

B. Sc. Semester III (General/GE3) Examination-2021 (CBCS)

Subject: Physics

Paper-CC-1C

Thermal Physics and Statistical Mechanics

Time:2 Hours

Full Marks-40

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

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

Answer any eight of the following questions:

যে কোন আটটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

5 x 8=40

1. How can you establish the fact that under identical conditions of temperature and pressure equal volumes of all gases contain the same number of molecules? How many molecules of a gas remain in a cube of 1mm at 20°C and a pressure of 1 atmosphere?

কিভাবে প্রমাণ করবে যে একই তাপমাত্রা ও চাপে সকল গ্যাসের সমান আয়তনে সমসংখ্যক অণু বর্তমান? 20°C তাপমাত্রায় এবং একক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে 1 mm বাহুবিশিষ্ট একটি ঘনকের মধ্যে কত সংখ্যক গ্যাস অণু থাকবে ?

2. The molecules of a gas obey Maxwellian velocity distribution. Find the expression of r.m.s. velocity. Calculate the KE of 1 mole of a gas at NTP. Given the density of the gas at NTP is 0.178 gm/ltr and molecular weight of the gas =4.

একটি গ্যাসের অণুগুলি ম্যাক্সওয়েলের গতিবন্টন সূত্র মেনে চলে। মূল গড় বর্গবেগের রাশিমালা নির্ণয় কর। NTP তে একটি গ্যাসের 1 গ্রামঅণুর গতিশক্তি নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, NTP তে গ্যাসের ঘনত্ব 0.178 gm/ltr এবং আণবিক ওজন 4.

3. What is the critical coefficient of a gas? Find the departure of the Van der Waals gas from the perfect gas law at critical point. A gas at 300K occupies a volume of 1.2 litre/mole. Compare the pressures based on an ideal gas and Van Der Waals' gas (Given, $a=1.32 \text{ atm.lit}^2\text{mole}^{-2}$, $b=0.312 \text{ litre/mole}$).

সংকট গুণাংকের সংজ্ঞা দাও। সংকট বিন্দুতে আদর্শ গ্যাসের সাপেক্ষে ভ্যান-ডার-ওয়ালস গ্যাসের চ্যুতি নির্ণয় কর। 300K উষ্ণতায় একটি গ্যাসের 1.2 লিটার প্রতি মোল। আদর্শ ও ভ্যান-ডার-ওয়ালস গ্যাসের উপর ভিত্তি করে গ্যাসের চাপের তুলনা কর। (দেওয়া আছে, $a=1.32 \text{ atm.lit}^2\text{mole}^{-2}$, $b=0.312 \text{ litre/mole}$)।

4. From the first law of thermodynamics establish the relation between the pressure and volume in adiabatic change of an ideal gas.

5 mole ideal gas is compressed from an initial volume 5 litre to final volume 1 litre under isothermal condition. Calculate the work done in this process. Temperature of the gas = 27°C and $R=8.31 \text{ J/mol/K}$.

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র থেকে একটি আদর্শ গ্যাসের রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর। 5 মোল একটি আদর্শ গ্যাস সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সংনমিত হয়। গ্যাসের প্রাথমিক ও অন্তিম আয়তন যথাক্রমে 5 litre ও 1 litre হলে কৃতকার্য নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, গ্যাসের তাপমাত্রা 27°C এবং $R=8.31 \text{ J/mol/K}$.

5. What do you mean by external work and internal work? Explain whether work done is an exact/inexact differential. One mole of an ideal gas undergoes change from an initial state (A) of temperature 299K to a final state (B) of temperature 399K maintaining a pressure of 1 atmosphere on the gas.

- Draw the P-V diagram of this process.
- Calculate the work done on the system.
- Find the change in internal energy of the system.

Given, $R=8.31$ joule/mole/degree and $\gamma=1.41$.

বাহ্যিক কার্য ও আভ্যন্তরীণ কার্য বলতে কি বোঝ ? সম্পাদিত কার্য একটি সম্পূর্ণ/অসম্পূর্ণ অবকল - ব্যাখ্যা কর। এক মোল গ্যাসকে একক বায়ুমন্ডলীয় চাপে 299K তাপমাত্রার প্রাথমিক অবস্থা (A) থেকে 399K তাপমাত্রার অন্তিম অবস্থায় (B) পরিবর্তিত করা হল।

- এই প্রক্রিয়ার P-V চিত্র অঙ্কন কর।
- সংস্থাটির উপর সম্পাদিত কার্য নির্ণয় কর।
- আভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

দেওয়া আছে, $R=8.31$ joule/mole/degree এবং $\gamma=1.41$.

6. Define entropy. What is its physical significance? An electric current of 10A is maintained for 1 second in a resistor of 25Ω while the temperature of the resistor is kept constant at 27°C . What is the entropy change of the resistor and the universe? The same current is maintained for same time in the same resistor but now thermally insulated, whose initial temperature is 27°C . If the resistor has a mass of 10 gm and $C_p=0.84$ joule/gm/deg., find the entropy change of the resistor and the universe.

এনট্রপির সংজ্ঞা দাও। এর ভৌত তাৎপর্য কি? 25Ω এর একটি রোধকের তাপমাত্রা 27°C এ স্থির রেখে 10A বৈদ্যুতিক প্রবাহ 1 সেকেন্ডের জন্য বজায় রাখা হল। রোধকের ও মহাবিশ্বের এনট্রপি পরিবর্তন কত হবে? এখন 27°C প্রাথমিক তাপমাত্রার উপরিউক্ত রোধককে তাপ নিরোধক অবস্থায় রেখে একই বৈদ্যুতিক প্রবাহ একই সময়ের জন্য বজায় রাখা হল। যদি রোধকের ভর 10 gm ও $C_p=0.84$ joule/gm/deg., হয়, তাহলে রোধকের এবং মহাবিশ্বের এনট্রপি পরিবর্তন কত হবে?

7. Derive the relations:

$$(i) \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T$$

$$(ii) \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P$$

Show that for an Van der Walls' gas $\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \frac{a}{V^2}$

where the symbols have their usual meaning.

নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি প্রতিষ্ঠা কর:

$$(i) \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T$$

$$(ii) \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P$$

ভ্যানডার ওয়ালস গ্যাসের ক্ষেত্রে দেখাও $\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \frac{a}{V^2}$

যেখানে প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

8. What is Solar constant? How can solar temperature be estimated from the knowledge of solar

constant? Show that $H = -T^2 \left\{ \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{G}{T} \right) \right\}_P$

where symbols have their usual meaning.

সৌর ধ্রুবরাশি কি? এর থেকে কিভাবে সৌরতাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়? দেখাও যে $H = -T^2 \left\{ \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{G}{T} \right) \right\}_P$

যেখানে প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

9. What is Joule-Thomson coefficient? How will the values of the coefficient decide the cooling effect, heating effect? Show that the expression for the J-T coefficient in isoenthalpic change is given by $\mu = \frac{V}{C_p} [T\alpha - 1]$

α being volume expansion coefficient.

জুল-থমসন সহগ কি? কিভাবে এই সহগের মানগুলি শীতল, উষ্ণতার প্রভাব নির্ধারণ করে? দেখাও যে, সম-এনথ্যালপি প্রক্রিয়ায় জুল-থমসন সহগের রাশিমালা $\mu = \frac{V}{C_p} [T\alpha - 1]$

যেখানে α হল আয়তন প্রসারণ সহগ।

10. A system of identical and noninteracting particles obeys Pauli's principle. Write down the energy distribution law. Mention two particles that obey this distribution law. Discuss the spin, wave function and $T=0$ behaviour of these particles. ?

অভিন্ন এবং মিথস্ক্রিয়া বিহীন কণার একটি সংস্থা পাণ্ডলির নীতি মেনে চলে। শক্তি বন্টন সূত্রটি লেখ। এই বন্টন সূত্র মেনে চলে এইরকম দুটি কণার উল্লেখ কর। উপরোক্ত কণাগুলির ঘূর্ণন, তরঙ্গরূপ এবং $T=0$ তাপমাত্রার আচরণ আলোচনা কর।