



**WEST BENGAL STATE UNIVERSITY**  
B.Sc. Honours/Programme 3rd Semester Examination, 2021-22

**PHSHGEC03T/PHSGCOR03T-PHYSICS (GE3/DSC3)**

**THERMAL PHYSICS AND STATISTICAL MECHANICS**

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

*The figures in the margin indicate marks of question.  
Candidates should answer in their own words  
and adhere to the word limit as practicable.*

*প্রান্তিক সীমার মধ্যস্থ সংখ্যাটি প্রশ্নের মান নির্দেশ করে।  
পরীক্ষার্থীদের নিজের ভাষায় যথা সম্ভব শব্দসীমার মধ্যে  
উত্তর দিতে হবে।*

*All symbols are of usual significance.*

**Question No. 1 is compulsory and answer any two from the rest**

**১ নং প্রশ্ন আবশ্যিক এবং বাকী প্রশ্নগুলি থেকে যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও**

1. Answer any *ten* questions from the following:

2×10 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোনো *দশটি* প্রশ্নের উত্তর দাও:

(a) State the First Law of Thermodynamics.

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বিবৃত করো।

(b) Why is thermodynamic work done an imperfect differential?

তাপগতীয় কার্য অসম্পূর্ণ অবকল কেন ?

(c) Define Quasistatic Process.

প্রায় স্থির প্রক্রিয়া বিবৃত করো।

(d) Can two isothermal graphs intersect each other?

দুটি সমোষ্ণ লেখ পরস্পরকে ছেদ করতে পারে কি ?

(e) 20 g of hydrogen gas at 20°C are compressed isothermally to one-fourth of the original volume. Find the value of the work done.

20 g হাইড্রোজেন গ্যাস-কে 20°C তাপমাত্রায় সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রাথমিক আয়তনের এক-চতুর্থাংশ আয়তনে সংকুচিত করা হল। এই প্রক্রিয়ায় গ্যাস কর্তৃক কার্যের মান নির্ণয় করো।

(f) When air gets heated, it flows upwards. Then why do mountain tops have lower temperature than sea surfaces?

বায়ু গরম হলে উপরে উঠে যায়। তা সত্ত্বেও সমুদ্রপৃষ্ঠের তুলনায় পাহাড়ের শীর্ষে বেশি ঠাণ্ডা কেন ?

(g) What is meant by Gibb's free energy?

গিবসের মুক্ত শক্তি কী ?

(h) Prove, pressure of gas,  $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$ , where  $F =$  Helmholtz free energy.

দেখাও যে গ্যাসের চাপ  $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T$ , যেখানে  $F =$  হেলমহোল্ট্‌সের মুক্ত শক্তি।



(i) Define coefficient of thermal conductivity of a gas. State its SI unit.

গ্যাসের তাপ পরিবাহিতাঙ্ক কাকে বলে ? এর SI একক কী ?

(j) What do you mean by Joule-Thomson effect?

জুল-টমসন ক্রিয়া বলতে কী বোঝো ?

(k) State the Principle of Equipartition of Energy.

শক্তির সমবিভাজন নীতি বিবৃত করো।

(l) Draw the spectral distribution of an ideal black-body for three different temperatures  $T_1, T_2, T_3$  following Wein's Displacement Law.

উইনের সরল সূত্র মেনে, তিনটি তাপমাত্রার ( $T_1, T_2, T_3$ ) জন্য, কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণের বর্ণালি বন্টনের চিত্রটি অঙ্কন করো।

(m) What are macrostates and microstates?

ম্যাক্রো-দশা ও মাইক্রো-দশা কাকে বলে ?

(n) What is the significance of enthalpy?

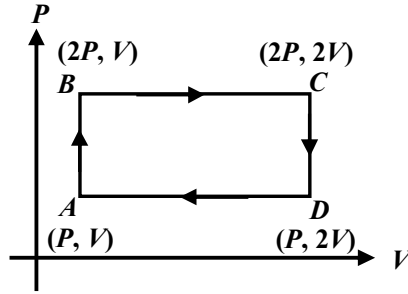
এনথ্যালপির তাৎপর্য কী ?

2. (a) Show that for an adiabatic process, the equation of state of a gas is  $PV^\gamma = \text{constant}$ . 4

প্রমাণ করো যে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ  $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$ ।

(b) An ideal monoatomic gas has undergone a cyclic process  $ABCD$  as shown in the figure. What will be the work done in this cyclic process and what will be the amount of heat transferred during the entire cycle? 3

একটি আদর্শ একপরমাণুক গ্যাসকে চিত্রের মতো  $ABCD$  আবর্ত প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে নিয়ে যাওয়া হল। এই আবর্ত প্রক্রিয়ায় কৃতকার্য কত এবং সমগ্র প্রক্রিয়াটিতে কত তাপ সরবরাহিত হয়েছে ?



(c) Find the relation between the slopes of adiabatic and isothermal curves. 3

রুদ্ধতাপ ও সমোষ্ণ লেখ-এর নতির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো।

3. (a) Show that the work done by a gas in an isothermal process is  $W = nRT \ln (P_1/P_2)$ , symbols have usual meaning. 4

দেখাও যে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় গ্যাস কর্তৃক কার্য  $W = nRT \ln (P_1/P_2)$  হয়।

(b) Write down the TdS equations in thermodynamics. 3

তাপগতিবিদ্যার TdS সমীকরণগুলি লেখো।

(c) The number of particles per unit volume of a gas is  $3 \times 10^{26}$ . If the radius of a gas molecule is  $2 \text{ \AA}$ , find its mean free path. 2

একটি গ্যাসের প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা  $3 \times 10^{26}$  হলে এবং গ্যাসটির অণুর ব্যাস  $2 \text{ \AA}$  হলে গ্যাসটির অণুগুলির গড় মুক্তপথ নির্ণয় করো।



(d) Write down Maxwell-Boltzmann Distribution Law in Statistical Mechanics.

পরিসংখ্যান বলবিদ্যা অনুযায়ী মাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান বণ্টন সূত্রটি লেখো।

4. (a) How can you relate Wien's law and Rayleigh-Jeans law with Planck's law of energy distribution in radiation spectrum? 3

প্ল্যাঙ্কের বিকিরণ বর্ণালীর শক্তি বণ্টন সূত্রের সাথে ভীন ও র্যায়ে-জীনস সূত্রের সম্পর্ক কী ?

(b) How much heat energy will be radiated per second from a blackbody with a temperature of 1000 K and an area  $2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ ? At which temperature will it radiate double of this energy? Given Stefan's constant  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ . 3

$2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফল সম্পন্ন একটি কৃষ্ণবস্তু 1000 K উষ্ণতায় কতটা তাপশক্তি বিকিরণ করবে ? কোন্ উষ্ণতায় এর দুইগুণ তাপশক্তি বিকিরণ করবে ? প্রদত্ত – স্টিফান ধ্রুবক  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ।

(c) State Maxwell's Law of distribution of molecular speeds in gases. Show that the most probable speed is given by  $C_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$  where the symbols are bearing usual meaning. 1+3

মাক্সওয়েলের বেগ-বণ্টন সূত্রটি বিবৃত করো। দেখাও গ্যাস অণুগুলির সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য গতিবেগ  $C_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$  যেখানে ব্যবহৃত চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহ।

5. (a) Justify that 'Under isothermal condition, the external work done by a system is at the cost of its Helmholtz free energy'. 3

ব্যাখ্যা করো— 'সমোষ্ণ অবস্থায়, বস্তু কর্তৃক বাহ্যিক কৃতকার্য তার হেলমোল্টজ ফ্রি এনার্জি-র মূল্যে সম্পন্ন হয়'।

(b) State two characteristics of Maxwell-Boltzmann Statistics. 2

মাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান পরিসংখ্যান-এর দুটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

(c) Determine the change in entropy when 15 gm of ice melts into water at  $0^\circ\text{C}$ . Given, latent heat of ice = 80 cal/g. 3

15 গ্রাম বরফ গলে  $0^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় জলে পরিণত হলে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো। প্রদত্ত, বরফের লীন তাপ 80 cal/g।

(d) Draw the TS diagram of a Carnot cycle. 2

কার্নো চক্রের TS লেখচিত্রটি আঁকো।

**N.B. :** Students have to complete submission of their Answer Scripts through E-mail / Whatsapp to their own respective colleges on the same day / date of examination within 1 hour after end of exam. University / College authorities will not be held responsible for wrong submission (at in proper address). Students are strongly advised not to submit multiple copies of the same answer script.

—x—