



বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয়
VIDYASAGAR UNIVERSITY
Question Paper

B.Sc. General Examinations 2021

(Under CBCS Pattern)

Semester - III

Subject : PHYSICS

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

Full Marks : 60 (Theory - 40 + Practical - 20)

Time : 3 Hours

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

The figures in the margin indicate full marks.

[THERMAL PHYSICS AND STATISTICAL MECHANICS]

(Theory)

Group - A

Answer any *three* of the following questions :

12×3=36

1. (a) Prove that $C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$

and from this equation prove that $C_p - C_v = R$ for ideal gas.

- (b) Prove that the slope of adiabatic process is more than slope of isothermal process.
- (c) Calculate the work done when a gram molecule of an ideal gas expands isothermally at 27°C to double of its original volume. Take $R = 8.3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$.
- (d) State 1st law of Thermodynamics. Starting from this law, derive the relation between pressure and volume of an ideal gas in an adiabatic process.

3+2+2+(2+3)

2. (a) A Carnot engine operates between 227°C and 127°C. It absorbs 6×10^4 cal of Heat at higher temperature. How much work per cycle is this engine capable of doing? What is the efficiency of this engine.

(b) Define the coefficient of performance of a refrigerator.

(c) Prove that for an irreversible change, net change in entropy will be positive.

(d) A mass m of water at temperature T_1 is isobarically and adiabatically mixed with an equal mass m of water at T_2 . Show that the entropy change of the Universe is

$$2mc_p \ln \frac{T_1 + T_2}{2\sqrt{T_1 T_2}}. \quad (2+2)+2+3+3$$

3. (a) Prove that $Tds = C_p dT - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP$.

(b) Calculate the latent heat of ice, given that change of pressure by one atmosphere changes the melting point of ice by 0.0074°C and when one gm of ice melts its volume changes by 0.0907 CC.

(c) For Vanderwaals gas calculate $C_p - C_v$.

(d) Show that Joule Thomson effect is an isenthalpic process.

3+3+4+2

4. (a) Find energy distribution law from Maxwell's speed distribution law.

(b) Calculate the ratio of $V_{\text{r.m.s}}$, V_{average} and $V_{\text{most probable}}$.

(c) Calculate the mean free path of Argon at 25°C and 1 atm. Given $\sigma = 2.56 \text{ \AA}^2$ and $K = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg/Kelvin}$.

(d) Define degrees of freedom of a system. State the classical equipartition theorem.

3+2+3+(2+2)

5. (a) Derive Planck's law of radiation. Explain Wien's law and Rayleigh-Jeans law from Planck's law.

(b) Prove Newton's law of cooling from Stefan Boltzman law.

(c) A body cools down from 60°C to 50°C in 10 minutes. If room temperature is 25°C and if Newton's law of cooling is applicable, then what will be the temperature of the body in next 10 minutes? (4+3)+2+3

6. (a) Write down the main assumptions of Fermi-Dirac Statistics.

(b) What do you mean by Fermi energy?

(c) 3 distinguishable particles distributed in two cells. Write down no. of macrostates and no. of microstates.

(d) Show the phase diagram of a linear harmonic oscillator.

(e) How two spin half particles can be distributed in three energy levels?

2+2+3+3+2

Group - B

Answer any *two* of the following questions :

2×2=4

7. What is inversion temperature?

8. Prove that $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$, where the symbols have usual meanings.

9. Show that for Isothermal-Isobaric process Gibbs free energy is constant.

10. Write down the difference between Joule-Thompson Expansion and adiabatic expansion.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

নীচের যেকোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

১২×৩=৩৬

১। (ক) প্রমাণ করো $C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$

এই সমীকরণটি ব্যবহার করে প্রমাণ করো $C_p - C_v = R$ (আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে)।

(খ) প্রমাণ করো রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার লেখচিত্রের নতি সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার লেখচিত্রের নতি অপেক্ষা বেশি হয়।

(গ) এক গ্রাম অণু আদর্শ গ্যাসের আয়তন 27°C উষ্ণতায় সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার দ্বিগুণ করা হল কৃতকার্য নির্ণয় করো। (ধর $R=8.3\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$)

(ঘ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো। এই সূত্র থেকে আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ৩+২+২+(২+৩)

২। (ক) একটি কার্নো ইঞ্জিন 227°C ও 127°C উষ্ণতার মধ্যে ক্রিয়াশীল। উচ্চ উষ্ণতায় এটি 6×10^4 Cal তাপ শোষণ করে, প্রতি একক আবর্তনে ইঞ্জিনটি কত কার্য করতে সক্ষম? ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।

(খ) রেফ্রিজারেটরের ক্রিয়াগুণাঙ্ক বলতে কি বোঝ?

(গ) প্রমাণ করো অপ্রত্যাবর্তক চক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন ধনাত্মক।

(ঘ) T_1 উষ্ণতার m ভরের জলের সঙ্গে T_2 উষ্ণতার m ভরের জল সমচাপীয় ও রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়

মেশানো হল প্রমাণ করো মহাবিশ্বের এনট্রপির পরিবর্তন হল— $2mc_p \ln \frac{T_1 + T_2}{2\sqrt{T_1 T_2}}$

৩। (ক) প্রমাণ করো $Tds = C_p dT - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dP$

(খ) বরফের লীনতাপ নির্ণয় করো। যখন 1 অ্যাটমোসফিয়ার চাপের পরিবর্তনে বরফের গলনাক্ষের পরিবর্তন হয় 0.0074°C এবং এক গ্রাম বরফ গলনে আয়তনের পরিবর্তন হয় 0.0907 CC ।

(গ) ভ্যান-ডার ওয়ালস্ গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_p - C_v$ নির্ণয় করো।

(ঘ) দেখাও জুল টমসন প্রসারণ হল সম-এনথ্যালপির প্রক্রিয়া।

৩+৩+৪+২

৪। (ক) ম্যাক্সওয়েলের বেগ বন্টন সূত্র থেকে শক্তি বন্টন সূত্রটি নির্ণয় করো।

(খ) r.m.s গতিবেগ, গড় গতিবেগ ও সর্বাধিক সম্ভাব্য গতিবেগের অনুপাত নির্ণয় করো।

(গ) 25°C উষ্ণতায় ও 1 atm চাপে আর্গন গ্যাসের গড় মুক্ত পথ নির্ণয় করো। ($\sigma = 2.56 \text{ \AA}$ and $K = 1.38 \times 10^{-16}$ আর্গ/কেলভিন)

(ঘ) সংস্থার স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কি বোঝ? শক্তির সমবিভাজন নীতিটি লেখো। ৩+২+৩+(২+২)

৫। (ক) প্ল্যাঙ্কের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো। প্ল্যাঙ্কের সূত্র থেকে ভিন ও র্যাল-জিনসের বন্টন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(খ) স্টিফান বোলজম্যান সূত্র থেকে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(গ) একটি বস্তু 10 মিনিটে 60°C থেকে 50°C পর্যন্ত শীতল হয়। যদি ঘরের উষ্ণতা 25°C হয় এবং নিউটনের শীতলীকরণের সূত্র এক্ষেত্রে প্রযোজ্য হয়, তবে পরবর্তী 10 মিনিটে ওই বস্তুর উষ্ণতা কত হবে? (৪+৩)+২+৩

৬। (ক) ফার্মি-ডিরাক পরিসংখ্যানের প্রধান স্বীকার্যগুলি লেখো।

(খ) ফার্মি শক্তিস্তরের বলতে কি বোঝ?

(গ) তিনটি বিভেদ্য কণাকে দুটি দশা কোশে বণ্টিত করলে কতগুলি ম্যাক্রো এবং মাইক্রো অবস্থা পাওয়া যাবে?

(ঘ) একমাত্রিক রৈখিক সমঞ্জস কম্পকের দশাপথের সমীকরণ ও প্রকৃতি নির্ণয় করো।

(ঙ) দুটি $\frac{1}{2}$ স্পিন কণাকে তিনটি শক্তিস্তরে কিভাবে বিন্যস্ত করা যাবে?

২+২+৩+৩+২

বিভাগ-খ

নীচের যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×২=৪

৭। উৎক্রম তাপমাত্রা বলতে কি বোঝ?

- ৮। প্রমাণ করো $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$ (প্রত্যেক চিহ্ন নির্দিষ্ট আক্ষরিক অর্থ বহন করে)।
- ৯। দেখাও যে সমোষ্ণ-সমচাপীয় প্রক্রিয়ায় গিবসের মুক্তশক্তি ধ্রুবক।
- ১০। জুল-টমসন প্রসারণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের পার্থক্য লেখো।

(Practical)

Group - A

1. Answer any **one** of the following questions : 20×1=20
- (i) Determine Stefan's constant with necessary theory and graph. 20
- (ii) Determine temperature coefficient of resistance by platinum resistance thermometer with necessary theory. 20
- (iii) Determine the Coefficient of thermal conductivity of copper by Searle's apparatus with necessary theory. 20

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

- ১। নীচের যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও : ২০×১=২০
- (ক) প্রয়োজনীয় মূলতত্ত্ব ও লেখচিত্র সহিত স্টিফানের ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো। ২০
- (খ) প্রয়োজনীয় মূলতত্ত্ব সহযোগে প্লাটিনামরোধ থার্মোমিটারের সাহায্যে রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। ২০
- (গ) প্রয়োজনীয় মূলতত্ত্ব সহযোগে তামার তাপ পরিবাহিতাঙ্ক সার্লে পদ্ধতিতে নির্ণয় করো। ২০
-

