

B.Sc. Semester III (General) Examination, 2020 (CBCS)

Subject: Physics

Paper: CC-IC/GE-3

Time: 2 Hours

Full Marks: 40

The figures in the margin indicate full marks.

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

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশকা পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

Answer any eight of the following:

8×5=40

নিম্নলিখিত যেকোনো আটটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

1. Write down Maxwell's law of distribution of molecular speeds. Using the Maxwell's speed distribution formula, find the root-mean-square speed of molecules of an ideal gas at temperature T. Show that the r.m.s speed C is  $\sqrt{\frac{3}{\gamma}}$  times the speed of sound, where  $\gamma$  is the ratio of two specific heats of gas.

ম্যাক্সওয়েলের আণবিক বেগ বন্টন সূত্রটি লেখা। ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্রটির সাহায্যে গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় করা দেখাও যে

r.m.s বেগ C শব্দের বেগের  $\sqrt{\frac{3}{\gamma}}$  গুণ, যেখানে  $\gamma$  হলো গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের অনুপাত।

2. What is meant by 'free path' of a molecule in a gas? Estimate the mean free path  $\lambda$  of atomic helium at STP. Given, mass of a He atom is  $5 \times 10^{-27} \text{ kg}$  and density of He at STP is  $1.78 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . One can assume He atoms as hard spheres with radius 0.1 nm.

গ্যাস অণুর 'মুক্তপথ' বলতে কী বোঝায়? হিলিয়াম পরমাণুগুলিকে 0.1 nm ব্যাসার্ধের শক্ত গোলক হিসাবে অনুমান করে STP তে হিলিয়াম পরমাণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় করা একটি হিলিয়াম পরমাণুর ভর  $5 \times 10^{-27} \text{ kg}$  এবং STP তে হিলিয়ামের ঘনত্ব  $1.78 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ।

3. What is meant by equivalent conductivity? Two slabs of thicknesses  $x_1$ ,  $x_2$  and conductivities  $K_1$ ,  $K_2$  respectively are placed side by side in contact with each other. Determine the equivalent conductivity of the composite system.

তুল্য পরিবাহিতাঙ্ক বলতে কী বোঝায়?  $x_1$  এবং  $x_2$  বেধের সমতল পৃষ্ঠযুক্ত,  $K_1$  এবং  $K_2$  তাপ পরিবাহিতাঙ্কের দুটি ধাতব ফলককে পাশাপাশি যুক্ত করা হলে সমবায়টির তুল্য পরিবাহিতাঙ্ক নির্ণয় করা

4. a) Two moles of an ideal monoatomic gas, initially contained in a cylinder at a pressure  $1 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$  and temperature  $27^\circ\text{C}$  are made to expand until the volume is doubled. How much work is done if the expansion is isothermal?

b) State Zero-th law of thermodynamics.

a) একটি সিলিন্ডারে আবদ্ধ দুই মোল আদর্শ একপরমানুক গ্যাসকে প্রাথমিক ভাবে  $27^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় এবং  $1 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$  চাপে দ্বিগুণ আয়তনে প্রসারিত করা হল। গ্যাসটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত হলে তাহলে গ্যাস কর্তৃক কৃতকার্যের পরিমাণ কত হবে?

b) তাপগতিবিদ্যার জীৱের সূত্র বিবৃত করো।

5. Draw a Carnot cycle on (a) a p-V diagram and (b) a T-S diagram. A 100 kW reversible engine operates between 227°C and 27°C. Calculate (i) the amount of heat absorbed, (ii) the amount of heat rejected and (iii) the efficiency of the engine.

কার্নো চক্রকে (a) একটি p-V সূচক চিত্র এবং (b) একটি T-S সূচক চিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা একটি 100 kW প্রত্যাবর্তক ইঞ্জিন 227°C এবং 27°C উষ্ণতা পাল্লার মধ্যে কাজ করছে। ইঞ্জিন কতক (i) গৃহীত তাপ, (ii) বর্জিত তাপ এবং (iii) ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় করা।

6. State Kelvin-Planck statement of second law of thermodynamics. Find the change in entropy when 1 gm of ice at 0°C is gradually changed to 1 gm of dry steam at 100°C at one atmospheric pressure. Given: Latent heat of fusion of ice at 0°C = 80 cal/gm and latent heat of vaporisation of water at 100°C = 540 cal/gm; specific heat of water = 1.

তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র সংক্রান্ত কেলভিন-প্লান্ক এর বিবৃতি টি লেখো। 0°C উষ্ণতার 1 গ্রাম বরফকে এক বায়ুমন্ডলীয় চাপে 100°C উষ্ণতার 1 গ্রাম শুষ্ক স্টিমে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? দেওয়া আছে, বরফ গলনের লীনতাপ 80 cal/gm এবং বাষ্পীভবনের লীনতাপ 540 cal/gm; জলের আপেক্ষিক তাপ=1।

7. Prove the thermodynamic relation  $Tds = c_v dT + T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$ . Hence, show that for one mole of van der Waal's gas  $dQ = c_v dT + \frac{RT}{(V-b)} dV$ .

প্রমাণ কর  $Tds = c_v dT + T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$ । এক মোল ভ্যান-ডার-ওয়ালস গ্যাসের ক্ষেত্রে এর থেকে দেখাও যে  $dQ = c_v dT + \frac{RT}{(V-b)} dV$ ।

8. State Planck's formula of energy distribution in blackbody radiation. Show that Wien's formula and Rayleigh-Jeans formula are particular cases of Planck's formula.

কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ সম্পর্কিত প্লান্কের শক্তি বন্টন সূত্রটি বিবৃত করা দেখাও যে, ভিন্ এবং র্‌য়ালে-জীন্সের সূত্র প্লান্কের শক্তি বন্টন সূত্রের বিশেষ ক্ষেত্র।

9. Distinguish between cooling produced by JT-process and adiabatic expansion. Prove the following relations: (a)  $S = - \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$ , (b)  $V = \left( \frac{\partial G}{\partial P} \right)_T$  and (c)  $\left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ ; where symbols have their usual meaning.

রুদ্ধতাপ শীতলতা এবং জুল-থমসন্ শীতলতার মধ্যে প্রভেদ দেখাও। প্রমাণ কর (a)  $S = - \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$ , (b)  $V = \left( \frac{\partial G}{\partial P} \right)_T$  এবং (c)  $\left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ ; যেখানে প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

10. Define 'distribution function'. Compare the Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac distribution functions. Under what conditions do Bose-Einstein and Fermi-Dirac yield the classical statistics?

বন্টন অপেক্ষকের সংজ্ঞা দাও। ম্যাক্সওয়েল-বোলজম্যান, বোস-আইনস্টাইন এবং ফার্মি-ডিরাক বন্টন অপেক্ষকের ভিতর পার্থক্য কী? কোন পরিস্থিতিতে বোস-আইনস্টাইন এবং ফার্মি-ডিরাক পরিসংখ্যান সনাতন পরিসংখ্যানকে মেনে চলে?