

**1 (Sem-5/FYUGP) PHY 46 MN/(B)**

**2 0 2 5**

**PHYSICS**

**( Minor )**

Paper : PHY0500604

**( Heat and Thermodynamics )**

**( Set-B )**

*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 value of Boltzmann constant is

ব'ল্টজমেনৰ ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল

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

(ii)  $1.38 \text{ JK}^{-1}$

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

(iv)  $8.314 \text{ JK}^{-1}$

( 2 )

(b) The value of the critical volume  $V_c$  according to van der Waals' gas equation is

ভান ডাৰ বালৰ গেছ সমীকৰণৰ মতে ক্ৰান্তিক ধ্ৰুৱক  $V_c$  ৰ মান হ'ল

(i)  $V_c = b$

(ii)  $V_c = 2b$

(iii)  $V_c = 3b$

(iv)  $V_c = 4b$

(c) The gas law  $\frac{PV}{T} = \text{constant}$  is true for

গেছৰ সূত্র  $\frac{PV}{T} = \text{ধ্ৰুৱক}$  সত্য হয়

(i) isothermal change only

কেৱল সমোষ্ণী পৰিৱৰ্তনৰ বাবে

(ii) adiabatic change only

কেৱল ৰুদ্ধতাপী পৰিৱৰ্তনৰ বাবে

(iii) both adiabatic and isothermal change

ৰুদ্ধতাপী আৰু সমোষ্ণী দুয়োটা পৰিৱৰ্তনৰ বাবে

(iv) None of the above

ওপৰৰ এটাও নহয়

( 3 )

(d) The entropy of a system in an irreversible process

অপৰাবৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়াত এটা নিকাৰ এন্ট্ৰপি

(i) increases

বাঢ়ে

(ii) decreases

কমে

(iii) remains constant

স্থিৰে থাকে

(iv) None of the above

ওপৰৰ এটাও নহয়

(e) Gibbs' potential is defined as

গিবছ বিভৱৰ সংজ্ঞা হ'ব

(i)  $G = U - PV + TS$

(ii)  $G = U + PV + TS$

(iii)  $G = U - PV - TS$

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

2. Answer the following questions (any five) :

2×5=10

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া (যি কোনো পাঁচটা) :

(a) Write any two postulates of kinetic theory of gases.

গেছৰ গতিতত্ত্বৰ যি কোনো দুটা স্বীকাৰ্য লিখা।

( 4 )

- (b) Calculate the efficiency of Carnot's engine working between 127 °C and 27 °C.

127 °C আৰু 27 °C উষ্ণতাৰ মাজত কাম কৰা কান্ট ইঞ্জিনৰ দক্ষতা গণনা কৰা।

- (c) Using Maxwell's thermodynamic relations, show that

মেক্সৱেলৰ তাপগতিক সম্পৰ্কসমূহ ব্যৱহাৰ কৰি দেখুওৱা যে

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

- (d) Define reversible and irreversible process with examples. 1+1=2

উদাহৰণসহ পৰাবৰ্তনীয় আৰু অপৰাবৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়াৰ সংজ্ঞা দিয়া।

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

গেছৰ গতিতত্ত্বৰ পৰা ব্ৰাউনীয় গতিৰ বিষয়ে ব্যাখ্যা কৰা।

- (f) "A Carnot engine cannot have 100% efficiency." Why?

"এটা কান্ট ইঞ্জিনৰ দক্ষতা 100% হ'ব নোৱাৰে।" কিয়?

( 5 )

(g) What is mean free path? Write down the expression for it. 1+1=2

গড় মুক্ত পথ কি? ইয়াৰ প্ৰকাশবাশিটো লিখা।

(h) Write in brief about internal energy of a thermodynamical system.

তাপগতিক নিকায় এটাৰ অন্তৰ্নিহিত শক্তিৰ বিষয়ে চমুকৈ লিখা।

(i) Define r.m.s. and most probable speed of gas molecules. 1+1=2

গেছৰ অণুৰ গড় বৰ্গমূলৰ বেগ আৰু অতি সম্ভাৱ্য বেগৰ সংজ্ঞা লিখা।

(j) Write the law of equipartition of energy.

শক্তিৰ সমবিভাজনৰ সূত্ৰটো লিখা।

3. Answer the following questions (any four) :

5×4=20

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া (যি কোনো চাৰিটা) :

(a) What is Joule-Thomson effect?

Distinguish between adiabatic expansion and Joule-Thomson effect. 1+4=5

জুল-থমছন ক্ৰিয়া কি? কদ্ধতাপী প্ৰসাৰণ আৰু জুল-থমছন ক্ৰিয়াৰ মাজত তুলনা কৰা।

( 6 )

- (b) Define entropy and explain its physical significance. 2+3=5

এণ্ট্রপির সংজ্ঞা দিয়া আৰু ইয়াৰ ভৌতিক তাৎপৰ্য ব্যাখ্যা কৰা।

- (c) Show that for a perfect gas  
আদৰ্শ গেছৰ ক্ষেত্ৰত দেখুওৱা যে

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

- (d) Derive an expression for entropy of a perfect gas in terms of pressure, volume and specific heat.

আদৰ্শ গেছৰ চাপ, আয়তন আৰু আপেক্ষিক তাপৰ সহায়ত এণ্ট্রপির প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা।

- (e) Explain the effect of temperature and pressure on viscosity of a gas. 2½+2½=5

গেছ এটাৰ সান্দ্ৰতাৰ ওপৰত উষ্ণতা আৰু চাপৰ প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰা।

- (f) Prove that for a perfect gas whose molecules have  $f$  degrees of freedom, the ratio of specific heats of the gas is given by

প্ৰমাণ কৰা যে  $f$  স্বতন্ত্ৰতা মাত্ৰা থকা আদৰ্শ গেছ এটাৰ আপেক্ষিক তাপৰ অনুপাত হ'ব

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1 + \frac{2}{f}$$

( 7 )

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

কানটৰ সূত্ৰটো উল্লেখ কৰা আৰু প্ৰমাণ কৰা।

(h) The diameter of nitrogen molecule is  $3.2 \times 10^{-10}$  m. The number of molecules at  $0^\circ\text{C}$  and 1 atmospheric pressure is  $2.69 \times 10^{25}$  per  $\text{m}^3$ . Calculate mean free path for the nitrogen molecule.

নাইট্ৰ'জেন অণু এটাৰ ব্যাস  $3.2 \times 10^{-10}$  m.  $0^\circ\text{C}$  উষ্ণতা আৰু 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপত ইয়াৰ অণুৰ সংখ্যা প্ৰতি ঘনমিটাৰত  $2.69 \times 10^{25}$  টা। নাইট্ৰ'জেন অণুৰ গড় মুক্ত পথ গণনা কৰা।

4. Answer the following questions (any one) : 10

তলৰ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিয়া (যি কোনো এটা) :

(a) 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

আদৰ্শ গেছৰ ক্ষেত্ৰত মেক্সৱেল-ব'ল্টজমেনৰ আনৱিক বেগ বিতৰণ বিধিৰ প্ৰকাশবাশি উলিওৱা। ইয়াৰ পৰা অতি সম্ভাৱ্য বেগ আৰু গড় বৰ্গমূল বেগৰ প্ৰকাশবাশি উলিয়াই দেখুওৱা।

( 8 )

- (b) Derive an expression for work done during an adiabatic process. Prove that  $PV^\gamma = \text{constant}$  in an adiabatic process.

5+5=10

ৰুদ্ধতাপী প্ৰক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত সম্পন্ন কৰা কাৰ্যৰ প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা। ৰুদ্ধতাপী প্ৰক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰমাণ কৰা যে  $PV^\gamma = \text{ধ্ৰুৱক}$ ।

- (c) Show that entropy remains constant in a reversible process. Calculate the increase in entropy of 10 kg water at 100 °C when it changes to vapour. 5+5=10

দেখুওৱা যে পৰাবৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়াত এন্ট্ৰপি স্থিৰে থাকে। 10 kg পানী 100 °C ত বাষ্পলৈ পৰিৱৰ্তিত হ'লে এন্ট্ৰপিৰ বৃদ্ধি গণনা কৰা।

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

মেক্সৱেলৰ তাপগতিক সম্পৰ্ক চাৰিটা প্ৰতিষ্ঠা কৰা।

\*\*\*