স্নাতক পাঠক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination) :

ডিসেম্বর, ২০১৫ ও জুন, ২০১৬

পদার্থবিদ্যা (Physics)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective)

পঞ্চম পত্র (5th Paper : Heat and Thermodynamics)

সময় ঃ দুই ঘন্টা — পূর্ণমান ঃ ৫০

Time : 2 Hours — Full Marks : 50

মানের গুরুত্ব ঃ ৭০%

Weightage of Marks : 70%

পরিমিত ও যথাযথ উত্তরের জন্য বিশেষ মূল্য দেওয়া হবে। অশুদ্ধ বানান, অপরিচ্ছন্নতা এবং অপরিষ্কার হস্তাক্ষরের ক্ষেত্রে নম্বর কেটে নেওয়া হবে। উপান্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

Special credit will be given for accuracy and relevance in the answer. Marks will be deducted for incorrect spelling, untidy work and illegible handwriting. The weightage for each question has been indicated in the margin.

১। যে-কোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ১০ × ২ = ২০

ক) অনুমিতিগুলি উল্লেখ করে ম্যাক্সওয়েলের আণবিক দ্রুতি বন্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করুন এবং তার থেকে শক্তি বন্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করুন । ৭ + ৩

খ) i) কোনো PVT তন্ত্রের জন্য $\beta = \frac{3aT^3}{V}$ এবং $k = \frac{b}{V}$ হলে অবস্থার সমীকরণটি নির্ণয় করুন ।

ii) দেখান যে একটি কক্ষে কৃষ্ণ বস্তু বিকিরণের শক্তির ঘনত্ব অনপেক্ষ তাপমাত্রার চতুর্থ ঘাতের সমানুপাতিক । ৪ + ৬

গ) i) গিব্‌স-এর ফেজ (phase) রুলটি উদাহরণ সহযোগে বোঝান ।

ii) উচ্চ ক্রমের দশান্তর বলতে কি বোঝায় ?

iii) বোস ঘনীভবন কি ব্যাখ্যা করুন । ২ + ২ + ৬

ঘ) i) কোয়ান্টাম সংখ্যায়ণের দুটি পদ্ধতির মূল পার্থক্য কি ? কখন এই দুটি সংখ্যায়ণ ও সনাতন সংখ্যায়ণে কোনো পার্থক্য থাকে না ?

ii) বোস সংখ্যায়ণ প্রয়োগ করে কৃষ্ণ বস্তু বিকিরণের প্ল্যাঙ্ক সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করুন । ২ + ২ + ৬

২। যে-কোনো **তিনটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৬ × ৩ = ১৮

ক) গ্যাসের তাপ পরিবাহিতাঙ্ক k, সান্দ্রতাঙ্ক η ও স্থির আয়তনে আপেক্ষিক তাপ C_V এর মধ্যে সম্পর্ক $k = \eta C_V$ পরীক্ষা দ্বারা সমর্থিত হয় কি ? নাহলে সূত্রটিকে কিভাবে সংশোধন করলে এটি পরীক্ষালব্ধ ফলের সঙ্গে সুসংগত হয় ? ৬

খ) আইনস্টাইনের তত্ত্বের সাহায্যে কোনো তরল কোলয়ডাল দ্রবণের বস্তুকণার একক সময়ে গড় বর্গ সরণ তাপমাত্রার উপর কিভাবে নির্ভর করে দেখান । ৬

গ) গিবস্-এর কূটাভাস কি ? কেমন করে তা নিরসন করা সম্ভব । ৬

ঘ) ইঞ্জিনের কৃতি গুণাঙ্ক বলতে কি বোঝায় ? দেখান যে দুটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তাপীয় উৎসের মধ্যে কার্যরত কার্ণো ইঞ্জিনের কৃতি গুণাঙ্ক সবচেয়ে বেশি । ২ + ৪

ঙ) ক্লসিয়াস-ক্ল্যাপেরন সমীকরণ উপপাদন করুন । জলের উপর চাপ 1 atm. থেকে বাড়িয়ে 1·6 atm. করলে হিমাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে ?

(বরফ গলনের লীন তাপ 80 cal/gm) ৪ + ২

চ) অবক্ষয়ী ইলেকট্রন গ্যাস তন্ত্রের জন্য ফার্মি শক্তিস্তরের রাশিমালা নির্ণয় করুন ।

৩। যে-কোনো **চারটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৩ × ৪ = ১২

ক) বিকিরণের চাপ P ও বিকিরণের শক্তি ঘনত্ব u হলে দেখান যে $P = \frac{u}{3}$ । ৩

খ) ভ্যান ডার ওয়ালস্ গ্যাসের রুদ্ধতাপ পরিবর্তনের জন্য প্রমাণ করুন যে $T(V-b)^{R/C_V}$ = ধ্রুবক । ৩

গ) সমান চাপ ও তাপমাত্রার হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন গ্যাস রাখা আছে । H_2 এবং N_2 অণুর ব্যাস যথাক্রমে $2{\cdot}5 \times 10^{-10}$ m এবং $3{\cdot}5 \times 10^{-10}$ m হলে উক্ত গ্যাস দুটির সান্দ্রতাঙ্কের অনুপাত নির্ণয় করুন । ৩

ঘ) প্রমাণ করুন যে কোনো নির্দিষ্ট উষ্ণতায় বস্তুর উৎসর্জন ক্ষমতা ও অবশোষণ ক্ষমতার অনুপাত একটি ধ্রুবক এবং এটি একটি আদর্শ কৃষ্ণ বস্তুর উৎসর্জন ক্ষমতার সমান । ৩

ঙ) প্রমাণ করুন যে ভ্যান ডার্ ওয়ালস্ গ্যাসের ক্ষেত্রে $\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = 0$ । ৩

চ) দেখান যে হেলমহোলট্জ মুক্ত শক্তি

$$F = \left[\frac{\delta(G/P)}{\delta(I/P)}\right]_T$$ ৩

ছ) প্রমাণ করুন যে অনুৎক্রমণীয় প্রক্রিয়ার (Irreversible change) ক্ষেত্রে মহাবিশ্বের মোট এনট্রপির বৃদ্ধি ঘটে । ৩

জ) অতিশৈত্য সৃষ্টিতে রুদ্ধতাপ বিচুম্বকণ-এর ভূমিকা আলোচনা করুন। ৩

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$

a) Stating the assumptions deduce Maxwell's distribution law of molecular speed and hence find the energy distribution law. 7 + 3

b) i) For a *PVT* system, $\beta = \frac{3aT^3}{V}$ and $k = \frac{b}{V}$. Find out the equation of state.

ii) Prove that the energy density of black body radiation in a cavity is proportional to the fourth power of absolute temperature. 4 + 6

c) i) Explain Gibbs' phase rule with example.

ii) What is meant by higher order phase transition ?

iii) Explain Bose condensation. 2 + 2 + 6

d) i) What is the main difference between the two quantum statistics ? When will there be no difference between these two statistics and the classical statistics ?

ii) Applying Bose Statistics establish Planck's law of black body radiation. 2 + 2 + 6

2. Answer any *three* questions : $6 \times 3 = 18$

a) Is the relation $k = \eta C_V$, between thermal conductivity k, coefficient of viscosity η and specific heat at constant volume C_V, experimentally verified ? If not, how this relation is to be corrected so that it corroborates with the experimental results. 6

b) Show with the help of Einstein's theory, how the mean square displacement of the particles of a colloidal solution depends on the temperature. 6

c) What is Gibbs paradox ? How can it be resolved ? 6

d) What do you mean by the efficiency of an engine ? Show that the efficiency of a Carnot engine operating between two heat reservoirs maintained at two fixed temperatures is the maximum. 2 + 4

e) Deduce Claussius-Clapeyron equation. Calculate the change in freezing temperature of water when the pressure is increased from 1 atm. to 1·6 atm. (Latent heat of melting of ice is 80 cal/gm) 4 + 2

f) Obtain an expression for the Fermi energy in degenerate electron gas system.

3. Answer any *four* questions : 3 × 4 = 12

a) Show that the pressure of radiation (P) is related to the energy density u through the relation $P = \frac{u}{3}$. 3

b) Show that for adiabatic transformation of a van dar Waals gas

$$T(V-b)^{R/C_V} = \text{constant}.$$ 3

c) Hydrogen and Nitrogen gases are maintained at equal temperature and pressure. If the molecular diameters of H_2 and N_2 are $2{\cdot}5 \times 10^{-10}$ m and $3{\cdot}5 \times 10^{-10}$ m respectively, find the ratio between the coefficient of viscosities of the two gases. 3

d) Establish that at any fixed temperature the ratio of emissive power to absorptive power of a substance is constant and is equal to the emissive power of a perfectly black body. 3

e) Show that for a van dar Waals gas

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = 0.$$ 3

f) Show that Helmholtz free energy

$$F = \left[\frac{\delta(G/P)}{\delta(I/P)}\right]_T.$$ 3

g) Prove that the total entropy of the universe is increasing during an irreversible change. 3

h) Discuss the role of adiabatic demagnetization to produce extra low temperature. 3