

1 (Sem-5/FYUGP) PHY 46 MN/(A)

2025

PHYSICS

(Minor)

Paper : PHY0500604

(Heat and Thermodynamics)

(Set—A)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

*The figures in the margin indicate full marks
for the questions*

1. Choose the correct answer : 1×5=5

শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা :

(a) The ratio of two specific heats $\left(\frac{C_P}{C_V}\right)$ of

a diatomic gas is

দ্বিপাৰমাণৱিক গেছৰ ক্ষেত্ৰত দুই ম'লাৰ আপেক্ষিক

তাপৰ অনুপাত $\left(\frac{C_P}{C_V}\right)$ হ'ব

(i) 1.67

(ii) 1.4

(iii) 1.00

(iv) 2

(2)

(b) In Carnot cycle, the first step is

কাৰ্ণ'ট চক্ৰত প্ৰাথমিক পৰ্যায়টো হ'ল

(i) isothermal expansion

সমোষ্ণী প্ৰসাৰণ

(ii) isothermal compression

সমোষ্ণী সংকোচন

(iii) adiabatic expansion

ৰুদ্ধতাপী প্ৰসাৰণ

(iv) adiabatic compression

ৰুদ্ধতাপী সংকোচন

(c) Net entropy change of a system in Carnot's cycle is always

কাৰ্ণ'ট চক্ৰ এটাত এটা থূলৰ লব্ধ এণ্ট্ৰ'পি পৰিৱৰ্তন সদায়

(i) zero

শূন্য

(ii) positive

ধনাত্মক

(iii) negative

ঋণাত্মক

(iv) more than 1

1 তকৈ বেছি

(3)

(d) Helmholtz free energy function is defined by

হেলমহল্টজৰ মুক্ত শক্তিৰ ফলনৰ সংজ্ঞা হ'ল

(i) $F = U + TS$

(ii) $F = U - TS$

(iii) $F = U + PV$

(iv) $F = U + PV - TS$

(e) The value of Boltzmann constant is

ব'ল্টজমেনৰ ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল

(i) $1.38 \times 10^{-16} \text{ JK}^{-1}$

(ii) 1.38 JK^{-1}

(iii) $1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

(iv) 8.314 JK^{-1}

2. Answer any *five* of the following questions :

2×5=10

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ যি কোনো পাঁচটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Define adiabatic and isothermal process.

1+1=2

ৰুদ্ধতাপী আৰু সমোষ্ণী প্ৰক্ৰিয়াৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(b) Write Maxwell's four thermodynamical relations.

$\frac{1}{2} \times 4 = 2$

মেক্সৱেলৰ তাপগতিক সম্পৰ্ক চাৰিটা লিখা।

(4)

- (c) Write the two statements of second law of thermodynamics. 1+1=2

তাপগতিবিজ্ঞানৰ দ্বিতীয় সূত্রৰ উক্তি দুটা লিখা।

- (d) State the zeroth law of thermodynamics. Hence define temperature. 1+1=2

তাপগতিবিজ্ঞানৰ শূন্যতম সূত্রটো লিখা। তাৰ পৰা উষ্ণতাৰ সংজ্ঞা দিয়া।

- (e) Explain the physical significance of entropy.

এণ্ট্রপিৰ ভৌতিক তাৎপৰ্য বৰ্ণনা কৰা।

- (f) Explain Brownian motion from kinetic theory of gases.

গেছৰ গতিতত্ত্বৰ পৰা ব্ৰাউনীয় গতিৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা।

- (g) Calculate the r.m.s. velocity of the molecule of nitrogen at 20 °C. Given, molecular weight of nitrogen is 28 g/mol and $R = 8.31 \times 10^3$ joule/kilomole/degree.

20 °C উষ্ণতাত নাইট্ৰ'জেন অণুৰ গড় বৰ্গমূল বেগৰ মান গণনা কৰা। দিয়া আছে, নাইট্ৰ'জেনৰ আণৱিক ভৰ 28 g/mol আৰু $R = 8.31 \times 10^3$ joule/kilomole/ডিগ্রী।

(5)

(h) Using Maxwell's thermodynamical relations, show that

মেস্সবেলৰ তাপগতিক সম্পৰ্কবোৰ প্ৰয়োগ কৰি দেখুওৱা
যে

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right) = T \left(\frac{\partial^2 S}{\partial V \partial T}\right) = T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}\right)$$

(i) Write the effect of temperature and pressure on viscosity of a gas. 1+1=2

এটা গেছৰ সান্দ্ৰতাৰ ওপৰত উষ্ণতা আৰু চাপৰ প্ৰভাৱৰ
বিষয়ে লিখা।

(j) Define molar heat capacity at constant volume and molar heat capacity at constant pressure. 1+1=2

স্থিৰ আয়তনত ম'লাৰ তাপধৃতি আৰু স্থিৰ চাপত ম'লাৰ
তাপধৃতিৰ সংজ্ঞা দিয়া।

3. Answer any *four* of the following questions :

5×4=20

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ যি কোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) What is mean free path? Obtain an expression for it. 1+4=5

গড় মুক্ত পথ কি? ইয়াৰ বাবে প্ৰকাশবাশি উলিওৱা।

(6)

- (b) From the first law of thermodynamics, prove that

তাপগতিবিজ্ঞানৰ প্ৰথম সূত্ৰৰ পৰা প্ৰমাণ কৰা যে

$$C_P - C_V = R$$

- (c) Show that for a perfect gas

আদৰ্শ গেছৰ ক্ষেত্ৰত দেখুওৱা যে

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$$

- (d) What is degree of freedom? Calculate the degrees of freedom of monoatomic, diatomic and triatomic molecules. 2+3=5

স্বতন্ত্ৰতা মাত্ৰা কি? এক পৰমানৱিক, দ্বিপৰমানৱিক আৰু ত্ৰিপৰমানৱিক অণুৰ স্বতন্ত্ৰতা মাত্ৰাৰ মান গণনা কৰা।

- (e) Draw Andrew's curve for CO₂ at different temperatures and explain them. 2+3=5

বিভিন্ন উষ্ণতাত CO₂ৰ বাবে এনদ্ৰ'ৰ বক্ৰ অংকন কৰা আৰু ব্যাখ্যা কৰা।

- (f) Derive an expression for Joule-Thomson coefficient.

জুল-থমছনৰ গুণাংকৰ প্ৰকাশবাশিটো প্ৰতিষ্ঠা কৰা।

(7)

- (g) The diameter of nitrogen molecule is 3.2×10^{-10} m. The number of molecules at 0°C and 1 atmospheric pressure is 2.69×10^{25} per m^3 . Calculate the mean free path for the nitrogen molecule.

নাইট্ৰ'জেন অণু এটাৰ ব্যাস 3.2×10^{-10} m. 0°C উষ্ণতাত আৰু 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপত ইয়াৰ অণুৰ সংখ্যা প্ৰতি ঘনমিটাৰত 2.69×10^{25} . নাইট্ৰ'জেন অণুৰ গড় মুক্ত পথ গণনা কৰা।

- (h) State and prove Carnot's theorem. 1+4=5

কাৰ্ণট'ৰ সূত্ৰটো উল্লেখ কৰা আৰু প্ৰমাণ কৰা।

4. Answer any one of the following questions : 10

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ যি কোনো এটাৰ উত্তৰ দিয়া :

- (a) Deduce van der Waals' equation of state of a gas. Compare its theoretical curves with the Andrew's experimental curves. 7+3=10

গেছৰ ক্ষেত্ৰত ভান ডাৰ ৱালছৰ সমীকৰণ প্ৰতিষ্ঠা কৰা। ইয়াৰ তাৎক্ষিক বক্রবেখাবোৰ এনড্ৰ'ৰ পৰীক্ষামূলক বক্রবেখাবোৰৰ লগত তুলনা কৰা।

(8)

- (b) Derive Maxwell-Boltzmann distribution law of molecular velocities for a perfect gas. Hence find the expression for the most probable velocity and root mean square velocity. $.6+2+2=10$

এটা আদৰ্শ গেছৰ ক্ষেত্ৰত মেক্সৱেল-ব'ল্টজমেনৰ আণৱিক বেগ বিতৰণ বিধিৰ প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা। ইয়াৰ পৰা অতি সম্ভাৱ্য বেগ আৰু গড় বৰ্গমূল বেগৰ প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা।

- (c) What do you mean by thermodynamic scale of temperature? Show that thermodynamic scale is identical with the perfect gas scale. $5+5=10$

উষ্ণতাৰ তাপগতিক স্কেল বুলিলে কি বুজা? দেখুওৱা যে তাপগতিক স্কেল আৰু আদৰ্শ গেছৰ স্কেল একেই।

- (d) Derive Maxwell's four thermodynamical relations.

মেক্সৱেলৰ তাপগতিক সম্পৰ্ক চাৰিটা প্ৰতিষ্ঠা কৰা।
