

2024

PHYSICS — MINOR

Paper : MN-2

(Basic Physics - II)

Full Marks : 75

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

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৩×৫

- (ক) তাপগতিবিদ্যার আদি সূত্রটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো।
- (খ) আদর্শ গ্যাসের জন্য রুদ্ধতাপ রেখা সমোষ্ণ রেখা অপেক্ষা খাড়া কেন?
- (গ) একটি কার্নো-ইঞ্জিনের দক্ষতা 50%। উৎসের তাপমাত্রা 600 K হলে তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা কত হওয়া উচিত?
- (ঘ) গ্যাসের তাপগতিতত্ত্বের অঙ্গীকারগুলি লেখো।
- (ঙ) লরেঞ্জ বল কী?
- (চ) একটি ধারককে আহিত করতে শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।
- (ছ) বায়ো-স্যাভার্টের নীতি কী? এই নীতির ভেক্টর রূপটি লেখো।
- (জ) সমবিভব (Equipotential) পৃষ্ঠ বলতে কী বোঝো? এই পৃষ্ঠের উপর যে-কোনো বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্রের অভিমুখ কী হবে?

প্রত্যেক বিভাগ থেকে একটি করে প্রশ্ন নিয়ে মোট পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

বিভাগ - ক

- ২। (ক) স্থির তড়িৎের ক্ষেত্রে গাউসের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।
- (খ) গাউসের সূত্রের সমাকল রূপ থেকে অবকল রূপটি নির্ণয় করো।
- (গ) গাউসের সূত্র প্রয়োগ করে সুসমভাবে আহিত একটি অসীম রেখার জন্য তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো।
- (ঘ) সংরক্ষী তড়িৎক্ষেত্রের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো। নিম্নলিখিত তড়িৎক্ষেত্রটি সংরক্ষী কিনা নির্ণয় করো :

$$\vec{E} = K (-\hat{i}y + \hat{j}x) \text{।}$$

২+২+৪+(২+২)

Please Turn Over

- ৩। (ক) \vec{p} ভ্রামক বিশিষ্ট একটি তড়িৎ দিমেরুর জন্য যে-কোনো (r, θ) বিন্দুতে তড়িৎবিভব ও ক্ষেত্রপ্রাবল্যের রাশিমালা নির্ণয় করো।
 (খ) একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো। ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল 'A' ও পাতদুটির দূরত্ব 'd' এবং ধারকটি শূন্য মাধ্যমে রাখা।
 (গ) $2\mu\text{C}$ -এর একটি তড়িৎদাধান $(4\hat{i} + 4\hat{j}) \times 10^6 \text{ m/s}$ বেগে 5 টেসলা মানযুক্ত Z-অভিমুখে ত্রিযাশীল চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে গতিশীল। আধানটির উপর ত্রিযাশীল বলের মান নির্ণয় করো। (২+৩)+৩+৪
- ৪। (ক) অ্যাম্পিয়ারের সার্কিটাল সূত্রটি বিবৃত করো।
 (খ) অ্যাম্পিয়ারের সূত্রের সমাকলীয় আকার ব্যবহার করে একটি সরলরৈখিক অসীম পরিবাহী তারের মধ্যে I তড়িৎপ্রবাহের জন্য r দূরত্বে চৌম্বকীয় ক্ষেত্র নির্ণয় করো।
 (গ) একটি চৌম্বকীয় দিমেরু-কে একটি সুযম চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে রাখলে তার উপর প্রযুক্ত বল ও টর্ক নির্ণয় করো। ২+৪+(২+৪)

বিভাগ - খ

- ৫। (ক) ম্যাক্সওয়েলের আণবিক বেগ বণ্টন সূত্রটি লেখো। দুটি তাপমাত্রা T_1 ও T_2 ($T_1 > T_2$)-র জন্য বেগ বণ্টনের লেখচিত্রটি অঙ্কন করো।
 (খ) গ্যাসের অণুগুলির গড়বেগ ও মূল গড় বর্গবেগ বলতে কী বোঝো?
 (গ) সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাসের প্রসারণের ক্ষেত্রে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। (২+২)+৩+(২+৩)
- ৬। (ক) দেখাও যে, $C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left[\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right]$
 এক গ্রাম-মোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে এর মান নির্ণয় করো।
 (খ) এক গ্রাম-মোল ভ্যানডার ওয়াল গ্যাসের ক্ষেত্রে সমোষ্ণ পদ্ধতিতে আয়তন V_1 থেকে V_2 করতে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো।
 (গ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের তাৎপর্য কী? (৪+২)+৪+২
- ৭। (ক) রেফ্রিজারেটর কাকে বলে? এর ক্রিয়া গুণাক্ষের রাশিমালাটি লেখো।
 (খ) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের কেলভিন-প্ল্যাঙ্ক এবং ক্লাউসিয়াসের বিবৃতি দুটি লেখো।
 (গ) কার্নোর উপপাদ্যটি বিবৃত করো। একটি কার্নো ইঞ্জিনে তাপগ্রাহকের উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে কর্ম দক্ষতার কীরকম পরিবর্তন হবে? (২+২)+(২+২)+(২+২)
- ৮। (ক) প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার সংজ্ঞা লেখো। প্রক্রিয়া দুটির একটি করে উদাহরণ দাও।
 (খ) 291 K তাপমাত্রার 1 kg জলকে 300 K তাপমাত্রার 2 kg জলের সঙ্গে মিশ্রিত করা হলে, এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো। জলের আপেক্ষিক তাপ $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ।
 (গ) কার্নো সাইকেলের টেম্পারেচার-এনট্রপি ($T-S$) চিত্র আঁকো। এই $T-S$ চিত্র থেকে সাইকেলের কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩+৪+(২+৩)

৯। (ক) ক্লসিয়াসের অসমতা বিবৃত করো।

(খ) দেখাও যে অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিশ্বের এনট্রপির মান বৃদ্ধি পায়।

(গ) 15°C উষ্ণতায় 50 gm জলের সহিত 40°C উষ্ণতার 80 gm জলের মিশ্রণ করা হল। এতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? জলের আপেক্ষিক তাপ = 1.0 cal/gm.

(ঘ) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্র বিবৃত করো।

২+৪+৪+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer **any five** questions :

3×5

- Write down the zeroth law of thermodynamics and explain.
- For an ideal gas Adiabatics are steeper than isothermals. — Explain.
- The efficiency of a Carnot engine is 50%. What should be the temperature of the sink if the temperature of the source is 600 K?
- Write down the assumptions in Kinetic theory of gas.
- What is Lorentz force?
- Find out the energy required to charge a capacitor.
- What is Biot-Savart's law? Write the vector form of the law.
- What do you mean by an equipotential surface? What is the direction of the electric field at any point on such a surface?

Answer **five** questions taking at least **one** from **each Group**.

Group - A

- State Gauss' law in electrostatics.
 - Obtain the differential form of Gauss' law from its integral form.
 - Apply Gauss' law to find the electric field due to an infinite line charge having uniform line charge density.
 - Write down the characteristics of a conservative electrostatic field. Determine if the following is conservative field or not :

$$\vec{E} = K (-\hat{i}y + \hat{j}x).$$

2+2+4+(2+2)

Please Turn Over

3. (a) Obtain the expression for the electric potential and field at any point (r, θ) due to an electric dipole of moment \vec{p} .
 (b) Find the capacitance of a parallel plate capacitor with plate area ' A ' and plate separation ' d ' placed in vacuum.
 (c) A particle of charge $2\mu C$ is moving with a velocity of $(4\hat{i} + 4\hat{j}) \times 10^6 \text{ m/s}$ in a region where magnetic field of 5 Tesla is acting in the positive Z-direction. Find the force acting on the charged particle. (2+3)+3+4
4. (a) State the Ampere's Circuital law.
 (b) Using the integral form of Ampere's law, calculate the magnetic field at a distance r from an infinite straight conducting wire carrying a current I .
 (c) Find the expression of the force and torque exerted on a magnetic dipole placed in a uniform magnetic field. 2+4+(2+4)

Group - B

5. (a) Write down the Maxwell's molecular velocity distribution law. Draw the graph of the distribution of velocity for two temperatures T_1 and T_2 ($T_1 > T_2$).
 (b) What do you mean by average speed and root mean square speed of gas molecules?
 (c) Determine the amount of work done in the isothermal and adiabatic expansions of an ideal gas. (2+2)+3+(2+3)
6. (a) Show that $C_p - C_v = \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \left[\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right]$.
 Find its value for a gm-mole of an ideal gas.
 (b) Calculate the work done in an isothermal change from volume V_1 to V_2 for a gm-mole of Van der Waals' gas.
 (c) What is the significance of the first law of thermodynamics? (4+2)+4+2
7. (a) What is refrigerator? Determine the coefficient of performance of a refrigerator.
 (b) Write the Kelvin-Planck and Clausius statements for the second law of thermodynamics.
 (c) State Carnot's theorem. How will the efficiency change if the temperature of heat sink is increased? (2+2)+(2+2)+(2+2)
8. (a) Define reversible and irreversible processes. Give an example of each process.
 (b) Calculate the change in entropy when 1 kg of water at 291 K is mixed with 2 kg of water at 300 K. Take specific heat capacity of water as $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
 (c) Draw the Temperature-Entropy (T-S) diagram for the Carnot cycle. From the T-S diagram derive the work done in the cycle. 3+4+(2+3)

9. (a) State Clausius' inequality.
(b) Show that entropy of the universe increases during irreversible processes.
(c) If 50 gm of water at 15°C is mixed with 80 gm of water at 40°C , what will be the change in entropy? Specific heat of water = 1.0 cal/gm .
(d) State third law of thermodynamics.

2+4+4+2