Total No. of Printed Pages—8

3 SEM TDC GEPH (CBCS) GE 3/DSC 3

2023

(Nov/Dec)

PHYSICS

(Generic Elective / Discipline Specific Course)

Paper : GE–3 / DSC–3

(Thermal Physics and Statistical Mechanics)

Full Marks : 53

Pass Marks : 21

Time : 3 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. তলত দিয়াসমূহৰ পৰা শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা : $1\times5=5$

Choose the correct answer from the following :

(a) তাপগতি বিজ্ঞানৰ প্ৰথম সূত্ৰই প্ৰতিষ্ঠা কৰা সূত্ৰটো হ'ল

The law established by the first law of thermodynamics is

(i) শক্তিৰ সংৰক্ষণ

conservation of energy

(ii) ভৰবেগৰ সংৰক্ষণ

conservation of momentum

(iii) উষ্ণতাৰ সংৰক্ষণ
conservation of temperature

(iv) তাপ শক্তিৰ সংৰক্ষণ
conservation of heat energy

(b) পৰাৱৰ্তনীয় চক্ৰীয় পদ্ধতিত এন্ট্ৰপি S ৰ পৰিৱৰ্তনৰ ক্ষেত্ৰত

In case of a reversible cyclic process, change in entropy S is

(i) $dS = 0$

(ii) $dS > 0$

(iii) $dS < 0$

(iv) $dS > 0$ অথবা (or) $dS < 0$
আভ্যন্তৰীণ অৱস্থাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল
depending upon internal condition

(c) তলৰ কোনটো মেক্সৱেলৰ তাপগতি বিজ্ঞানৰ সম্বন্ধ নহয়?

Which of the following is not a Maxwell's thermodynamic relation?

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

(d) পৰম শূন্য উষ্ণতা Tত গেছৰ অণুৰ গড় বৰ্গমূলৰ বেগ হ'ব

The root mean square speed of gas molecule at absolute temperature T is given by

(i) $C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

(ii) $C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

(iii) $C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{kT}{m}}$

(iv) $C_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{kT}{3m}}$

(e) ফাৰ্মি আৰু বোচ কণাৰ স্পীন ক্ৰমে

The spins of fermions and bosons are respectively

(i) $\frac{1}{2}$ আৰু (and) 0 অথবা (or) 1

(ii) 1 আৰু (and) 0

(iii) $\frac{1}{2}$ আৰু (and) 0

(iv) 1 আৰু (and) $\frac{1}{2}$

2. তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া : $2 \times 6 = 12$

Answer the following questions :

(a) তাপ ইঞ্জিনৰ দক্ষতা মানে কি বুজা?

What is efficiency of a heat engine?

(b) উতলাংক বা বাষ্পীভৱন বিন্দু (100 °C) আৰু গলনাংক বা বৰফ বিন্দু (0 °C)ৰ মাজত কাৰ্য সম্পাদন কৰা কাৰ্ণট ইঞ্জিন এটাৰ দক্ষতা নিৰ্ধাৰণ কৰা।

Find the efficiency of a Carnot's engine working between the steam point (100 °C) and ice point (0 °C).

(c) তাপগতিক বিভৱকেইটা কি কি? সিহঁতৰ প্ৰকাশৰাশি-সমূহ লিখা। $1+1=2$

What are the thermodynamical potentials? Write their expressions.

(d) পৰাৱৰ্তনীয় আৰু অপৰাৱৰ্তনীয় পৰিৱৰ্তনৰ মাজৰ উদাহৰণসহ পাৰ্থক্য লিখা।

Distinguish between reversible and irreversible changes with examples.

(e) কৃষ্ণবস্তু মানে কি? কৃষ্ণবস্তুৰ বিকিৰণ মানে কি বুজা? $1+1=2$

What is blackbody? What do you mean by blackbody radiation?

(f) মেক্ৰ'ষ্টেটৰ তাপগতিক সম্ভাৱনীয়তা মানে কি বুজা? সৰ্বাধিক সম্ভাৱ্য মাইক্ৰ'ষ্টেট মানে কি? $1+1=2$

What is meant by the term thermodynamic probability of macrostate? What is most probable microstate?

3. *(a)* কাৰ্ণটৰ পৰাৱৰ্তনীয় তাপ ইঞ্জিনৰ বৰ্ণনা কৰা আৰু ইয়াৰ দক্ষতা গণনা কৰা। 6

Describe Carnot's reverse heat engine and calculate its efficiency.

(b) এন্ট্ৰপি মানে কি বুজা? তলৰ প্ৰক্ৰিয়াত এন্ট্ৰপিৰ পৰিৱৰ্তন কিদৰে হয়? 2+1+1=4

What do you mean by entropy? How does entropy change in the following processes?

(i) পৰাৱৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়া

Reversible process

(ii) অপৰাৱৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়া

Irreversible process

4. গেছৰ আপেক্ষিক তাপ কি কি? তাপগতি বিজ্ঞানৰ প্ৰথম সূত্ৰ প্ৰয়োগ কৰি এটা আদৰ্শ গেছৰ বাবে আপেক্ষিক তাপ দুবিধৰ মাজৰ সম্বন্ধ স্থাপন কৰা। 1+3=4

What are specific heats of a gas? Applying the first law of thermodynamics, obtain a relation between the two specific heat capacities of an ideal gas.

অথবা / *Or*

কাৰ্ণট ইঞ্জিন এটাৰ 1000 K আৰু 500 K মাজৰ দক্ষতা x K আৰু 1000 K (এই ক্ষেত্ৰত চিংকৰ উষ্ণতা)ৰ মাজৰ দক্ষতাৰ সমান। xৰ মান গণনা কৰা। 4

A Carnot's engine has the same efficiency between 1000 K and 500 K, and between x K and 1000 K (this being the temperature of the sink in this case). Calculate x.

5. তলৰ মেক্সৱেলৰ তাপগতিক বিষয়ক সমীকৰণ দুটা প্ৰতিষ্ঠা কৰা : 3+3=6

Derive the following two Maxwell's thermodynamical relations :

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

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

অথবা / *Or*

মেক্সৱেলৰ তাপগতিক সম্বন্ধ ব্যৱহাৰ কৰি জুল-থমছন প্ৰক্ৰিয়া ব্যাখ্যা কৰা। 6

Explain Joule-Thomson effect using Maxwell's thermodynamical relations.

6. মেক্সৱেলৰ বেগ বন্টনৰ সূত্ৰটো লিখা। শক্তিৰ সমবন্টনৰ সূত্ৰটো ব্যাখ্যা কৰা। 2+4=6

State Maxwell's law of distribution of velocities. Explain the law of equipartition of energy.

অথবা / *Or*

শক্তিৰ সমবন্টনৰ দ্বাৰা দেখুওৱা যে একপৰমাণুৰ গেছ আৰু দ্বিপৰমাণুৰ গেছৰ আপেক্ষিক তাপৰ অনুপাত ক্ৰমে 1·67 আৰু 1·40. 3+3=6

By equipartition of energy, show that the ratio of two specific heats for monatomic gas and diatomic gas are 1·67 and 1·40 respectively.

7. দেখুওৱা যে প্লাংকৰ সূত্ৰই ৱাইনৰ সূত্ৰ আৰু ৰেইলী-জীন্‌ছৰ সূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰিব পাৰে। 3

Show that Plank's law of radiation can explain Wien's law and Rayleigh-Jeans law.

8. ব'ল্টজমেনৰ এন্ট্ৰপিৰ সম্বন্ধ $S = k \log z$ প্ৰতিষ্ঠা কৰা, য'ত S হ'ল এন্ট্ৰপি, W হ'ল তাপগতিক সম্ভাৱনীয়তা আৰু k হ'ল ব'ল্টজমেনৰ ধ্ৰুৱক।

মেক্সৱেল-ব'ল্টজমেন, বোচ-আইনষ্টাইন আৰু ফাৰ্মি-ডিৰাক সাংখ্যিকীয় বিজ্ঞানৰ পাৰ্থক্য আলোচনা কৰা। 4+3=7

Deduce Boltzmann's entropy relation $S = k \log z$, where S is entropy, W is thermodynamic probability and k is the Boltzmann constant.

Distinguish between Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics.

অথবা / Or

ফ'টন গেছ কি? বোচ-আইনষ্টাইনৰ শক্তিবন্টন সূত্রৰ পৰা আৰম্ভ কৰি কৃষ্ণবস্তুৰ বিকিৰণৰ প্লাংকৰ সূত্র প্রতিষ্ঠা কৰা। 1+6=7

What is photon gas? Starting from Bose-Einstein energy distribution law, derive Planck's law of blackbody radiation.

★★★