

NEW**2018****Part I****PHYSICS****PAPER—I****(General)**

Full Marks : 90

Time : 3 Hours

The figures in the right-hand margin indicate full marks.

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

Illustrate the answers wherever necessary.

Group—A

Answer any two questions.

2×15

1. (a) Prove $\nabla \times \left(\frac{\vec{r}}{r^3} \right) = 0$. 3

(b) Show that $\vec{F} = (4xy - z^3)\hat{i} + 2x^2\hat{j} - 3xz^2\hat{k}$ is an irrotational vector. 3

(Turn Over)

(c) If \vec{A} and \vec{B} are irrotational, prove that $\vec{A} \times \vec{B}$ is solenoidal. 2

(d) For which value of m , the following vectors will be Coplanar $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$;

$$\vec{C} = \hat{i} + \hat{j} - m\hat{k}. \quad 3$$

(e) The position vector of a particle of mass m at any moment is given by $\vec{r} = a \cos wt \hat{i} + b \sin wt \hat{j} + c \hat{k}$. Find the angular momentum and acceleration. 4

2. (a) What is internal bending moment ?

(b) If a load is applied at the free end of a cantilever, determine the expression of deflection at that end.

(c) Find the work done in Joules in stretching a wire of cross section 1 mm^2 and length 2 m through 0.1 mm, if the Young modulus $Y = 2 \times 10^{12} \text{ dyne/cm}^2$.

4+8+3

3. Explain Carnot's cycle on a P-V diagram for an ideal gas.

Derive an expression for the work done in a cycle of operation and calculate its efficiency.

Under what condition it is 100% efficient?

5+8+2

4. (a) Establish the differential equation of progressive wave. 4

(b) Show that the energy density of a progressive wave is proportional to the square of the amplitude and square of the frequency of the wave. 5

(c) Derive an expression for the time-period of a Compound Pendulum. Establish conditions for minimum time period. 4+2

Group—B

Answer any *five* questions. 5×8

5. (a) Explain Fermat's principle. Establish laws of reflection using Fermat's principle. 4

- (b) Deduct the condition of achromatism of two thin lenses kept in contact. 4

6. The equation for a one dimensional forced harmonic

oscillator is $m \frac{d^2x}{dt^2} + r \frac{dx}{dt} + \mu x = F \sin pt$

- (i) Explain the significance of each term in the equation.
- (ii) Find the steady state solution of the equation.
- (iii) Find the condition for maximum amplitude.

2+4+2

7. Derive an expression for rate of steady flow of viscous liquid through a horizontal capillary tube of uniform cross-section.

State the necessary corrections of the equation.

6+2

8. (a) What is black body? State Stefan's law of radiation. Deduce Newton's law of cooling from it.

- (b) Show graphically the spectral distribution of energy in case of black body radiation at a fixed temperature.

(1+2+3)+2

9. (a) Define 'surface tension' and 'surface energy' of liquid.

—Deduce a relation between them.

- (b) Calculate the energy expended in spraying a drop of mercury of 1 mm radius into 1 million identical droplets. Surface tension of mercury = 550 dyne/cm.

(2+4)+2

10. What is Joule-Thomson effect ? Deduce the expression for the Joule-Thomson Cooling produced in a real gas.

2+6

11. (a) Prove that a single lens can't be achromatic. 3

- (b) In a Ramsden's eye-piece the lenses are each of focal length 3.2 cm, are separated by a distance of 2.4 cm.

What is the equivalent focal length ?

3

- (c) What will be distances between the lenses of an eye-piece for minimum chromatic aberration and for minimum spherical aberration? 2
12. (a) What are beats? Prove that the number of beats produced per second is equal to the differences between the tones producing beats. 1+4
- (b) A tuning fork produced 5 beats with a sonometer wire of length 1 meter and produced 7 beats with a wire of length 1.01 meter under same tension. Compute the frequency of the tuning fork. 3

Group—C

Answer any *five* questions. 5×4

13. State Bernoulli's theorem. 4

Water flows through a horizontal pipe of non-uniform cross-section. The pressure is 1 cm of Hg where the velocity is 35 cm/s. Find the pressure at a point where the velocity is 65 cm/s. 1+3

14. What is meant by mean free path of a gas molecule ?
Determine the mean free path of a gas molecule at 300°K
and pressure of 1 atoms. $[\sigma = 4\text{\AA}]$ 1+3
15. Define solar constant. Calculate solar temperature using
it. 1+3
16. Prove that the entropy increases in irreversible process. 4
17. Define Particle velocity and group velocity. Establish the
relation between them. 1+3
18. Draw displacement-time graph of damped, overdamped
and critically damped oscillatory motion. 4
19. What are Geo-stationary satellite and Parking orbit ? Why
the light gases like Hydrogen, Helium are almost not
present in the atmosphere of earth ? 2+2

20. State the essential difference between the first and second law of thermodynamics. 4

বঙ্গানুবাদ

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি প্রসন্নমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দেওয়া প্রয়োজন।

বিভাগ—ক

যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×১৫

১। (ক) প্রমাণ কর $\vec{\nabla} \times \left(\frac{\vec{r}}{r^3} \right) = 0$ ৩

(খ) দেখাও $\vec{F} = (4xy - z^3)\vec{i} + 2x^2\vec{j} - 3xz^2\vec{k}$ একটি অঘূর্ণ ভেক্টর। ৩

(গ) যদি \vec{A} ও \vec{B} ভেক্টর দুটি অঘূর্ণ হয়, প্রমাণ কর যে $\vec{A} \times \vec{B}$ সলিনয়েডাল। ২

(ঘ) m -এর কোন মানের জন্য নীচের ভেক্টরগুলি একতলীয় হবে।

$$\vec{A} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}, \quad \vec{C} = \vec{i} + \vec{j} - m\vec{k}. \quad 3$$

(ঙ) m ভর সম্পন্ন কোন কণার গতিপথের যেকোনো মুহূর্তে অবস্থান ভেক্টর

$$\vec{r} = a \cos wt \vec{i} + b \sin wt \vec{j} + c \vec{k} \text{ হলে ওই কণার কৌণিক}$$

ভরবেগ ও ত্বরণের মান নির্ণয় কর। 8

২। (ক) নমনাক্ষ কি?

(খ) একটি ক্যান্টিলিভারের মুক্ত প্রান্তে ভার চাপালে, ওই প্রান্তের অবনমনের মান নির্ণয় কর।

(গ) 1mm^2 প্রস্থচ্ছেদযুক্ত এবং 2m দীর্ঘ একটি তারকে টেনে 0.1mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে হলে কত কার্য করতে হবে তা জুলে নির্ণয় কর। ইয়ং গুণাক্ষ

$$Y = 2 \times 10^{12} \text{ dyne/cm}^2. \quad 8+8+3$$

৩। (ক) P-V লেখচিত্রের দ্বারা আদর্শ গ্যাসের জন্য কার্ণোচক্র ব্যাখ্যা কর।

একটি পূর্ণচক্রে মোট কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় কর ও এর দক্ষতা হিসাব

কর।

কি শর্তে এই দক্ষতা 100% হয়?

৫+৮+২

৪। (ক) চলতরঙ্গের অবকল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর। 8

(খ) দেখাও যে চলতরঙ্গের শক্তি ঘনত্ব তরঙ্গের বিস্তারের বর্গ এবং কম্পাঙ্কের বর্গের সমানুপাতিক। ৫

(গ) যৌগিক দোলকের দোলনকালের রাশিমালা নির্ণয় কর। এর দোলনকাল ন্যূনতম হওয়ার শর্ত নির্ণয় কর। ৪+২

বিভাগ—খ

যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৫×৮

৫। (ক) ফার্মাটের নীতি ব্যাখ্যা কর এবং এর সাহায্যে আলোর প্রতিফলনের সূত্রগুলি প্রতিষ্ঠা কর। 8

(খ) পরস্পর সংস্পর্শে রাখা দুটি পাতলা লেন্সের অবার্ণতার শর্ত নির্ণয় কর।

8

৬। একমাত্রিক পরবশ কম্পনের সমীকরণ

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + r \frac{dx}{dt} + \mu x = F \sin pt$$

(i) সমীকরণের প্রত্যেকটি পদের তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।

(ii) স্থিতাবস্থায় এই সমীকরণটি সমাধান কর। —

(iii) সর্বোচ্চ বিস্তারের শর্ত নির্ণয় কর।

২+৪+২

৭। সুযম সরু নলের ভিতর দিয়ে সাদ্র তরলের স্থির প্রবাহের হার প্রকাশ করবার রাশিমালা নির্ণয় কর।

এই সমীকরণের প্রয়োজনীয় সংশোধনগুলি উল্লেখ কর।

৬+২

৮। (ক) কৃষ্ণ বস্তু কি? বিকিরণ সম্পর্কিত স্টিফানের সূত্রটি বিবৃত কর। এ থেকে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি নির্ণয় কর।

(খ) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় রক্ষিত কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণের বর্ণালীতে

শক্তিবণ্টন লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও।

(১+২+৩)+২

৯। (ক) তরলের পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠ শক্তির সংজ্ঞা দাও। এদের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

(খ) 1 mm ব্যাসার্ধের একটি পারদবিন্দুকে স্প্রে করে সমান আকারের দশ লক্ষ বিন্দুতে ভাগ করা হল। এতে কত শক্তি ব্যয়িত হল। পারদের পৃষ্ঠটান = 550 dyne/cm।

২+৪+২

১০। জুল-থমসন ক্রিয়া কি? কোন বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে জুল-থমসনের শীতলতার রাশিমালা নির্ণয় কর।

২+৬

১১। (ক) প্রমাণ কর যে একক লেন্স কখনো অবার্ণ হতে পারে না।

৩

(খ) একটি রামস্‌ডেনের অভিনেত্রের উভয় লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য 3.2 cm এবং এগুলি 2.4 cm ব্যবধানে রাখা আছে। অভিনেত্রের তুল্যমান ফোকাস দৈর্ঘ্য কত হবে?

৩

(গ) ন্যূনতম বর্ণাণেরণ ও ন্যূনতম গোলাপেরণের জন্য একটি অভিনেত্রের লেন্সদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব কি? কি?

২

১২। (ক) স্বরকল্প কি? প্রমাণ কর যে প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন স্বরকল্পের সংখ্যা, স্বরকল্প উৎপাদন সুরগুলির কম্পাঙ্কের পার্থক্যের সমান। ১+৪

(খ) এক মিটার দীর্ঘ একটি সনোমিটার তারের সঙ্গে একটি সুরশলাকা প্রতি সেকেন্ডে 5টি স্বরকল্প সৃষ্টি করে এবং একই টানে 1.01 মিটার তারের সঙ্গে প্রতি সেকেন্ডে 7টি স্বরকল্প সৃষ্টি করে। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

বিভাগ—গ

যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ৫×৮

১৩। বার্গেলীর উপপাদ্য বিবৃত কর। ৩

অসম প্রস্থচ্ছেদের একটি অনুভূমিক নল বরাবর জল প্রবাহ হচ্ছে।

যেখানে জল প্রবাহের গতিবেগ 35 cm/s সেখানে চাপ 1 cm পারদ স্তম্ভের সমান। যেখানে জল প্রবাহের বেগ 65 cm/s সেখানে চাপ কত?

১+৩

১৪। গড় মুক্তপথ বলতে কি বোঝ? 300°K এবং 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে একটি

গ্যাসের অণুর গড়মুক্ত পথ নির্ণয় কর $\left[\sigma = 4 \text{ \AA} \right]$ । ১+৩

১৫। সৌর ধ্রুব রাশি কাকে বলে? সৌর ধ্রুব রাশির সাহায্যে কিভাবে তাপমাত্রা

হিসেব করা যায়? ১+৩

১৬। প্রমাণ কর যে, অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। ৪

১৭। কণাবেগ ও গুচ্ছবেগ কাকে বলে? এদের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

১+৩

১৮। মন্দিত, অতিমন্দিত এবং ক্রান্তিক মন্দিত দোলগতির সরণ-সময় লেখচিত্র আঁক।

৪

১৯। ভূসমলয় উপগ্রহ এবং পার্কিং কক্ষপথ কি? বায়ুমণ্ডলে হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম

গ্যাস দুষ্প্রাপ্য কেন। ২+২

২০। তাপগতিবিদ্যার প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্রের মূল পার্থক্য উল্লেখ কর।

8

C/18/B.Sc./P-I/3T(N)/PHSG/1

TB-1725