2022

3rd Semester Examination

PHYSICS (General)

Paper : DSC 1C/2C/3C-T

[Thermal Physics and Statistical Mechanics]

[CBCS]

Full Marks : 40 Time : Two Hours

The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

Group - A

1. Answer any *five* questions : $2\times5=10$

(i) Write down the third law of thermodynamics.

(ii) What is Brownian motion ?

(iii) Explain the degrees of freedom of a dynamical system.

(iv) What is quasistatic process ? Give an example.

(v) Write down the physical significance of entropy.

(vi) Write down the principle of equal or apriori probability.

(vii) Define partition function in thermodynamics.

(viii) Mention some corrections which are needed for ideal gas equation.

2. Answer any ***four*** questions : 5×4=20

(i) Calculate the change in entropy if we mix 786 gm water at 27°C with 275 gm water of 86°C. Prove that $TdS = C_p dT - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p dP$. 3+2

(ii) Write down the basic assumptions of kinetic theory of gas.

Write down the principle of equipartition of energy. Calculate the average energy per degrees of freedom of an ideal classical gas. 2+1+2

(iii) If the molecular diameter of hydrogen is 1.9×10^{-8} cm., find the number of collisions by a hydrogen molecule in 1s, if $T = 300$ K, $P = 1$ atmos.

Calculate the work done by 1 mole of an ideal gas for isothermal expansion form a volume V_0 to 10 V_0 at a temperature of 273 K. 3+2

(iv) Define reversible and irreversible processes. State and prove Carnot's theorem. 2+3

(v) Derive Maxwell's relation in thermodynamics from thermodynamic energy consideration. 5

(vi) Define canonical and micro-canonical ensembles. Derive the relation $S = k \ln W$; between entropy (S) and probability (W). 2+3

3. Answer any ***one*** question : 10×1=10

(i) Write down the assumptions of Planck's black body radiation. What is ultraviolet catastrophe ? Derive the Planck's law of radiation and plot the energy distribution. Also derive Wien's law and Rayleigh-Jeans law from Planck's law. 2+1+3+2+2

(ii) Calculate the number of elementary phase cells available to the n_i particles having degeneracy g_i at a temperature TK. Derive Fermi-Dirac distribution formula for 'n' fermions attained a thermal equilibrium at TK temperature. Briefly explain the distinction between the three statistics i.e. B.E., F.D. and M.B. statistics. What is Gibb's paradox ? 2+3+3+2

বঙ্গানুবাদ

১। যেকোন ***পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×৫=১০

(i) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি লেখ।

(ii) ব্রাউনীয় গতি কি ?

(iii) গতিশীল পদ্ধতির স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কি বোঝ ?

(iv) "Quasistatic" প্রক্রিয়া বলতে কি বোঝ? একটি উদাহরণ দাও।

(v) এনট্রপির পদার্থবিদ্যাগত তাৎপর্য লেখ।

(vi) "Equal or apriori probability" এর নীতিটি লেখ।

(vii) "Partition function" বলতে কি বোঝ ?

(viii) আদর্শ গ্যাস সমীকরণের সংশোধনগুলি লেখ।

২। যেকোনো *চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও : ৫×৪=২০

(i) 27°C উষ্ণতার 786 গ্রাম জলের সাথে 86°C উষ্ণতার 275 গ্রাম জলের মিশ্রণের এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

প্রমাণ কর $TdS = C_p dT - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p dP$. ৩+২

(ii) গ্যাসের গতিতত্ত্ব এর অঙ্গীকারগুলি লেখ।

শক্তির সমবিভাজনের নীতিটি লেখ। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তির মান প্রতি স্বাধীনতার মাত্রা পিছু কত নির্ণয় কর। ২+১+২

(iii) একটি হাইড্রোজেন অণুর ব্যাস যদি 1.9×10^{-8} cm হয়, তবে 1s এ হাইড্রোজেন অণুটি কতগুলি সংঘাত করবে নির্ণয় কর, যদি $T = 300$ K, $P = 1$ atmos.

273 K উষ্ণতায় 1 mole গ্যাসের আয়তন V_0 থেকে $10\,V_0$ বৃদ্ধি পেলে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় গ্যাস দ্বারা কৃত কার্য-এর পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩+২

(iv) প্রত্যাবর্তক এবং অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলতে কি বোঝ? কার্ণো উপপাদ্যটি লেখ এবং প্রমাণ কর। ২+৩

(v) তাপ গতিবিদ্যার শক্তি এর ধারণা থেকে ম্যাক্সওয়েল এর সমীকরণগুলি প্রতিষ্ঠা কর। ৫

(vi) "Canonical" এবং "micro-canonical ensembles" বলতে কি বোঝ ? এনট্রপি (S) এবং সম্ভাবনা (W) এর মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর : $S = k \ln W$. ২+৩

৩। যেকোনো *একটি* প্রশ্নের উত্তর দাও : ১০×১=১০

(i) কৃষ্ণবস্তু বিকিরণ সংক্রান্ত প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বগুলি লেখ। "Ultraviolet catastrophe" বলতে কি বোঝ? কৃষ্ণবস্তু বিকিরণের শক্তি বিভাজন সংক্রান্ত প্লাঙ্কের সূত্রটি প্রমাণ কর এবং লেখচিত্র অঙ্কন কর। এখান থেকে ভীন-এর সূত্র এবং র‍্যালে-জিনস-এর সূত্র দুটি প্রমাণ কর। ২+১+৩+২+২

(ii) TK উষ্ণতায় থাকা n_i সংখ্যক কণার জন্য বরাদ্দ ক্ষুদ্র প্রাথমিক ঘর সংখ্যা কত? যেখানে শক্তি স্তরের 'degeneracy' হল g_i।

TK উষ্ণতায় থাকা n সংখ্যক ফেরমিওন এর জন্য ফার্মি-ডিরাক এর সূত্রটি নির্ণয় কর।

বোস-আইনস্টাইন, ফার্মি-ডিরাক এবং ম্যাক্সওয়েল-বোলৎসম্যান পরিসংখ্যান বলবিদ্যা এর মধ্যে সংক্ষেপে পার্থক্য নির্ণয় কর। 'Gibb's Paradox' কি ? ২+৩+৩+২