

**2018**

**2nd Semester**

**PHYSICS**

**PAPER—GE2T**

**(Generic Elective)**

*Full Marks : 40*

*Time : 2 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**

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Answer any <i>five</i> questions.  | 5×2 |
| (a) State third law of thermodynamics.  | 2   |
| (b) Show that entropy remains constant in a reversible process.   | 2   |
| (c) Define Joule-Thomson coefficient. Write down expression for inversion temperature for Vander Walls gas. | 2   |

- (d) If the degrees of freedom of a molecule of a gas is  $n$ , show that the ratio of its two specific heats is given by  $\gamma = c_p/c_v = 1 + 2/n$ . 2
- (e) Which distribution law obeys a photon and a molecule of an ideal gas. 2
- (f) Explain how viscosity of a gas depends on its temperature.
- (g) Find the dimension of Stefan Constant ( $\sigma$ ).
- (h) Distinguish between microstate and macrostate of a system.

### Group—B

2. Answer any *four* questions. 4×5

(a) (i) What do you mean by enthalpy ?

(ii) Show that  $TdS = C_vdT + T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v \cdot dv$  2+3

(b) Derive the Wien's law, Rayleigh-Jean's law and Stefan-Boltzmann's law from Planck's law for black-body radiation. 5

- (c) (i) Write down the importance of the laws of thermodynamics.
- (ii) Show that the work done by a perfect gas undergoing adiabatic change is  $(P_1V_1 - P_2V_2) / (\gamma - 1)$ . 2+3
- (d) (i) A Carnot's engine working between  $17^\circ\text{C}$  and  $147^\circ\text{C}$  is supplied with 20,000 calorie of heat. How many joules of work will the engine be able to do ?

(ii) What is statistical equilibrium ? 3+2

- (e) Describe different steps of Carnot's heat engine. Derive expression for its efficiency. 2+3

- (f) Using T-dS equations prove that

$$C_p - C_v = T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V, \text{ Symbols have their usual}$$

meaning. Hence for ideal gas (1-mole), Prove that  $C_p - C_v = R$ .

- (g) From kinetic theory gas prove that the coefficient of

viscosity of a gas is  $\eta = \frac{1}{3} mn\bar{c}\lambda$ , the symbols have

their usual meaning.

- (h) Write down expressions for Bose-Einstein and Fermi-Dirac distribution functions. 3

### Group—C

Answer any *one* question. 1×10

3. (a) (i) Show that Maxwell's speed distribution law will be independent of temperature if most Probable speed is taken as measuring speed.
- (ii) Using Maxwell's speed distribution law, derive expression for average speed of gas molecules.
- (iii) Find the fraction of oxygen molecules whose speed lies between 100 m/s and 110 m/s at 27°C. 3+3+4
- (b) (i) Derive Clausius-Clapeyron equation from Maxwell's Thermodynamic relation.
- (ii) A certain black body with a surface area of  $2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$  has a constant temperature of 1000 K. What is the total power radiated by the black-body? Given  $\sigma = 5.67 \times 10^{-5}$  CGS unit.

- (iii) An ideal gas has  $N$  no. of molecule at  $T$  temperature and obey by M-B statistics. Determine the internal energy and the specific heat at constant volume of the gas. 4+3+3

## বঙ্গানুবাদ

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি প্রশ্নমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দেওয়া প্রয়োজন।

### বিভাগ—ক

- ১। যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও। ৫×২
- (ক) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ২
- (খ) দেখাও যে, প্রত্যাবর্তন প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে। ২
- (গ) জুল-টমসন গুণাক্ষের সংজ্ঞা লেখ। ভ্যানডার ওয়াল গ্যাসের উৎক্রম তাপমাত্রার রাশিমালা লেখ।
- (ঘ) কোনো গ্যাসের অণুর স্বাধীনতার মাত্রা  $n$  হলে, দেখাও যে তার দুটি আপেক্ষিক তাপের অনুপাত  $\gamma = C_p/C_v = 1 + 2/n$ । ২
- (ঙ) একটি ফোটন ও একটি আদর্শ গ্যাসের একটি অণু কোন্ কোন্ বণ্টন সূত্র মেনে চলে ? ২

- (চ) কোন গ্যাসের সান্দ্রতাক তাপমাত্রার ওপর কিভাবে নির্ভরশীল তা ব্যাখ্যা কর।
- (ছ) স্টিফান-প্রবকের মাত্রা নির্ণয় কর।
- (জ) একটি তড়ের মাইক্রোস্টেট ও ম্যাক্রোস্টেটের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

### বিভাগ—খ

২। যে কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও : ৪×৫

(ক) (i) এন্থ্যালপি বলতে তুমি কি বোঝ ?

(ii) দেখাও যে,  $Td \sim CvdT + T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_v \cdot dv$ . ২+৩

(খ) কৃষ্ণবস্তু বিকিরণের ক্ষেত্রে ভীনের সূত্র, র্যাংগে-জীনস্-এর সূত্র এবং স্টীফ্যান-বোনজম্যানের সূত্র প্ল্যাংকের সূত্র থেকে প্রতিষ্ঠা কর। ৫

(গ) (i) তাপগতিবিদ্যার সূত্রগুলির গুরুত্ব লেখ।

(ii) কোন আদর্শ গ্যাসের রুদ্ধতাপ পরিবর্তন সংঘটিত হলে প্রমাণ কর যে, কৃতকার্য হয়  $(P_1V_1 - P_2V_2) / (\gamma - 1)$ . ২+৩

(ঘ) (i)  $17^\circ\text{C}$  এবং  $147^\circ\text{C}$  উচ্চতাদের মধ্যে কার্যরত একটি কার্নো ইঞ্জিনে 20,000 ক্যালোরি তাপ সরবরাহ করা হল। ইঞ্জিনটি কত জুল উপযোগী কার্য করতে সক্ষম হবে?

(ii) পারিসাংখ্যিক স্থিতাবস্থা কি ?

৩+২

(ঙ) একটি কার্নো বিভিন্ন ধাপগুলি বর্ণনা কর। এর দক্ষতার রাশিমালা নির্ণয় কর?

(চ)  $T-ds$  সমীকরণগুলি ব্যবহার করে দেখাও যে,

$$C_p - C_v = T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ। এ থেকে

একমোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর  $C_p - C_v = R$ . 8+1

(ছ) গ্যাসের গ্যাসীয়তত্ত্ব থেকে প্রমাণ কর যে গ্যাসের সাদ্রতাক্ষের রাশিমালা

$$\eta = \frac{1}{3} mn\bar{c}\lambda, \text{ চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ।} \quad 5$$

(জ) বোস-আইনস্টাইন এবং ফের্মি-ডিরাকের বণ্টন সূত্র দুটি লেখ। 5

### বিভাগ—গ

৩। যে কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

1×10

(ক) (i) দেখাও যে, ম্যাক্সওয়েলের বেগ বণ্টনের সূত্রটি তাপমাত্রা নিরপেক্ষ হবে যদি অধিকতর সম্ভাব্য বেগকে—বেগ পরিমাপের একক হিসেবে ধরা হয়।

(ii) ম্যাক্সওয়েলের গতিবণ্টন সূত্রটি প্রয়োগ করে গ্যাসের অণুগুলির গড়বেগের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা কর।

- (iii)  $27^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় অক্সিজেন গ্যাসের অণুগুলির সেই ভগ্নাংশ নির্ণয় কর যাদের বেগ  $100\text{ m/s}$  থেকে  $110\text{ m/s}$ -এর মধ্যবর্তী।

৩+৩+৪

- (খ) (i) ম্যাক্সওয়েলের তাপগতিবিদ্যার সম্পর্ক থেকে ক্লাসিয়াস-ক্রেপেরন সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর।

- (ii) একটি  $2 \times 10^{-5}\text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফল সম্পন্ন কৃষ্ণবস্তু  $1000\text{ K}$  উষ্ণতায় কতটা তাপশক্তি প্রতি সেকেন্ডে বিকিরণ করবে তা বাহির কর। কত উষ্ণতায় কৃষ্ণবস্তুটি দ্বিগুণ তাপশক্তি বিকিরণ করবে? দেওয়া আছে,  $\sigma = 5.67 \times 10^{-5}$  সিজিএস একক।

- (iii) M-B পরিসংখ্যা মেনে চলে এরূপ একটি আদর্শগ্যাসে T উষ্ণতায় N সংখ্যক অণু আছে। গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি এবং স্থির আয়তনে আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর।

৪+৩+৩