63/1 (SEM-3) (GE3/DSC) PHYHG/RC3036

2023

PHYSICS

Paper : PHYHG3036/PHYRC3036

(Thermal Physics and Statistical Mechanics)

Full Marks : 60

Pass Marks : 24

Time : 3 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. Choose the correct answer (any *five*) : 1×5=5

শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা (যি কোনো পাঁচটা) :

(a) The physical quantity related to the first law of thermodynamics is

প্ৰথম তাপগতি সূত্ৰৰ লগত কোনটো ভৌতিক ৰাশি সম্বন্ধযুক্ত?

(i) temperature
উষ্ণতা

(ii) pressure
চাপ

(iii) energy
শক্তি

(iv) volume
আয়তন

(b) An isothermal process occurs at constant

সমোষ্ণী প্ৰক্ৰিয়া এটাৰ ধ্ৰুৱক হ'ল

(i) pressure

চাপ

(ii) temperature

উষ্ণতা

(iii) heat

তাপ

(iv) work done

কাৰ্য

(c) Helmholtz free energy function is defined by

হেল্মহ'ল্টজ মুক্তশক্তিৰ ফাংচন হ'ল

(i) $F = U + TS$

(ii) $F = U - TS$

(iii) $F = U + PV$

(iv) $F = U + PV - TS$

(d) Which of the following is not a Maxwell's thermodynamical relation?

তলত দিয়া কোনটো মেক্সৱেলৰ তাপগতি সম্পৰ্কীয় সম্বন্ধ সূচিত নকৰে?

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

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

(iii) $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$

(iv) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P$

(e) The average kinetic energy associated with each degree of freedom is

প্ৰতিটো স্বতন্ত্ৰমাত্ৰা গড় গতিশক্তিৰ লগত সম্পৰ্ক হ'ল

(i) $K_B T$

(ii) $2K_B T$

(iii) $\frac{1}{2}K_B T$

(iv) $\frac{1}{4}K_B T$

(f) If the temperature and pressure of a gas is doubled, the mean free path of the gas molecule
যদি এটা গেছৰ উষ্ণতা আৰু চাপ দ্বিগুণ বঢ়োৱা হয়, তেন্তে গেছীয় অণুৰ মুক্ত বিচৰণ পথ

(i) remains constant
একেই ধ্ৰুবক হ'ব

(ii) will be doubled
দ্বিগুণ হ'ব

(iii) will be tripled
ত্ৰিগুণ হ'ব

(iv) will be halved
অৰ্ধেক হ'ব

(g) Wien's displacement law is expressed by the equation
ৱাইনৰ সৰণ সূত্ৰটো কোনটো সমীকৰণে সূচায়?

(i) $\lambda_m T$ = constant
$\lambda_m T$ = ধ্ৰুবক

(ii) $\lambda_m \sqrt{T}$ = constant
$\lambda_m \sqrt{T}$ = ধ্ৰুবক

(iii) $\lambda_m T^2$ = constant
$\lambda_m T^2$ = ধ্ৰুবক

(iv) $\lambda_m T^3$ = constant
$\lambda_m T^3$ = ধ্ৰুবক

(h) The surface temperature of star is determined using
নক্ষত্ৰ এটাৰ পৃষ্ঠতলৰ উষ্ণতা উলিওৱাৰলৈ তলৰ কোনটো সূত্ৰ প্ৰয়োজনীয়?

(i) Planck's law
প্লাংকৰ সূত্ৰ

(ii) Wien's displacement law
ৱাইনৰ সৰণৰ সূত্ৰ

(iii) Rayleigh-Jeans law
ৰেলি-জিনচ্ সূত্ৰ

(iv) Stefan-Boltzmann law
স্টেফান-ব'ল্টজমেন সূত্ৰ

(i) Phase space is a
দশা ক্ষেত্ৰ হ'ল

(i) 3-dimensional space
ত্ৰিমাত্ৰিক মহাশূন্য

(ii) 4-dimensional space
চতুৰ্মাত্ৰিক মহাশূন্য

(iii) 5-dimensional space
পাঁচমাত্ৰিক মহাশূন্য

(iv) 6-dimensional space
ছয়মাত্ৰিক মহাশূন্য

(j) The particles obeying Maxwell-Boltzmann statistics are

তলত দিয়া কোনটো কণা মেক্সৱেল-ব'ল্টজমেন পৰিসংখ্যা মানি চলে?

(i) identical
সদৃশ

(ii) identical and indistinguishable
সদৃশ আৰু পাৰ্থক্যহীন

(iii) distinguishable
পাৰ্থক্যযোগ্য

(iv) photons
ফ'টন

2. Answer the following questions (any *five*) : 2×5=10

তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ দিয়া (যি কোনো পাঁচটা) :

(a) State and describe the Zeroth law of thermodynamics.

জিৰ'থৰ তাপগতি সম্পৰ্কীয় সূত্ৰটো লিখা আৰু বহলাই আলোচনা কৰা।

(b) Distinguish between Maxwell-Boltzmann and Fermi-Dirac statistics.

মেক্সৱেল-ব'ল্টজমেন আৰু ফাৰ্মি-ডিৰাকৰ পৰিসংখ্যা বিজ্ঞানৰ মাজত পৃথকীকৰণ কৰা।

(c) Define entropy and explain its physical significance.

এণ্ট্ৰ'পিৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু ইয়াৰ ভৌতিক বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কৰা।

(d) Write two fundamental assumptions of kinetic theory of gases.

গেছৰ গতিশক্তি সম্পৰ্কে দুটা প্ৰাথমিক মুখ্য ধাৰণা লিখা।

(e) Calculate the mean free path of a nitrogen gas molecule whose diameter is $3 \cdot 2 \times 10^{-10}$ m. The number of molecules per cubic meter is $2 \cdot 69 \times 10^{25}$.

নাইট্ৰ'জেন গেছৰ মুক্ত বিচৰণ পথ নিৰ্ণয় কৰা যদি ইয়াৰ ব্যাস $3 \cdot 2 \times 10^{-10}$ মিটাৰ আৰু অণুৰ সংখ্যা প্ৰতি ঘন মিটাৰত $2 \cdot 69 \times 10^{25}$ হয়।

(f) Write down the Maxwell's four famous thermodynamical relations.

মেক্সৱেলৰ চাৰিখন প্ৰসিদ্ধ তাপগতি সম্পৰ্কীয় সম্বন্ধবোৰ লিখা।

(g) What do you mean by transport phenomena? Name the transport phenomena present in gases involving momentum, energy and mass transfer.

পৰিচালন পৰিঘটনা বুলিলে কি বুজা? গেছৰ বাবে উপস্থিত ভৰবেগ, শক্তি আৰু ভৰ ৰূপান্তৰক লগ লগাই পৰিচালন পৰিঘটনাৰ নাম লিখা।

3. Answer the following questions (any *five*) : 5×5=25

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো পাঁচটা) :

(a) Derive an expression for work done during an isothermal expansion by an ideal gas. 5

এটা আদৰ্শ গেছৰ সমোষ্ণী প্ৰসাৰণৰ বাবে শক্তিৰ প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা।

(b) State and explain 2nd law of thermodynamics. 1+4=5

দ্বিতীয় তাপগতি সম্পৰ্কীয় সূত্ৰটোৰ সংজ্ঞা লিখা আৰু ব্যাখ্যা কৰা।

(c) What do you mean by thermodynamical probability? Derive the Boltzmann's entropy

$$S = K \log W$$

where, S is entropy, W is thermodynamic probability and K is Boltzmann constant. 1+4=5

তাপগতি সম্ভাৱনা সম্পৰ্কে কি জানা লিখা। ব'ল্টজমেনৰ এণ্ট্ৰ'পিৰ সূত্ৰটো প্ৰমাণ কৰা

$$S = K \log W$$

য'ত, S এণ্ট্ৰ'পি, W তাপগতি সম্ভাৱনা আৰু K ব'ল্টজমেনৰ ধ্ৰুৱক।

(Continued)

(d) What do you mean by mean free path of a gas molecule? Derive an expression for mean free path. 1+4=5

এটা গেছীয় অণুৰ বাবে মুক্ত বিচৰণ পথ বুলিলে কি বুজা? মুক্ত বিচৰণ পথ উলিওৱাৰ প্ৰকাশৰাশি বৰ্ণনা কৰা।

(e) Derive an expression for the viscosity (η) of a gas in terms of mean free path of its molecules. Show that it is independent of pressure but depends upon the temperature of the gas. 3+2=5

গেছীয় অণুৰ মুক্ত বিচৰণ পথৰ বাবে সান্দ্ৰতাৰ (η) প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা। দেখুওৱা যে এইটো চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে কিন্তু গেছৰ উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

(f) State Planck's law and obtain Wien's displacement law from it. 1+4=5

প্লাংকৰ সূত্ৰটো লিখা আৰু ৱাইনৰ সৰণৰ সূত্ৰটো ইয়াৰ পৰা উলিওৱা।

(g) Show that entropy remains constant in reversible cycle. 5

দেখুওৱা যে এণ্ট্ৰ'পি পৰাৱৰ্তনীয় চক্ৰৰ বাবে ধ্ৰুৱক।

(h) What is a perfectly blackbody? Explain graphically the distribution of energy in a blackbody spectrum at different temperatures. 1+4=5

সম্পূৰ্ণ ক'লাবস্তু কি? গ্ৰাফৰ সহায়ত ক'লাবস্তুৰ বৰ্ণালীত উৎপন্ন হোৱা শক্তিৰ বিতৰণ বেলেগ বেলেগ উষ্ণতাত বৰ্ণনা কৰা।

(Turn Over)

(i) State and prove Carnot's theorem. 1+4=5

কাৰ্ণটৰ সূত্ৰটোৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু প্ৰমাণ কৰা।

4. Answer the following questions (any *two*) : 10×2=20

তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো দুটা) :

(a) Deduce Planck's theory of blackbody radiation and show analytically how this formula is used in longer as well as shorter wavelength ranges. 8+2=10

প্লাংকৰ ক'লাবস্তুৰ বৰ্ণালীৰ সূত্ৰটো প্ৰতিপন্ন কৰা আৰু দেখুওৱা এইটো কেনেকৈ বিশ্লেষণাত্মকভাৱে চুটী আৰু দীঘল তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পৰিসৰৰ বাবে প্ৰযোজ্য হয়।

(b) Starting from four thermodynamical potentials, derive Maxwell's thermodynamical relations. 10

চাৰিখন তাপগতি বিভৱৰ পৰা আৰম্ভ কৰি মেক্সৱেলৰ তাপগতি সম্পৰ্কবোৰ প্ৰমাণ কৰি উলিওৱা।

(c) What are the basic postulates of Fermi-Dirac statistics? Derive an expression for Fermi-Dirac distribution law. 3+7=10

ফাৰ্মি-ডিৰাক পৰিসংখ্যাৰ মুখ্য উপপাদ্যসমূহ কি কি? ফাৰ্মি-ডিৰাকৰ বিতৰণৰ সূত্ৰটো নিৰ্ণয় কৰা।

(d) Write short notes on any *two* of the following : 5×2=10

তলত দিয়াবোৰৰ চমু টোকা লিখা (যি কোনো দুটা) :

(i) Clausius-Clapeyron equation

ক্লছিয়াছ-ক্লেপিৰন সমীকৰণ

(ii) Joule-Thomson effect

জুল-থমচন সূত্ৰ

(iii) Thermodynamic potential

তাপগতি বিভৱ

(iv) Work done during adiabatic process

কাৰ্যৰ ৰুদ্ধতাপীয় প্ৰক্ৰিয়া

★★★