

University of Calcutta
Vidyasagar College for Women
Internal Evaluation, 2020
Part-I(General)

Total time: 2 hours

Paper-IA [FM:25]
Answer all questions

1. a) If the number of degrees of freedom per molecule of a perfect gas be f , show that $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$, where $\gamma = \left(\frac{c_p}{c_v} \right)$ is the ratio of the specific heats of the gas at constant pressure and at constant volume.

b) State and explain van der Waals' equation for real gas. (3+2)

১) ক) কোন আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতা মাত্রা f হলে দেখাও যে, $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$, যেখানে $\gamma = \left(\frac{c_p}{c_v} \right)$ স্থির চাপে ও স্থির আয়তনে গ্যাসটির আপেক্ষিক তাপের অনুপাত।

খ) বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে ভ্যান-ডার-ওয়াল-এর সমীকরণটি লেখ এবং ব্যাখ্যা কর। (৩+২)

2. Fourier equation for one dimensional heat flow is given by $\frac{\partial \theta_e}{\partial t} = h \frac{\partial^2 \theta_e}{\partial x^2} - \mu \theta_e$, where symbols carry their usual meanings. Find the excess temperature over surrounding (θ_e) in steady state at any point of a long rod whose one end ($x=0$) is maintained at a constant temperature (θ_0). Draw $\theta_e(x)$ versus x graph. 5

২) এক মাত্রিক দেশে তাপ প্রবাহের ফুরিয়া-র সমীকরণটি হল

$$\frac{\partial \theta_e}{\partial t} = h \frac{\partial^2 \theta_e}{\partial x^2} - \mu \theta_e$$

, চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে। একটি দীর্ঘ দণ্ডের একপ্রান্ত ($x=0$) -এর তাপমাত্রা সর্বদা θ_0 । স্থির অবস্থায় দণ্ডের যে কোন বিন্দুতে পারিপার্শ্বিক সাপেক্ষে অতিরিক্ত তাপমাত্রা (θ_e) নির্ণয় কর। x এর সাপেক্ষে $\theta_e(x)$ -এর লেখচিত্র অঙ্কন কর। ৫

3. a) Show that a force field given by $F = (y^2 z^3 - 6xz^2)\hat{i} + 2xyz^3\hat{j} + (3xy^2 z^2 - 6x^2 z)\hat{k}$ is a conservative force field. Hence derive the corresponding scalar potential. 1+1

ক) দেখাও যে $F = (y^2 z^3 - 6xz^2)\hat{i} + 2xyz^3\hat{j} + (3xy^2 z^2 - 6x^2 z)\hat{k}$ বলক্ষেত্রটি সংরক্ষী। ইহা হইতে সংশ্লিষ্ট স্কেলার বিভব নির্ণয় কর। ১+১

b) Prove that the sum of kinetic and potential energy of a particle moving in a conservative force field is always a constant. 1

খ) কোন সংরক্ষী বলক্ষেত্রে চলমান বস্তুর গতি এবং স্থিতি শক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুবক—প্রমাণ কর। ১

c) What is a geo-stationary satellite? What do you mean by escape velocity? 1

গ) ভূসমলয় উপগ্রহ কি? মুক্তি বেগ বলিতে কি বোঝ? ১

d) State and prove the work-energy principle. 1

ঘ) কার্য-শক্তি নীতিটি বিবৃত কর এবং প্রমাণ কর। ১

4. a) Show that the motion of a particle inside the tunnel bored across the diameter of the earth is SHM. Hence calculate the time period of oscillation of the particle. 2+1

ক) দেখাও যে কোন বস্তুকে পৃথিবীর ব্যাস বরাবর সুড়ঙ্গ-এর মধ্যে ছাড়িয়া দিলে বস্তুটি সরলদোলগতি সম্পন্ন করে।
ইহা হইতে বস্তুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ২+১

b) Show how the gravitational potential and intensity due to a thin uniform spherical shell vary with the distance from its center. 1+1

খ) একটি পাতলা সুষম গোলীয় খোলকের কেন্দ্র হইতে দূরত্ব এর সহিত মহাকর্ষীয় বিভব এবং প্রাবল্য কিভাবে নির্ভর করে—দেখাও। ১+১

5. (a) 5 moles of an ideal gas undergoes an isothermal expansion at 0° C, from an initial volume of 11 litre to a final volume of 55 litre. Calculate the work done by the gas in terms of R, the universal gas constant. 2

৫ মোল আদর্শ গ্যাসের সমোষ্ণ প্রসারণ হল, যাহার ফলে উহার আয়তন ১১ লিটার হইতে ৫৫ লিটার হইয়া গেল।
গ্যাস দ্বারা কৃত কার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। [দেওয়া আছে : গ্যাসের উষ্ণতা হল শূন্য ডিগ্রি সেলসিয়াস] ২

(b) 2 Kg of water is heated from 0° C to 100° C. Calculate the change in entropy of the water. 2

২ কিলোগ্রাম জলকে উত্তপ্ত করা হল, যাহার ফলে উহার তাপমাত্রা শূন্য ডিগ্রি সেলসিয়াস হইতে একশো ডিগ্রি সেলসিয়াস হইয়া গেল।
জলের এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো। ২

(c) A black body at a temperature of 0° C is found to emit radiation at the maximum intensity at an wavelength of $1.06 \times 10^{-3} \text{ cm}$. If the black body is now heated to 500° C, at which wavelength will it emit radiation at the maximum intensity? 1

শূন্য ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রার একটি কৃষ্ণ-বস্তু হইতে নির্গত বিকিরণের তীব্রতা সবচেয়ে বেশী $1.06 \times 10^{-3} \text{ cm}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যে।
কৃষ্ণ-বস্তুটিকে যদি উত্তপ্ত করে উহার তাপমাত্রা পাঁচশো ডিগ্রি সেলসিয়াস করা হয়, তখন কোন তরঙ্গদৈর্ঘ্যে উহার বিকিরণের তীব্রতা সর্বাধিক হইবে? ১

Paper-IB [FM:25]
Answer all questions

1.(a) What is Fermat's principle?

ফরমাতের নীতি কি?

(b) Starting with relation $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R}$, Prove that $(f_1/n_1) + (f_2/n_2) = 0$, where f_1 is the first principal focal length & f_2 is the second principal focal length of a spherical surface.

$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R}$ হইতে শুরু করিয়া দেখাও যে $(f_1/n_1) + (f_2/n_2) = 0$, যদি f_1 মূখ্য এবং f_2 গৌন ফোকাস হয় একটি বক্রতলের।

1+4

2.(a) Show that to form the achromatic combination of two lenses in contact of different materials the following condition

$\frac{\omega_1}{R_1} + \frac{\omega_2}{R_2} = 0$ is to be satisfied.

দেখাও যে দুটি ভিন্ন পদার্থের সমবায় সংযুক্ত লেন্সের অবারণতার শর্ত পালিত হয় যখন $\frac{\omega_1}{R_1} + \frac{\omega_2}{R_2} = 0$.

(b) How deviation without dispersion can be achieved with the help of two prisms?

দুটি প্রিজম সমবায়ের অবারণতার শর্ত বলিতে কি বুঝ। কিভাবে প্রিজম দুটি বিচছুরণহীন বিচ্যুতি গঠন করবে।

2+3

3. a) Define surface tension and surface energy of a liquid.

b) Calculate the amount of energy needed to break a drop of mercury of 2 mm diameter

into 8 droplets of equal size, taking surface energy of mercury as 0.465 J/m^2 (3+2)

ক) কোন তরলের পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির সংজ্ঞা দাও।

খ) 2 মিমি ব্যাসের একটি পারদের ফোঁটকে ভেঙ্গে সমান 8 টি ক্ষুদ্র ফোঁটতে পরিণত করতে কত শক্তির প্রয়োজন

হবে হিসাব কর। দেওয়া আছে, পারদের পৃষ্ঠশক্তি 0.465 J/m^2 ।

(৩+২)

4. a) The equation of a progressive wave is given by $y = 6 \sin(500\pi t - \pi x/70)$ cm. what are the frequency and wave length of the wave?

b) If $3f + 12x = 0$ be the equation of motion of a particle oscillating simple harmonically, find its time-period; f and x representing the acceleration and displacement of the particle respectively.

c) Displacement of any particle at an instant t is given by $x = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t)$. Show that the particle oscillates simple harmonically and also find the amplitude of oscillation.

1+2+2

ক) একটি চলতরঙ্গের সমীকরণ $y = 6 \sin(500\pi t - \pi x/70)$ cm. ইহার কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

খ) একটি কণার সরলদোলগতির সমীকরণ $3f + 12x = 0$ হইলে, ঐ গতির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। f এবং x যথাক্রমে কণাটির স্থরণ এবং সরণ নির্দেশ করে।

গ) কোন কণার t সময়ে সরণ $x = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t)$. দেখাও যে কণাটি সরল দোল গতিতে কম্পিত হচ্ছে। কম্পনের বিস্তার নির্ণয় কর। ১+২+২

5. What is Lissajous figure? The equation of two S.H.Ms are $x = 1.00 \times 10^{-2} \sin(\omega t)$ m and $y = 1.732 \times 10^{-2} \sin(\omega t)$ m. These two S.H.Ms are acting simultaneously on a particle. Find the amplitude of the resultant motion and its inclination to the x-axis. 1+4

লিসাজাস ফিগার কি? দুটি সরল দোলগতির সমীকরণ যথাক্রমে $x = 1.00 \times 10^{-2} \sin(\omega t)$ মিটার এবং $y = 1.732 \times 10^{-2} \sin(\omega t)$ মিটার। একটি কণার উপর এই দুটি দোলগতি যুগপৎ ক্রিয়াশীল। লঙ্কিতগতির বিস্তার ও x-অক্ষের সঙ্গে এর নতিকোণ নির্ণয় কর। ১+৪