (b) Calculate the gravitational potential and intensity at any point inside and outside of a thin spherical shell. 5
5. (a) Write Maxwell's law of distribution of molecular speeds. Draw the molecular speed distribution graph. 2+1
- (b) Discuss briefly how van der Waals modified the perfect gas equation to get equation of state for real gases. 3
- (c) Define degrees of freedom. 1
- (d) Calculate the R.M.S speed of molecules of nitrogen gas at 300K. 3
($R=8.314\text{J/mol K}$; Mol. Wt. of nitrogen = 14).

6. (a) What do you mean by the internal energy of a thermodynamic system? For an ideal gas, how does the internal energy depend on the volume of a gas and its temperature? 2+2
- (b) A Carnot engine working between temperatures 100°C and 30°C takes in 5000 Cal of heat at high temperature. What will be the work done by the engine in completing a cycle? 3
- (c) State the difference between isothermal and adiabatic change. 3
7. (a) Establish $C_p - C_v = R$, where the symbols are of usual meanings. 4
- (b) Define emissive power and absorptive power. 1+1
- (c) State Stefan's law of radiation. How Newton's law of cooling is obtained from this law? 2+2

Group - B

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

8. Answer *any five* questions : 2×5
- (a) Why the globules of mercury are spherical in shape?
- (b) What is Reynold's number? What is its significance?
- (c) A wire suddenly breaks when some load is applied. Will there be any change of temperature of the wire?
- (d) The equation of a progressive wave is $y = 10 \sin 2\pi \left(50t - \frac{x}{15} \right)$.
- What is the wavelength of the wave?
- (e) Why the velocity of longitudinal wave in solid medium is higher than that in gaseous medium?
- (f) Will the focal length of a convex lens increase or decrease when it is immersed in water? Why?
- (g) The power of a lens is -3D . Find the focal length and type of the lens.
- (h) Why Ramsden's eyepiece is always used in a spectrometer?
9. (a) Establish the relation $Y = 3k(1-2\sigma)$, where the symbols have their usual meanings. 4
- (b) From the relations $Y = 3k(1-2\sigma)$ and $Y = 2\eta(1+\sigma)$, discuss the limiting values of σ . Here, Y = Young's modulus, k = Bulk modulus, η = modulus of rigidity and σ = Poisson's ratio. 2
- (c) A wire 1 metre long and 2 mm^2 in cross-section is stretched by a load 1 kg. Calculate the energy stored in the wire. Y for the material of the wire is 10^{11} N/m^2 .

10. (a) Obtain an expression for the critical velocity of a fluid from dimensional homogeneity principle. 2
- (b) Deduce Poiseuille's equation for the flow of liquid through a narrow tube. 5
- (c) Calculate the amount of energy needed to break a drop of mercury of 2 mm diameter into 8 droplets of equal size, taking surface energy of mercury as 0.465 J/m^2 . 3
11. (a) When two SHM of same frequency but of different amplitudes and phases are acting on a particle in two perpendicular directions, show that the resultant motion is elliptic. What happens when the phase difference is (i) zero (ii) $\pi/2$? 4+2
- (b) What is Doppler effect? What is the velocity of approach of an observer towards a stationary source of frequency 500Hz so that the apparent frequency seems to be 520 Hz? (velocity of sound 340m/s). 1+3
12. (a) Determine the expression for energy density of any progressive wave. 5
- (b) Define bel and phon. 2
- (c) Calculate the velocity of sound in a gas in which two waves of wavelengths 50 cm and 50.5 cm produce 6 beats per second. 3
13. (a) Establish Laws of reflection of light at plane surface using Fermat's principle. 4
- (b) What do you mean by the dispersive power of a prism? 2
- (c) Compare the advantages and disadvantages of Huygen's and Ramsden's eyepiece. 4
14. (a) Establish the relation
- $$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$
- for refraction through a spherical surface where symbols have their usual meanings. 4
- (b) Prove that the least distance between an object and its real image formed by a convex lens is four times its focal length. 3
- (c) What is spherical aberration? Mention one remedy for minimizing this. 2+1