

OLD

2015

Part-I 3-Tier

PHYSICS

PAPER—I

(General)

Full Marks : 90

Time : 3 Hours

The figures in the 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) Verify Gauss's divergence theorem for a vector $\vec{A} = r$ over the surface of a sphere of radius a . 5

(Turn Over)

- (b) What is gravitational self-energy ? Derive expression for self-energy of earth. 6

- (c) Evaluate : $\int_{(-2,1,4)}^{(3,2,6)} \vec{A} \cdot d\vec{r}$, where

$$\vec{A} = yz\hat{i} + xz\hat{j} + xy\hat{k}. \quad 4$$

2. (a) Derive Poiseuille's equation for liquid flowing through a narrow capillary tube. 6

- (b) The volume of a spherical ball of radius 10 cm is decreased by 0.064 c.c. when it is subjected to a pressure of 38.4 atmosphere. Find its bulk modulus. 4

- (c) Find the terminal velocity of an oil-drop of density 0.95 g/cm³ and radius 10⁻⁴ cm falling through air of density 0.0013 g/cm³ and coefficient of viscosity of 181 × 10⁻⁶ c.g.s. units $g = 980 \text{ cm/s}^2$. 5

3. (a) Describe Carnot's Cycle. Deduce the efficiency of a Carnot's engine working between two temperature T₁ and T₂. 2+5

- (b) Explain Joule-Thomson cooling. Derive expression for Joule-Thomson coefficient (μ). 3+5
4. (a) What are the characteristics of a good auditorium? Derive Sabine's formula for reverberation time. 2+4
- (b) Two thin lenses of focal lengths f_1 and f_2 are separated by a distance d . Find the focal length of the combination. 6
- (c) Give a comparison between Ramsden's eyepiece and Huygen's eyepiece. 3

Group—B

Answer any *five* questions. 5×8

5. (a) A particle is moving under a central force. Prove that its motion is confined in a plane. Give its physical significance. 4
- (b) Find principal moment of inertia of a solid cylinder of mass m , radius R and length L . 4

6. (a) Find expression for excess pressure inside a spherical soap bubble. 5

(b) A steel wire 2 mm in diameter is just stretched between two points at a temperature of 50°C. Determine its tension when the temperature falls to 30°C. $\alpha_{\text{steel}} = 1.1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, $Y_{\text{steel}} = 2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. 3

7. (a) Explain the terms 'damped vibration' and 'forced vibration'. 2+2

(b) The equation of motion of a damped vibration is

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + k \frac{dx}{dt} + sx = 0. \text{ Solve this equation when}$$

$$k^2 = 4 sm. \quad 4$$

8. (a) Derive Vander Waal's equation of state. 4

(b) Find the temperature at which the difference between r.m.s. speed and most probable speed of oxygen is 400 m/s? 4

9. (a) Derive expression for work done by an ideal gas during adiabatic expansion from (P_1, V_1, T_1) to (P_2, V_2, T_2) . 4

(b) Find the change in entropy when 100 gm ice at 0°C is mixed with 100 gm water at 100°C . 4

10. (a) Prove that $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$. 4

(b) Find by vector method the area of a triangle with vertices $(3, -1, 2)$, $(1, -1, -3)$ and $(4, -3, 1)$. 4

11. (a) Derive expression for speed of a transverse wave produced in a stretched string. 5

(b) Find the intensity of 60 dB sound.

Given, $I_0 = 10^{-12} \text{ N/m}^2$. 3

12. (a) For refraction at a curved surface prove that

$$\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}, \text{ the symbols have their usual}$$

meaning. 5

- (b) A thin glass lens of focal length 10 cm (in air) and refractive index 1.5 is immersed in alcohol of refractive index 1.4. What is its focal length now?

3

Group—C

Answer any *five* questions.

5×4

13. Find a unit vector in X-Y plane which is perpendicular to the vector $3i + 4j$.

4

14. Prove that centre of mass of a rigid body is unique.

4

15. Find the internal pressure of a spherical rain drop of radius 0.01 cm.

$$\gamma \text{ of water} = 0.072 \text{ N/m.}$$

4

16. A mass of 1 kg is suspended from a spring of spring

constant 25 Nm^{-1} . If the undamped frequency is $\frac{2}{\sqrt{3}}$

times the damped frequency, calculate the damping constant.

4

17. A black body with initial temperature of 300°C is allowed to cool inside an evacuated enclosure surrounded by melting ice at the rate of 0.35°C/s . If the mass, specific heat and surface area of the body are 32g, 0.1 c.g.s. and $8 \times 10^{-2}\text{ m}^2$, calculate the Stefan's constant. 4

18. 88 gm CO_2 is kept in a vessel of volume 5 litre at 27°C . Find the pressure exerted by the gas. Assume CO_2 as Vander Waal gas with
 $a = 1.33 \times 10^6 \text{ atm. cm}^6 \text{ mole}^{-2}$
 $b = 36 \text{ cm}^3 \text{ mole}^{-1}$. 4

19. Two spheres of same mass and same external radius are externally similar in appearance. One of them is hollow and the other is solid. Explain with theory how they can be identified. 4

20. Two progressive wave

$$x_1 = a \sin (\omega t - kx) \text{ and}$$

$$x_2 = b \sin (\omega t + kx)$$

$a > b$ are superposed.

Explain the resultant with justification. 4

বঙ্গানুবাদ

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি প্রশ্নমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দেওয়া প্রয়োজন।

বিভাগ—ক

যে কোন দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২×১৫

১। (ক) একটি ভেক্টর $\vec{A} = \vec{r}$ এবং a ব্যাসার্ধবিশিষ্ট গোলকের ক্ষেত্রে গসের ডাইভারজেন্স উপপাদ্যটির সত্যতা যাচাই কর। ৫

(খ) মহাকর্ষীয় স্থায়-শক্তি বলতে কি বোঝ? পৃথিবীর স্থায়-শক্তির রাশিমালা নির্ণয় কর। ৬

(গ) $\int_{(-2,1,4)}^{(3,2,6)} \vec{A} \cdot d\vec{r}$ সমাকলনটির মান নির্ণয় কর।

$$\vec{A} = yz\hat{i} + xz\hat{j} + xy\hat{k}$$

8

২। (ক) সরু নলের ভিতর দিয়ে তরলের প্রকারে হার সংক্রান্ত পয়সলির সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর। ৬

(খ) 10 সেমি ব্যাসার্ধের একটি গোলকের উপর 38.4 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ প্রয়োগ করিলে উহার আয়তন 0.064 cm^3 হ্রাস পায়। গোলকের উপাদানের আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৪

(গ) 0.95 গ্রাম/সেমি ঘনত্ব ও 10^{-4} সেমি ব্যাসার্ধের একটি তেলবিন্দু বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়ছে। তৈলবিন্দুটির প্রান্তিক বেগ কত? $\rho_{\text{বায়ু}} = 0.0013$ গ্রাম/সেমি, $\eta_{\text{বায়ু}} = 181 \times 10^{-6}$ c.g.s. একক। ৫

৩। (ক) কার্নোর চক্র বর্ণনা কর। T_1 ও T_2 তাপমাত্রার মধ্যে ক্রিয়ারত একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতার রাশিমালা নির্ণয় কর। ২+৫

(খ) জুল-টমসন শীতলতা ব্যাখ্যা কর। জুল-টমসন গুণাঙ্ক (u)-এর রাশিমালা নির্ণয় কর। ৩+৫

৪। (ক) একটি উত্তম হলঘরের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখ। অনুরণনকাল সংক্রান্ত সেবাইনের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর। ২+৪

- (খ) f_1 ও f_2 ফোকাস-দৈর্ঘ্যের দুটি পাতলা লেন্স d ব্যবধানে আছে।
সমবায়ের তুল্যাক্ষ ফোকাস দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৬
- (গ) রামসডেন এবং হাইগেনসের অভিনেত্রের তুলনা কর। ৪

বিভাগ—খ

যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও। ৫×৮

- ৫। (ক) একটি কণা কেন্দ্রাতিক বলের অধিনে গতিশীল। প্রমাণ কর, কণাটির
গতি একটি সমতলে সীমাবদ্ধ। ইহার তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। ৪
- (খ) একটি নিরেট চোঙের মুখ্য জড়তা ভ্রামকগুলি নির্ণয় কর। $m =$ ভর,
 $R =$ ব্যাসার্ধ, $l =$ দৈর্ঘ্য। ৪
- ৬। (ক) একটি গোলীয় সাবান বুদ্ধবুদ্ধের অভ্যন্তরের অতিরিক্ত চাপের রাশিমালা
নির্ণয় কর। ৫
- (খ) 2 m.m. ব্যাসার্ধের একটি স্টীলের তার 50°C উষ্ণতায় দুটি বিন্দুর
মধ্যে টানটান অবস্থায় আছে। তাপমাত্রা কমে 30°C হলে তারের টান
কত হবে?

$$\alpha_{\text{স্টীল}} = 1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$Y_{\text{স্টীল}} = 2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

৭। (ক) 'অবমন্দিত দোলন' ও 'পরবল কম্পন' বলতে কি বোঝ? ২+২

(খ) একটি অবমন্দিত গোলকের গতির সমীকরণটি হল —

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + k \frac{dx}{dt} + sx = 0$$

$k^2 = 4sm$ ধরে সমীকরণটির সমাধান কর। 8

৮। (ক) ভ্যানডারওয়ালের সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর। 8

(খ) কোন তাপমাত্রায় অক্সিজেন অনুর r.m.s. বেগ ও অধিকতর সম্ভাব্য বেগের পার্থক্য 400 m/s. 8

৯। (ক) একটি আদর্শ গ্যাস রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে (P_1, V_1, T_1) থেকে (P_2, V_2, T_2) -তে গেল। গ্যাস দ্বারা কৃতকার্য কত? 8

(খ) 100 গ্রাম বরফ (0°C -এর) সঙ্গে 100°C -এর 100 গ্রাম জল মেশানো হল। এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। 8

১০। (ক) প্রমাণ কর $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$. 8

(খ) ভেক্টর পদ্ধতিতে $(3, -1, 2)$, $(1, -1, -3)$ ও $(4, -3, 1)$ শীর্ষবিশিষ্ট
ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। 8

১১। (ক) টানকরাতারে সৃষ্ট অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বেগের রাশিমালা নির্ণয় কর। ৫

(খ) 60 ডেসিবেল উৎসের প্রাবল্য নির্ণয় কর।

$$I_0 = 10^{-12} \text{ w/m}^2 \quad 3$$

১২। (ক) বক্রতলে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর $\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$,

চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ। ৫

(খ) একটি কাচ নির্মিত লেন্সের $(\mu = 1.5)$ বায়ুতে ফোকাস দৈর্ঘ্য 10 সেমি।

লেপটিংক, অ্যালকোহলে $(\mu = 1.4)$ নিমজ্জিত করলে ফোকাস দৈর্ঘ্য

কত হবে? 3

বিভাগ—গ

যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১৩। X-Y তলে এমন একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর যা $3i + 4j$ ভেক্টরটির উপর লম্ব। 8

১৪। প্রমাণ কর “একটি দৃঢ় বস্তুর কেবলমাত্র একটি ভরকেন্দ্র আছে।” 8

১৫। একটি গোলাকার জলবিন্দুর ব্যাসার্ধ 0.01 সেমি। এর ভিতরের চাপ নির্ণয় কর।

$$S = 0.072 \text{ N/m.} \quad 8$$

১৬। 1 কেজি ভরবিশিষ্ট একটি কণাকে 25 N/m স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট স্প্রিং-এর সাহায্যে ঝোলানো আছে। যদি কণাটির মুক্ত অবস্থায় দোলনকাল, অবমন্দিত অবস্থায় দোলনকালের $\frac{2}{\sqrt{3}}$ গুণ হয়, তবে অবমন্দিত ধ্রুবকটির মান কত? 8

- ১৭। 300°C তাপমাত্রাবিশিষ্ট একটি কৃষ্ণবস্তুকে একটি বায়ুহীন পাত্রে রাখা হল। পাত্রটির চারদিকে গলন্ত বরফ আছে। দেখা গেল বস্তুটি 0.35°C/s হারে শীতল হচ্ছে তবে σ -এর মান কত? প্রদত্ত : বস্তুর ভর = 32g, আপেক্ষিক তাপ = 0.1 c.g.s একক, ক্ষেত্রফল = $8 \times 10^{-2} \text{ m}^2$. 8

- ১৮। 88 গ্রাম CO_2 -কে 5 লিটার আয়তনের একটি পাত্রে 27°C উষ্ণতায় রাখা আছে। CO_2 -কে ভ্যানডারওয়াল গ্যাস ধরে গ্যাসের চাপ নির্ণয় কর।
 $a = 1.33 \times 10^6 \text{ atm. cm}^6 \text{ mole}^{-2}$
 $b = 36 \text{ cm}^3 \text{ mole}^{-1}$. 8

- ১৯। একই ভর এবং বহির্ব্যাসযুক্ত দুটি গোলকের আকৃতি বাহির হইতে দেখিতে অবিকল একরকম। তাদের কিভাবে সনাক্ত করবে? প্রয়োজনীয় তত্ত্ব নিরূপণ কর। 8

২০। দুটি চলতরঙ্গ

$$x_1 = a \sin (\omega t - kx)$$

$$x_2 = b \sin (\omega t + kx),$$

$$a > b$$

এর উপরিপাতন ঘটানো হল।

লব্ধি তরঙ্গের প্রকৃতি আলোচনা কর।

8