



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY
B.Sc. Honours/Programme 3rd Semester Examination, 2022-23

PHSHGEC03T/PHSGCOR03T-PHYSICS (GE3/DSC3)

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.*

*প্রাঙ্গিক 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:
নিম্নলিখিত যে-কোনো *দশটি* প্রশ্নের উত্তর দাও:

2×10 = 20

- (a) Write the combined form of first and second law of thermodynamics.
তাপগতিবিদ্যার প্রথম এবং দ্বিতীয় সূত্রের যুগ্ম সমীকরণটি লেখো।
- (b) What is an extensive and intensive thermodynamic variable?
সংকীর্ণ এবং ব্যাপক চল কী?
- (c) Explain why a Carnot engine cannot have 100% efficiency.
ব্যাখ্যা করো কেন 100% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন কার্নো ইঞ্জিন পাওয়া সম্ভব নয়।
- (d) Prove that 'entropy remains constant for a reversible cycle'.
প্রমাণ করো 'প্রত্যাবর্তক চক্রে এনট্রপির মান ধ্রুবক থাকে'।
- (e) State the differences between reversible and irreversible process.
প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার পার্থক্য লেখো।
- (f) Write the Maxwell's relations for a thermodynamical system.
কোনো একটি তাপগতীয় সংস্থার জন্য ম্যাক্সওয়েলের সম্পর্কগুলি লেখো।
- (g) State two differences between Joule-Thomson expansion and adiabatic expansion.
জুল থমসন প্রসারণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের দুটি পার্থক্য লেখো।
- (h) Write two basic assumptions of kinetic theory of gases.
গ্যাসের গতিতত্ত্বের মূল দুটি অঙ্গীকার লেখো।
- (i) Plot Maxwell's velocity distribution function for two different temperatures on the same graph.
দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার জন্য ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টন অপেক্ষক একই লেখচিত্রে দেখাও।
- (j) Give example of a good reflector and absorber of thermal radiation.
তাপীয় বিকিরণ সম্পর্কিত একটি উত্তম প্রতিফলক এবং একটি উত্তম শোষকের উদাহরণ দাও।
- (k) What do you mean by a perfect black body?
আদর্শ কৃষ্ণবস্তু বলতে কী বোঝো?



- (l) Draw the phase space of a one dimensional simple harmonic oscillator.
একমাত্রিক সরল সমঞ্জস কম্পাঙ্কের দশাপথের চিত্র অঙ্কন করো।
- (m) Give example of a Fermi gas and a Bose gas.
একটি ফার্মি গ্যাস এবং একটি বোস গ্যাসের উদাহরণ দাও।
- (n) What is the total energy of 1 mole of an ideal gas in thermal equilibrium at temperature T ? Given each gas molecule has degree of freedom = ω .
 T তাপীয় সাম্যাবস্থায় 1 মোল কোন আদর্শ গ্যাসের সমগ্র শক্তি নির্ণয় করো। দেওয়া আছে প্রতিটি গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা = ω .
2. (a) A Carnot engine working between the temperatures 100°C and 0°C absorbs 10^4 calories of heat at high temperature. What will be the work done when the cycle of operation is over? 3
 100°C এবং 0°C -র মধ্যে একটি কার্নোইঞ্জিন ক্রিয়াশীল। যদি তাপীয় উৎস থেকে ইঞ্জিনটি 10^4 ক্যালরি তাপ শোষণ করে, একটি সম্পূর্ণ চক্রের শেষে ক্রীতকার্য কত হবে?
- (b) State two essential differences between an isothermal and an adiabatic process. 2
সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার দুটি মূল পার্থক্য লেখো।
- (c) P, V, T are thermodynamical variables, then prove that — 3+2
(i) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = \frac{1}{\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T}$; (ii) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$
 P, V, T তাপগতীয় চলরাশি হলে, প্রমাণ করো —
(i) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = \frac{1}{\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T}$; (ii) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$
3. (a) Derive the law of energy distribution from Maxwell's law of velocity distribution. 3
ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বন্টন সূত্র থেকে শক্তি বন্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।
- (b) Plot most probable velocity, average velocity and rms velocity in a single velocity distribution graph and give their ratio. 2+1
একটি গতিবেগ বন্টন লেখচিত্রে সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য গতিবেগ, গড় গতিবেগ ও rms গতিবেগ দেখাও এবং তাদের অনুপাত লেখো।
- (c) Show that $\gamma = 1 + 2/f$ from the law of equipartition of energy where γ is the ratio of C_p and C_v of gas and f is the degrees of freedom. 2
শক্তির সমবিভাজন নীতি থেকে দেখাও যে $\gamma = 1 + 2/f$, যেখানে γ হল গ্যাসের C_p ও C_v -এর অনুপাত এবং f হল স্বাধীনতার মাত্রা।
- (d) Define Phase-space, 2
দশাস্ত্রান বলতে কী বোঝো?
4. (a) Show that Joule-Thompson coefficient is zero for an ideal gas. 3
দেখাও যে, আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে জুল-থমসন (Joule-Thompson) গুণক শূন্য হয়।
- (b) Define emissive power and absorptive power of matter. 2
পদার্থের বিকিরণ ক্ষমতা ও শোষণ ক্ষমতার সংজ্ঞা দাও।



- (c) Suppose we have 4 coins in a bag. Find the different possible microstates of the system and macrostates they belong to.

একটি ব্যাগে 4টি সিকি আছে। এমত অবস্থায় বিভিন্ন সম্ভাব্য মাইক্রো অবস্থা ও ম্যাক্রো অবস্থা নির্ণয় করো।

- (d) How is the entropy of a macrostate related to the total number of microstates accessible to the corresponding macrostate?

একটি ম্যাক্রো অবস্থার এনট্রপি তার অন্তর্গত মাইক্রো অবস্থার সংখ্যার সাথে কিভাবে সম্পর্কিত?

5. (a) Show that $C_V = \left(\frac{dU}{dT} \right)_V$, where U is internal energy.

দেখাও যে, $C_V = \left(\frac{dU}{dT} \right)_V$, যেখানে U আভ্যন্তরীণ শক্তি।

- (b) Define Quasistatic Process.

প্রায় স্থির প্রক্রিয়া কী?

- (c) Draw the characteristics curves for black body spectra predicted by Rayleigh-Jeans law, Wien's displacement law and the Planck's law at some given temperature.

একই লেখচিত্রে আদর্শ কৃষ্ণবস্তুর ক্ষেত্রে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্লাঙ্কের সূত্র, ভিনের সূত্র এবং র্যাল-জিনস সূত্রানুযায়ী বিকিরণের শক্তি বন্টন দেখাও।

- (d) State two differences between Classical Statistics and Quantum Statistics.

সনাতন পরিসংখ্যান বলবিদ্যা ও কোয়ান্টাম পরিসংখ্যান বলবিদ্যার দুটি পার্থক্য লেখো।

- (e) State the zeroth law of thermodynamics.

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি লেখো।

—x—



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 $F =$ হেলমহোল্টসের 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?

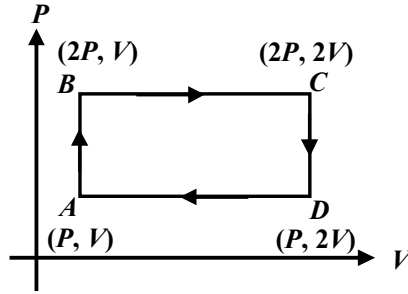
এনথ্যালপির তাৎপর্য কী ?

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 3×10^{26} . If the radius of a gas molecule is 2 \AA , find its mean free path. 2

একটি গ্যাসের প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা 3×10^{26} হলে এবং গ্যাসটির অণুর ব্যাস 2 \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।

1

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

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

3

(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 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

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

3

(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.

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

1+3

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

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

3

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

মাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান পরিসংখ্যান-এর দুটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

2

(c) Determine the change in entropy when 15 gm of ice melts into water at 0°C . Given, latent heat of ice = 80 cal/g.

15 গ্রাম বরফ গলে 0°C উষ্ণতায় জলে পরিণত হলে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো। প্রদত্ত, বরফের লীন তাপ 80 cal/g।

3

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

কার্নো চক্রের TS লেখচিত্রটি আঁকো।

2

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—



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY

B.Sc. Honours/Programme 3rd Semester Examination, 2020, held in 2021

PHSHGEC03T/PHSGCOR03T-PHYSICS (GE3/DSC3)

THERMAL PHYSICS AND STATISTICAL MECHANICS

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

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

*প্রান্তিক সীমার মধ্যস্থ সংখ্যাটি পূর্ণমান নির্দেশ করে।
পরীক্ষার্থীরা নিজের ভাষায় যথা সম্ভব শব্দসীমার মধ্যে
উত্তর করিবে।*

Answer 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) Three distinguishable identical particles are distributed in two states of different energies. If more than one particle can be in a state, find the number of macrostates and the total number of microstates for the distribution.

তিনটি প্রভেদযোগ্য সদৃশ কণাকে দুটি ভিন্ন শক্তিস্তরে বিন্যস্ত করা হল। একটি স্তরে একাধিক কণা থাকতে পারে। এক্ষেত্রে, বন্টনটির ম্যাক্রো-অবস্থার সংখ্যা ও মাইক্রো-অবস্থার মোট সংখ্যা নির্ণয় করো।

- (b) State the significance of the first law of Thermodynamics.

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটির তাৎপর্য বলো।

- (c) Differentiate between reversible and irreversible processes.

প্রত্যাবর্তক (reversible) ও অপ্রত্যাবর্তক (irreversible) প্রক্রিয়ার পার্থক্য করো।

- (d) Show that in a P - V diagram, the adiabatic curve is steeper than the isothermal curve at any given point.

দেখাও যে, P - V লেখচিত্রে যে-কোনো প্রদত্ত বিন্দুতে রুদ্ধতাপ রেখা সমোষ্ণ রেখার চেয়ে বেশি খাড়া।

- (e) Draw indicator diagrams for (i) an isobaric and (ii) an isochoric process.

(i) সমচাপী (isobaric) প্রক্রিয়া এবং (ii) সমায়তনী (isochoric) প্রক্রিয়ার সূচক চিত্র অঙ্কন করো।

- (f) Define entropy. State its physical interpretation.

এনট্রপির সংজ্ঞা দাও। এর ভৌত ব্যাখ্যা দাও।

- (g) The temperature of 500 g of air is raised by 2°C at constant volume. Calculate the change in its internal energy. Given $C_p = 1000 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ and $\gamma = 1.4$ for air.

স্থির আয়তনে 500 g বায়ুর তাপমাত্রা 2°C বৃদ্ধি করা হল। এক্ষেত্রে আভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন গণনা করো। প্রদত্ত, বায়ুর জন্য $C_p = 1000 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং $\gamma = 1.4$ ।



- (h) Assuming entropy to be a function of temperature and volume show that

$$T dS = C_V dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$$

এনট্রপিকে তাপমাত্রা ও আয়তনের অপেক্ষক ধরে দেখাও যে,

$$T dS = C_V dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$$

- (i) What is Gibbs free energy?

গিবস মুক্ত শক্তি কী ?

- (j) Write down Clausius-Clapeyron equation, explaining all the terms.

সমস্ত পদগুলির ব্যাখ্যাসহ ক্লসিয়াস-ক্ল্যাপেরন সমীকরণটি লেখো।

- (k) What is the relation between thermal conductivity and thermal diffusivity?

তাপ পরিবাহিতাঙ্ক এবং তাপ ব্যাপনতার মধ্যে সম্পর্ক কী ?

- (l) State the principle of equipartition of energy.

শক্তির সমবিভাজন নীতি বিবৃত করো।

- (m) Plot Maxwell's speed distribution function for two temperatures T_1 and T_2 ($T_2 > T_1$) on the same graph.

দুটি তাপমাত্রা T_1 এবং T_2 ($T_2 > T_1$)-এর জন্য ম্যাক্সওয়েল-এর গতিবেগ বণ্টন অপেক্ষক একই লেখচিত্রে আঁকো।

2. (a) Show that the work done by an ideal gas in an isothermal process is

3

$$W = nRT \ln(P_1/P_2)$$

P_1 and P_2 are respectively the initial pressure and final pressure of the gas.

দেখাও যে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাস কর্তৃক কৃতকার্য

$$W = nRT \ln(P_1/P_2)$$

P_1 ও P_2 হল যথাক্রমে গ্যাসের প্রাথমিক ও অন্তিম চাপ।

- (b) Whenever the pressure inside a car tyre reaches three times the atmospheric pressure, it bursts. Assuming the tyre-burst to be an adiabatic process, find the ratio of the final temperature to the initial temperature. Given, $\gamma=1.4$.

3

কোনো গাড়ির চাকার ভিতরের বায়ুচাপ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের তিনগুণ হওয়ামাত্র চাকাটি ফেটে যায়। চাকা ফাটার ঘটনাটিকে একটি রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া হিসাবে বিবেচনা করে অন্তিম এবং প্রাথমিক উষ্ণতার অনুপাত নির্ণয় করো। প্রদত্ত, $\gamma=1.4$ ।

- (c) Find the difference between C_P and C_V for an ideal gas.

3

আদর্শ গ্যাসের জন্য C_P এবং C_V -র অন্তরফল নির্ণয় করো।

- (d) State the principle of increase of entropy.

1

এনট্রপি বৃদ্ধির নীতি বিবৃত করো।

3. (a) State Carnot's theorem.

2

কার্নো-র উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

- (b) Find the efficiency of a Carnot engine working between temperatures 500 K and 300 K. If the source temperature is decreased to 450 K, what is the percentage change in efficiency?

3

একটি কার্নো ইঞ্জিনের উৎসের উষ্ণতা 500 K এবং তাপগ্রাহকের উষ্ণতা 300 K। এর কর্মদক্ষতা কত ? উৎসের উষ্ণতা কমে 450 K হলে কর্মদক্ষতার কত শতাংশ পরিবর্তন হবে ?



- (c) Calculate the work done in isothermal compression of 2 moles of an ideal gas at 27°C to one-fourth of its volume. 3
 27°C উষ্ণতায় সমোষ্ণ সংকোচনের ফলে 2 মোল আদর্শ গ্যাসের আয়তন এক-চতুর্থাংশে পরিণত হলে কৃতকার্য কত হবে তা গণনা করো।
- (d) Find the ratio of c_{rms}^2 of an ideal gas at 200 K and 800 K, where c_{rms} is the root mean square velocity. 2
 কোনো আদর্শ গ্যাসের অণুর গড় বর্গ গতিবেগের বর্গমূল (rms) c_{rms} হলে, 200 K এবং 800 K উষ্ণতায় ওই গ্যাসের c_{rms}^2 -এর অনুপাত কত হবে ?
4. (a) Write down the four Maxwell's relations. 2
 ম্যাক্সওয়েল-এর চারটি সম্পর্ক লেখো।
- (b) Show that Joule-Thompson coefficient is zero for an ideal gas. 3
 দেখাও যে আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে জুল-টমসন (Joule-Thompson) গুণক শূন্য হয়।
- (c) Define Helmholtz free energy and find out the change in Helmholtz free energy during an infinitesimal reversible process in a gas. 1+2
 হেলমহোল্টজ (Helmholtz)-এর মুক্ত শক্তির সংজ্ঞা দাও। কোনো গ্যাসের ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র প্রত্যাবর্তক পরিবর্তনের ক্ষেত্রে হেলমহোল্টজ-এর মুক্ত শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় করো।
- (d) Write down Maxwell-Boltzmann energy distribution law in Statistical Mechanics. 2
 পরিসংখ্যান বলবিদ্যা অনুযায়ী ম্যাক্সওয়েল-বোলৎজমান শক্তি-বণ্টন সূত্রটি লেখো।
5. (a) Define mean free path of a gas molecule. The number of particles per cubic metre of a gas is 3×10^{26} . If the radius of a gas molecule is 2 Å, find its mean free path. 1+2
 একটি গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথের সংজ্ঞা দাও। একটি গ্যাসের প্রতি ঘনমিটারে অণুর সংখ্যা 3×10^{26} এবং গ্যাসটির অণুর ব্যাস 2 Å হলে গ্যাসটির অণুগুলির গড় মুক্তপথ নির্ণয় করো।
- (b) Derive Rayleigh-Jeans law from Planck's law of blackbody radiation. 3
 প্ল্যাঙ্ক-এর কৃষ্ণবস্তু-বিকিরণের সূত্র থেকে র্যাংগে-জিনস-এর সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।
- (c) The wavelength (λ_{max}) corresponding to maximum of the spectral distribution of a blackbody kept at temperature 1373°C is 1.78 micron. If an astronomical object (assumed to be a blackbody) has $\lambda_{max} = 14$ micron, find its temperature. 2
 1373°C উষ্ণতায় থাকা একটি কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ বর্ণালির সর্বোচ্চ (maximum) বিন্দুতে বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda_{max} = 1.78$ মাইক্রন। যদি কোনো জ্যোতিষ্কের জন্য $\lambda_{max} = 14$ মাইক্রন হয় তাহলে সেটির উষ্ণতা কত ? (ধরে নাও জ্যোতিষ্কটি একটি কৃষ্ণবস্তু)।
- (d) State the law of thermodynamics that establishes the concept of temperature. 2
 তাপগতিবিদ্যার যে সূত্রটি উষ্ণতার ধারণা প্রতিষ্ঠা করে, সেটি লেখো।

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—



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY

B.Sc. Honours/Programme 3rd Semester Examination, 2019

PHSHGEC03T/PHSGCOR03T-PHYSICS (GE3/DSC3)

THERMAL PHYSICS AND STATISTICAL MECHANICS

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

*The figures in the margin indicate full marks.**Candidates should answer in their own words and adhere to the word limit as practicable.**All symbols are of usual significance.***Answer 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 দাওঃ
- (a) State zeroth law of Thermodynamics.
তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি বিবৃত করো।
- (b) Define work done by a thermodynamic system.
তাপগতীয় সংস্থায় কার্যের সংজ্ঞা দাও।
- (c) What is meant by reversible process in thermodynamics?
তাপগতিবিদ্যায় প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলতে কি বোঝায় ?
- (d) State Carnot's theorem.
কার্নো উপপাদ্য বিবৃত করো।
- (e) Distinguish between the concepts of microstate and macrostate.
মাইক্রোস্টেট এবং ম্যাক্রোস্টেটের মধ্যে পার্থক্যগুলি লেখো।
- (f) What is meant by Helmholtz free energy?
হেলমহোল্টজ ফ্রী এনার্জীর অর্থ কি ?
- (g) What is Joule-Thomson effect?
জুল-থমসন এফেক্ট কাকে বলে ?
- (h) Write down Maxwell's law of speed distribution of gas molecules.
গ্যাসের অণুগুলির গতিবন্টন বিষয়ক ম্যাক্সওয়েলের সূত্রটি লেখো।
- (i) Explain the physical significance of entropy.
এনট্রপি-র ভৌত তাৎপর্য ব্যাখ্যা করো।
- (j) State Wien's displacement law.
ভীনের সরণ সূত্রটি বিবৃত করো।
- (k) The average kinetic energy of a molecule of H₂ at 0°C is 5.6×10^{-11} Joule. Calculate the Avogadro number. Given $R = 8.31$ J/K-mol.
0°C এ H₂ এর একটি অণুর গড় গতিশক্তি 5.6×10^{-11} জুল। অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা নির্ণয় করো। প্রদত্ত $R = 8.31$ J/K-mol.
- (l) Which are the essential differences between the BE statistics and FD statistics?
বোস-আইনস্টাইন এবং ফার্মি-ডিরাক পরিসংখ্যানের মধ্যে মূল পার্থক্যগুলি লেখো।
- (m) What is meant by degrees of freedom of a molecule in kinetic theory of gases?
গ্যাসের গতীয় তত্ত্বে একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কি বোঝায় ?



- (n) What is meant by diffusion of a gas?
 গ্যাসের ব্যপনক্রিয়া বলতে কি বোঝায় ?
2. (a) State the first law of Thermodynamics. Show that for reversible adiabatic process in ideal gas $PV^\gamma = \text{constant}$, where the symbols are bearing usual meaning.
 তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো। আদর্শ গ্যাসে একটি প্রত্যাবর্তী রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার জন্য দেখাও যে $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$, যেখানে চিহ্নগুলি স্বাভাবিক অর্থ বহন করে।
- (b) Show that $C_p - C_v = R$, for a mole of ideal gas, using the fact that internal energy of ideal gas may be expressed as a function of temperature only (symbols bearing usual meaning).
 আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি কেবলমাত্র উষ্ণতার অপেক্ষক রূপে প্রকাশযোগ্য, এই সত্যকে ব্যবহার করে দেখাও যে $C_p - C_v = R$ (চিহ্নগুলি স্বাভাবিক অর্থ বহন করে)।
- (c) What is an ideal black body?
 আদর্শ কৃষ্ণবস্তু কি ?
3. (a) Find the efficiency of an ideal gas Carnot engine working between two temperature baths at T_1 K and T_2 K ($T_1 > T_2$) respectively. Plot schematically this cyclic process on T - S diagram.
 একটি কার্ণো ইঞ্জিন বর্ণনা করো। T_1 K এবং T_2 K ($T_1 > T_2$) উষ্ণতাবিশিষ্ট তাপীয় কুণ্ডের মধ্যে কার্যরত একটি আদর্শ গ্যাসের কার্ণো ইঞ্জিনের কার্যদক্ষতা নির্ণয় করো। T - S ছবিতে এই চক্রীয় প্রক্রিয়াটির একটি খসড়া অঙ্কন করো।
- (b) Can we get an efficiency of 52% from a Carnot engine working between temperatures 600 K and 300 K? Explain.
 300 K এবং 600 K র মধ্যে কার্যকরী একটি কার্ণো ইঞ্জিনের দক্ষতা কি 52% হতে পারে ? ব্যাখ্যা করো।
- (c) State the law of equipartition of energy and use it to find C_p/C_v for a diatomic ideal gas.
 শক্তির সমবিভাজন সূত্রটি বিবৃত করো এবং এটিকে ব্যবহার করে একটি দ্বিপরিমাণু বিশিষ্ট আদর্শ গ্যাসের C_p/C_v নির্ণয় করো।
4. (a) What is r.m.s speed of gas molecules? Find its relation with temperature of the gas.
 গ্যাসের অণুগুলির r.m.s দ্রুতি কি ? এটির সঙ্গে গ্যাসের উষ্ণতার সম্পর্ক নির্ণয় করো।
- (b) What is Fermi gas? Why do you consider electron gas as a Fermi gas?
 ফার্মি গ্যাস কি ? ইলেকট্রন গ্যাসকে কেন ফার্মি গ্যাস হিসাবে বিবেচনা করা হয় ?
- (c) What is meant by enthalpy? How can one predict a chemical reaction to be exothermic or endothermic from the calculations of enthalpy?
 এনথ্যালপি বলতে কি বোঝায় ? এনথ্যালপি গণনা থেকে কিভাবে একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া তাপগ্রাহী অথবা তাপমোচী তা পূর্বনির্ধারণ করা যায় ?
5. (a) Write down Bose-Einstein distribution law. How can one obtain Planck's distribution law from it?
 বোস-আইনস্টাইন বন্টন সূত্রটি লেখো। এটির থেকে কিভাবে প্ল্যাঙ্কের বন্টন সূত্র পাওয়া যায় ?
- (b) What is meant by mean free path of gas molecules? Find its relation with the coefficient of viscosity of a gas.
 গ্যাসের অণুগুলির গড় মুক্ত পথ বলতে কি বোঝায় ? এটির সঙ্গে গ্যাসের সান্দ্রতাক্ষের সম্পর্ক নির্ণয় করো।

—x—