

Total number of printed pages – 8

23R-25 (PHY3204C)

2025

PHYSICS

(MAJOR)

Paper : PHY3204C

(Heat and Thermodynamics)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

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

1. Give very short answer : $1 \times 4 = 4$

অতি চমু উত্তৰ দিয়া :

- (a) What do you mean by Boyle's temperature ?

বয়লৰ উষ্ণতা বুলিলে কি বুজা?

- (b) The entropy of a substance at absolute zero (OK) is

পদাৰ্থ এবিধৰ পৰম শূন্য উষ্ণতাত (OK) এন্ট্রপি হ'ব

- (i) Maximum

সৰ্বোচ্চ

(ii) Minimum

সৰ্বনিম্ন

(iii) Undefined

অনিৰ্ণেয়

(iv) None of the above

ওপৰৰ এটাও নহয়

(c) The zeroth law of thermodynamics signifies the concept of _____ of a system.

তাপ গতি বিদ্যাৰ শূন্যতম সূত্ৰই থূল এটাৰ _____
সূচায়।

(i) Pressure

চাপ

(ii) Temperature

উষ্ণতা

(iii) Volume

আয়তন

(iv) Internal Energy

আভ্যন্তৰীণ শক্তি

(d) What is the physical significance of the critical temperature for a real gas system?

বাস্তৱ গেছৰ থূল এটাত ক্ৰান্তিক উষ্ণতাৰ ভৌতিক তাৎপৰ্য
কি?

2. Give answer in brief:

2×3=6

চমু উত্তৰ দিয়া :

(a) What is the physical significance of van-der-Waals coefficients 'a'?

ভান-ডাৰ-ৱাল্চৰ ধ্ৰুৱক "a" ৰ ভৌতিক তাৎপৰ্য কি?

(b) State the zeroth law of thermodynamics. What do you mean by thermal equilibrium.

তাপগতি বিজ্ঞানৰ শূন্যতম সূত্ৰটো লিখা? তাপীয় সাম্য
অবস্থা বুলিলে কি বুজা?

(c) "The efficiency of an ordinary engine is always less than that of a Carnot's engine." Why?

"সাধাৰণ ইঞ্জিন এটাৰ দক্ষতা কাৰ্ণট ইঞ্জিনৰ দক্ষতাতকৈ
সদায় কম"। কিয়?

3. Answer the following questions : 5×3=15

তলৰ প্ৰশ্ন বোৰৰ উত্তৰ দিয়া :

- (a) Describe Andrews' experiment regarding the behaviour of a real gas with CO_2 as a working gas. 5

CO_2 গেছক কাৰ্যকৰী গেছ হিচাপে লৈ বাস্তৱ গেছৰ আচৰণ সম্পৰ্কীয় এণ্ড্ৰুৱ পৰীক্ষাটো বৰ্ণনা কৰা।

- (b) How did van-der-Waals introduce the contribution of intermolecular attraction among real gas molecules into the equation of state meant for an ideal gas? 5

আদৰ্শ গেছৰ অৱস্থাৰ সমীকৰণত ভান-ডাৰ-ৱালে কেনেদৰে বাস্তৱ গেছ অণুৰ মাজৰ আন্তঃ-আকৰ্ষণৰ অৱদানক অন্তৰ্ভুক্ত কৰিছিল।

OR

- (c) Define mean free path. Show that the mean free path of a gas molecule can

be expressed as $\lambda = \frac{I}{\sqrt{2}n\pi d^2}$, where n

is the number of molecules per unit volume and d is the diameter of the molecule. 1+4=5

গড়মুক্ত পথৰ সংজ্ঞা দিয়া। দেখুওৱা যে গেছৰ অণুৰ গড়

মুক্ত পথ $\lambda = \frac{I}{\sqrt{2}n\pi d^2}$ য'ত n হ'ল একক আয়তনত

থকা গেছৰ অণুৰ সংখ্যা আৰু d হ'ল অণুৰ ব্যাস।

- (d) Show that in an isothermal expansion of a van-der-Waals gas, the heat taken

is $Q = RT \log_e \frac{V_f - b}{V_i - b}$, where V_f = Final

volume, V_i = Initial volume. 5

দেখুওৱা যে ভান-ডাৰ-ৱাল গেছৰ সমোষণী প্ৰসাৰত গেছে

গ্ৰহণ কৰা তাপ $Q = RT \log_e \frac{V_f - b}{V_i - b}$

য'ত V_i = প্ৰাৰম্ভিক আয়তন, V_f = অন্তিম আয়তন।

OR

- (e) Describe how Kelvin define the thermodynamic scale of temperature. 5

কেলভিনে কেনেদৰে উষ্ণতাৰ তাপগতিক স্কেলৰ ধাৰণা দিছিল বৰ্ণনা কৰা।

4. Answer **either** (a) **or** (b). 10×1=10

(a) বা (b) ৰ উত্তৰ দিয়া।

(a) State the first law of thermodynamics and mention its drawback. With the help of first law of thermodynamics, show that $C_p - C_v = R$. 2+1+7=10

তাপগতি বিজ্ঞানেৰ প্ৰথম সূত্ৰৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু ইয়াৰ সীমাবদ্ধতা উল্লেখ কৰা। প্ৰথম সূত্ৰৰ সহায়ত দেখুওৱা যে $C_p - C_v = R$

(b) Derive the relations
তলৰ সম্পৰ্ক বোৰ প্ৰতিস্থা কৰা

$$(i) \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

$$(ii) \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{\text{Saturation}} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

where the symbols have their usual meaning. 5+5=10

য'ত চিহ্ন বোৰে যথার্থ অৰ্থ বুজাইছে।

5. Answer **either** (a) **or** (b). 10×1=10

(a) বা (b) ৰ উত্তৰ দিয়া।

(a) Establish that the mean free path of gas molecules $\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$ on the basis of kinetic theory of gas. 10

গেছৰ গতি তত্ত্বৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি প্ৰতিস্থা কৰা যে

$$\text{গেছৰ অণুৰ গড় মুক্ত পথ } \bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$$

(b) (i) Give an outline of the Stern's experiment for verification of Maxwell's law of distribution for molecular speeds. 7

গেছ অণুৰ বেগৰ বণ্টনৰ মেক্সৱেলৰ সূত্ৰৰ সত্যতাৰ প্ৰমাণৰ বাবে ষ্টাৰ্ণৰ পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰা।

(ii) Calculate the collision frequency of air molecules at 0°C and at 1 atm pressure (i.e. at NTP). Given, diameter of an air molecule $\sigma = 2 \times 10^{-10} \text{ m}$, $\bar{c} = 10^3 \text{ m/s}$ and $n = 3 \times 10^{25} \text{ molecules/m}^3$ 3

1 atm চাপ আৰু 0°C উষ্ণতাত (অৰ্থাৎ NTPত) বায়ুৰ অণুৰ সজ্জাতৰ কম্পনাংক গণনা কৰা।

দিয়া আছে বায়ুৰ অণুৰ ব্যাস

$$\sigma = 2 \times 10^{-10} \text{ m}, \quad \bar{c} = 10^3 \text{ m/s} \text{ আৰু}$$

$$n = 3 \times 10^{25} \text{ molecules/m}^3 \text{।}$$
