2023

PHYSICS — GENERAL

Paper : GE/CC-3

(Thermal Physics and Statistical Mechanics)

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

Full Marks : 50

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন ও আরো *যে-কোনো চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো।

(খ) 'কার্য হল পথ-অপেক্ষক'— উক্তিটি ব্যাখ্যা করো।

(গ) অর্ধস্থির প্রক্রিয়া কী?

(ঘ) ঘরের তাপমাত্রায় একটি দ্বিপরমাণুক অণুর তাপধারণ-ক্ষমতার অনুপাত (γ) নির্ণয় করো।

(ঙ) ভিনের সরণসূত্রটি বিবৃত করো।

(চ) দশাস্থান বলতে কী বোঝায়?

(ছ) বোসন্ (Boson) এবং ফার্মিয়ন্ (Fermion) কী?

২। (ক) স্থির চাপে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ (C_P) ও স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপের (C_V) সংজ্ঞা দাও।

(খ) প্রমাণ করো $C_P - C_V = R$.

(গ) 1 kg পরিমাণ জল 100°C তাপমাত্রায় 1 atm চাপে ফোটানো হল। যদি জল এবং বাষ্পের আয়তন যথাক্রমে 0.002m^3 এবং 2m^3 হয়, তাহলে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো।

দেওয়া আছে ঃ $1 \text{ atm} = 1.013\times10^5 \text{ N/m}^2$. (১½+১½)+৪+৩

৩। (ক) তাপীয় ইঞ্জিনের সংজ্ঞা দাও। তাপীয় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বলতে কী বোঝো?

(খ) একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপগ্রাহকের উষ্ণতা 20°C। ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% করতে হলে তাপীয় উৎসের উষ্ণতা কত হবে?

(গ) রুদ্ধতাপ প্রসারণে n মোল পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের প্রাথমিক আয়তন V_i থেকে অন্তিম আয়তন V_f পর্যন্ত গ্যাসের দ্বারা কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। গ্যাসের প্রাথমিক তাপমাত্রা T_i এবং অন্তিম তাপমাত্রা T_f। (২+২)+২+৪

Please Turn Over

৪। (ক) প্রমাণ করো $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$, যেখানে চাপ, আয়তন এবং উষ্ণতা যথাক্রমে P, V এবং T।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের তাপগতীয় সমীকরণগুলি থেকে সমোষ্ণ বৃদ্ধি প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে ক্লসিয়াস-ক্ল্যাপেরনের সমীকরণটি লেখো এবং প্রতিটি ব্যবহৃত রাশির উল্লেখ করো।

(গ) জুল-টমসন প্রসারণ ও রুদ্ধতাপ প্রসারণের মধ্যে পার্থক্যগুলি লেখো। ৪+৩+৩

৫। (ক) ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টন সূত্রটি লেখো। বণ্টন অপেক্ষকের সহিত গতিবেগের লেখচিত্রটি অঙ্কন করো। লেখচিত্র দ্বারা পরিবেষ্টিত মোট ক্ষেত্রফলের তাৎপর্য কী? লেখচিত্রে সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য গতিবেগটি নির্দেশ করো।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টন সূত্র থেকে শুরু করে সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য গতিবেগের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

(গ) মুক্তপথ ও গড় মুক্তপথের সংজ্ঞা দাও। (১+১+১+১)+৩+(১½+১½)

৬। (ক) পদার্থের বিকিরণ ক্ষমতা ও শোষণ ক্ষমতার সংজ্ঞা দাও।

(খ) সূর্যপৃষ্ঠ থেকে 6.3×10^7 J/m^2/sec হারে শক্তি বিকীর্ণ হচ্ছে। স্টিফানের সূত্র ব্যবহার করে সূর্যপৃষ্ঠের উষ্ণতার মান নির্ণয় করো। দেওয়া আছে ঃ স্টিফান ধ্রুবক = 5.67×10^{-8} W/m^2/K^4

(গ) স্টিফান-বোলজ্‌ম্যানের সূত্রটি বিবৃত করো। স্টিফান ধ্রুবকের SI এককটি লেখো। স্টিফান-বোলজ্‌ম্যান সূত্র থেকে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো। (১½+১½)+২+(২+১+২)

৭। (ক) ফার্মি-ডিরাক বণ্টন সূত্রটি লেখো। $T = 0$ K এবং $T \neq 0$ K উষ্ণতায় $f(E)$ vs. E লেখচিত্রটি অঙ্কন করো।

(খ) X - অক্ষ বরাবর গতিশীল একটি কণার দশাস্থান অঙ্কন করো।

(গ) ম্যাক্সওয়েল-বোলজ্‌ম্যান (MB), বোস-আইনস্টাইন (BE) পরিসংখ্যানগুলির তুলনা করো। (২+২)+২+৪

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE LIBRARY

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question no.*** **1** and ***any four*** questions from the rest.

1. Answer ***any five*** questions : 2×5

(a) State the first law of thermodynamics.

(b) Explain the statement — ‘Work is a path function’.

(c) What is quasistatic process?

(d) Calculate the ratio of heat capacities (γ) of a diatomic molecule at room temperature.

(e) State Wien’s displacement law.

(f) What is meant by phase space?

(g) What are Boson and Fermion?

2. (a) Define specific heat of gas at constant pressure (C_P) and specific heat of gas at constant volume (C_V).

(b) Prove that $C_P - C_V = R$.

(c) 1 kg of water is boiled under a pressure of 1 atmosphere at 100°C. If the volumes occupied by water and steam are 0.002m^3 and 2m^3 respectively, then find the work done.

Given : 1 atmosphere pressure = 1.013×10^5 N/m^2. (1½+1½)+4+3

3. (a) Define Heat Engine. What is the efficiency of a heat engine?

(b) The temperature of heat sink of a Carnot engine is 20°C. What will be the temperature of the heat source so that the efficiency of the engine be 60%?

(c) Calculate the amount of work done during an adiabatic expansion of n mole of an ideal gas from initial volume V_i to final volume V_f. Initial and final temperature of the gas are T_i and T_f respectively. (2+2)+2+4

4. (a) Prove that $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$, where P, V and T are pressure, volume and temperature respectively.

(b) Write down Clausius-Clapeyron equation for isothermal expansion from Maxwell's thermodynamic relations by mentioning each term.

(c) Write down the differences between Joule-Thomson expansion and adiabatic expansion. 4+3+3

5. (a) Write down the expression of Maxwell's velocity distribution law. Draw the distribution function vs. velocity graph. What is the significance of the total area under the graph? Indicate most probable velocity on the graph.

(b) Starting from Maxwell's velocity distribution law, derive the most probable velocity.

(c) Define free path and mean free path. (1+1+1+1)+3+(1½+1½)

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

6. (a) Define Emissive power and Absorptive power.

(b) The surface of the sun radiates energy at the rate of 6.3×10^7 J/m^2/sec. Calculate the temperature of the surface of sun using Stefan's Law of radiation.

Given : The value of Stefan constant = 5.67×10^{-8} W/m^2/K^4

(c) State Stefan-Boltzmann Law. Write SI unit of Stefan's constant. Derive Newton's law of cooling from Stefan-Boltzmann Law. (1½+1½)+2+(2+1+2)

7. (a) Write down the expression of Fermi-Dirac distribution law. Draw $f(E)$ vs. E graph at T = 0 K, and at $T \neq 0$ K temperature.

(b) Draw the phase-space diagram for a particle moving along X-direction.

(c) Compare Maxwell-Boltzmann (MB) and Bose-Einstein's (BE) statistics. (2+2)+2+4

———————

MGC Library