

FYUGP/3rd Sem/25(NEP)New

2025

Four Year Under Graduate Programme (FYUGP)

3rd Semester Examination (Under NEP)

(New Session 2024-25)

PHYSICS (Minor)

Paper Code : PHSMN MN-301

(Thermal Physics)

Full Marks : 30

Time : Two Hours

The figures in the margin indicate full marks.

Candidates are required to give their answers

in their own words as far as practicable.

1. Answer any six questions : $1 \times 6 = 6$

(a) Define the mean free path of a gas molecule.

(b) What is meant by most probable velocity?

(c) State the Zeroth Law of Thermodynamics.

(d) Write the mathematical expression of Carnot efficiency.

(e) What is meant by a reversible process?

(f) What is the critical temperature of a real gas?

P.T.O.

(2)

(g) State Stefan-Boltzmann law.

(h) What is meant by entropy?

2. Answer any *three* questions : 3×3=9

(a) Using 1st law of thermodynamics, derive the relation $C_p - C_v = R$, where the symbols have their usual meaning.

(b) Using Stefan's law, derive Newton's law of cooling.

(c) Show that for a perfect gas during an adiabatic process, $PV^\gamma = \text{constant}$, Symbols are usual.

(d) Show that $TdS = C_v dT + T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dV$.

(e) A certain black body with a surface area of $2.5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ has a constant temperature of 1050°K . Calculate the total power radiated by the black body. Stefan's constant

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}.$$

3. Answer any *three* questions : 5×3=15

(a) With reference to the PV diagram, describe the operation of a Carnot engine with an ideal gas as a working substance, and find the efficiency.

(b) Define inversion temperature. Find the expression of the Joule-Thomson coefficient for an Ideal gas.

1+4

- (c) A Carnot engine whose low-temperature reservoir is kept at 27°C has an efficiency of 40%. It is desired to increase the efficiency to 65%. By how many degrees Celsius should the temperature of the hot reservoir be increased?

Write down Maxwell's law of distribution of molecular velocities. Indicate graphically how the distribution changes with the rise of temperature. 3+2

- (d) Show that Wien's formula and Rayleigh-Jeans formula are particular cases of Planck's formula. $2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$

- (e) One mole of an ideal gas is taken through a cyclic process consisting of two isothermal and two adiabatic processes. If the temperatures of the hot and cold reservoirs are 500 K and 300 K respectively, calculate the efficiency of the engine.

বঙ্গানুবাদ

১। যে-কোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও : $১ \times ৬ = ৬$

(ক) গ্যাস অণুর গড় মুক্ত পথ কাকে বলে?

(খ) সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ বলতে কী বোঝায়?

(গ) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি বিবৃত করো।

P.T.O.

- (ঘ) কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতার গাণিতিক প্রকাশ লেখো।
 (ঙ) প্রত্যাবর্তনযোগ্য প্রক্রিয়া কাকে বলে?
 (চ) বাস্তব গ্যাসের সমালোচনামূলক তাপমাত্রা কাকে বলে?
 (ছ) স্টিফান-বোল্টজম্যান সূত্রটি বিবৃত করো।
 (জ) এনট্রপি বলতে কী বোঝায়?

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৩×৩=৯

- (ক) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র ব্যবহার করে

$$C_p - C_v = R$$

সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো, যেখানে প্রতীকগুলির প্রচলিত অর্থ গ্রহণ করতে হবে।

- (খ) স্টিফানের সূত্র ব্যবহার করে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্র প্রতিষ্ঠা করো।

- (গ) একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে উষ্ণতাবিচ্ছিন্ন প্রক্রিয়ায়

$$PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$$

— এটি প্রতিষ্ঠা করো। প্রতীকগুলির প্রচলিত অর্থ গ্রহণ করতে হবে।

- (ঘ) প্রমাণ করো যে, $TdS = C_v dT + T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dV$.

- (ঙ) $2.5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি কালো বস্তুর তাপমাত্রা ধ্রুবক এবং মান 1050 K । কালো বস্তুটি প্রতি সেকেন্ডে মোট কত শক্তি বিকিরণ করে তা নির্ণয় করো।
স্টিফানের ধ্রুবক,

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}.$$

৩। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৫×৩=১৫

- (ক) PV চিত্রের সাহায্যে কর্মরত পদার্থ হিসেবে আদর্শ গ্যাস ব্যবহার করে একটি কার্নো ইঞ্জিনের সম্পূর্ণ কার্যপ্রণালী বর্ণনা করো এবং ইঞ্জিনটির দক্ষতার রাশি নির্ণয় করো।

- (খ) ইনভার্সন তাপমাত্রা কাকে বলে সংজ্ঞা দাও। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে জুল-থমসন সহগের গাণিতিক রাশি নির্ণয় করো।

১+৪

- (গ) একটি কার্নো ইঞ্জিনের নিম্ন-তাপমাত্রার ভাণ্ডারের তাপমাত্রা 27°C এবং ইঞ্জিনটির দক্ষতা 40%। যদি দক্ষতাকে 65%-এ উন্নীত করতে হয়, তবে উষ্ণ-তাপমাত্রার ভাণ্ডারের তাপমাত্রা কত ডিগ্রি সেলসিয়াস বৃদ্ধি করতে হবে তা নির্ণয় করো।

অণুর গতিবেগের ক্ষেত্রে ম্যাক্সওয়েলের বণ্টন সূত্রটি লেখো এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে বণ্টন বক্ররেখার পরিবর্তন গ্রাফের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

৩+২

- (ঘ) প্ল্যাঙ্কের বিকিরণ সূত্রের বিশেষ ক্ষেত্রে উইনের সূত্র এবং রেলি-জিঙ্গের সূত্র পাওয়া যায় — তা গাণিতিকভাবে প্রমাণ করো।

২½+২½

P.T.O.

(ঙ) এক মোল আদর্শ গ্যাসকে দু'টি সমতাপীয় ও দু'টি অ্যাডিয়াব্যাটিক প্রক্রিয়ার সমন্বয়ে গঠিত একটি চক্রাকার প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে নেওয়া হয়। উষ্ণ ও শীতল তাপাধারের তাপমাত্রা যথাক্রমে 500 K এবং 300 K হলে ইঞ্জিনটির দক্ষতা নির্ণয় করো।

5. $2 \times 2 \times 2$

। हाक दोनो गोर बलीगार मारक मारक-बुड् बुरा

 $8 + 6$

ଆରମ୍ଭର ବ୍ୟାପାର ଆରମ୍ଭର ମଧ୍ୟ ବ୍ୟାପାର ଦିନର ଗଣନା (୩)

一、

2-3

Figure 1. The effect of the concentration of the *Agaricus bisporus* spores on the growth of *Agaricus bisporus* on the substrate.