2026

PHYSICS — MINOR

Paper : MN-3

(Waves and Optics)

Full Marks : 75

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ৩×৫

(ক) কোনও গতিশীল কণার সরণ যে-কোনো সময় t-তে $y = (A \sin \omega t + B \cos \omega t)$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশিত হলে, প্রমাণ করো ঐ গতি সরল দোলগতি।

(খ) প্রণোদিত দোলন (Forced oscillation)-এর ক্ষেত্রে অণুরণন বলতে কী বোঝো?

(গ) তরঙ্গে স্পন্দন (Beat) তৈরি হওয়ার শর্তগুলি লেখো। স্পন্দন কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

(ঘ) আলোক সক্রিয়তার সংজ্ঞা লেখো। একটি আলোক সক্রিয় (Optically active) পদার্থের উদাহরণ দাও।

(ঙ) সিকি-তরঙ্গ প্লেট ও অর্ধ-তরঙ্গ প্লেট বলতে কী বোঝো?

(চ) একটি ইয়ং পরীক্ষার দুটি স্লিটের মধ্যে ব্যবধান হল 0.1 মিমি এবং স্লিটের তল হতে পর্দার লম্ব দূরত্ব 50 সেমি। পর্দাতে বেগুনি আলোর ($\lambda = 4000$Å) প্রথম ক্রমের ম্যাক্সিমাদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান নির্ণয় করো।

(ছ) একটি অপবর্তন গ্রেটিং-এর বিভেদন ক্ষমতার সংজ্ঞা দাও। বিভেদনের র‍্যালে নির্ণায়ক বলতে কী বোঝায়?

(জ) সুসংহত আলোক উৎস বলতে কী বোঝো?

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

বিভাগ - ক

২। (ক) মন্দিত দোলনের সংজ্ঞা লেখো। মন্দিত দোলগতিসম্পন্ন কণার অবকল সমীকরণটি লেখো এবং এর সরণের মান নির্ণয় করো। এক্ষেত্রে সংকট মন্দন বলতে কী বোঝো?

(খ) সরল দোলগতিসম্পন্ন একটি কণার দোলনের বিস্তার 4 cm ও কম্পাঙ্ক 5 Hz। দোলনের শুরুতে ($t = 0$), কণাটি তার সাম্য অবস্থানে ($y = 0$) আছে। কণাটির অবস্থানকে, সময়ের সম্পর্করূপে $y = A \cos(\omega t + \phi)$ সমীকরণ আকারে প্রকাশ করো এবং A, ω ও ϕ-এর মানগুলি লেখো। (প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে)। (২+২+৩+২)+৩

৩। (ক) দলীয়গতি এবং দশাগতির সংজ্ঞা দাও। এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

(খ) একটি স্থাণু তরঙ্গের 'নোড' এবং 'এন্টিনোড' বলতে কী বোঝায়? [(২+২)+৪]+(২+২)

৪। (ক) কোন চলতরঙ্গের ক্ষেত্রে কণার বেগ $\frac{dy}{dt} = (-)v\frac{dy}{dx}$ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর এবং এর থেকে চলতরঙ্গের অবকল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো। (প্রতীকের প্রচলিত অর্থসহ)

(খ) চলতরঙ্গের মোট শক্তি নির্ণয় করো। (৩+৪)+৫

বিভাগ - খ

৫। (ক) ফার্মাটের নীতি কী? এই নীতির সাহায্যে সমতলে আলোকের প্রতিসরণের সূত্রাবলি প্রতিষ্ঠিত করো।

(খ) আলোকের ব্যতিচার ও অপবর্তনের মধ্যে পার্থক্যগুলি লেখো।

(গ) সমতল কাঁচের প্লেট এবং একটি 1 m বক্রতা ব্যাসার্ধের সমতলোত্তল (Plano-convex) লেন্স ব্যবহার করে 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের প্রতিফলিত আলোর ব্যতিচারের ফলে গঠিত নিউটন বলয়-এর ক্ষেত্রে, লেন্স এবং প্লেটের মধ্যে যদি একটি তরলপদার্থ ঢোকানো হয়, তাহলে সপ্তম অন্ধকার বলয়ের ব্যাস 0.54 mm হ্রাস হয়। তরলের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো। (২+৫)+২+৩

৬। (ক) তরঙ্গ প্রবাহের ক্ষেত্রে হাইগেন্স-এর নীতি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।

(খ) আলোকের ব্যতিচার-এর ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র কি বজায় থাকে? প্রমাণসহ ব্যাখ্যা করো।

(গ) ইয়ং-এর দ্বি-রেখাছিদ্র পরীক্ষার সাহায্যে ব্যতিচারের ক্ষেত্রে ঝালর প্রস্থের মান β নির্ণয় করো। ৩+৪+৫

৭। (ক) বলয়পাত ও উত্তল লেন্সের তুলনা করো।

(খ) আলোর সমবর্তনতলের ঘূর্ণন (rotatory polarization) সম্পর্কিত বায়োর সূত্রগুলি লেখো।

(গ) যুগ্ম রেখাছিদ্রের অপবর্তন ঝালরে নিরুদ্দিষ্ট পর্যায় বলতে কী বোঝায়?

(ঘ) সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং-এর ক্ষেত্রে, দ্বিতীয় ক্রমের বর্ণালিতে দুটি বর্ণালি রেখা ঠিক পৃথকভাবে দেখা যাচ্ছে। যদি বর্ণালিরেখা দুটি 5890 Å এবং 5896 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য হয়, তবে ওই গ্রেটিং-এর মোট রেখা সংখ্যা কত?

(ঙ) প্রতিফলিত আলোর ব্যতিচার দ্বারা গঠিত নিউটন রিং-এর কেন্দ্রটি (central fringe) অন্ধকার হয় কেন তা ব্যাখ্যা করো। ২+২+২+৩+৩

৮। (ক) পদগুলি ব্যাখ্যা করো ঃ

(অ) একাক্ষীয় কেলাস

(আ) কেলাসের আলোক অক্ষ

(ই) ধনাত্মক ও ঋণাত্মক কেলাস

(ঈ) আপেক্ষিক ঘূর্ণন।

(খ) প্রতিফলন দ্বারা আলোকের সমবর্তনের ক্ষেত্রে ব্রিউস্টারের সূত্র (Brewster's law) বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো। [২+২+(১+১)+২]+(২+২)

৯। (ক) ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন ও ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তন বলতে কী বোঝো?

(খ) এক-রেখাছিদ্র দ্বারা গঠিত ফ্রনহফার অপবর্তন ঝালরে, আলোক তীব্রতার রাশিমালা নির্ণয় করো। এক্ষেত্রে, নিম্নবিন্দু গঠনের শর্ত নির্ণয় করো।

(গ) 0.3 mm বেধের এক-রেখাছিদ্র দ্বারা গঠিত ফ্রনহফার অপবর্তন ঝালরে, পর্দার উপর কত কোণে, প্রথম অন্ধকার ঝালর (1st order dark band) তৈরি হবে? (আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য = 589 nm)। ৩+(৫+২)+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer ***any five*** questions : 3×5

(a) The displacement of a moving particle at any time t is given by $y = (A \sin \omega t + B \cos \omega t)$. Show that the motion is simple harmonic.

(b) What do you mean by resonance in forced oscillation?

(c) In which conditions beats occur? What is beat frequency?

(d) Define the term optical activity with one example of an optically active material.

(e) What do you understand by Quarter-Wave Plate and Half-Wave Plate?

(f) In a Young's double slit experiment the distance between the slits is 0.1 mm and the perpendicular distance of the screen from the slit plane is 50 cm. Find the separation on the screen between maxima for violet light ($\lambda = 4000$ Å).

(g) Define resolving power of a diffraction grating. What is meant by the Rayleigh criterion of resolution?

(h) What do you mean by coherent light sources?

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

Group - A

2. (a) Define damped vibration. Write down differential equation of a particle under damped vibration and find out the value of its displacement. In this case what do you mean by critical damping?

(b) A particle oscillates with SHM of amplitude 4 cm and a frequency of 5 Hz. At time $t = 0$, the particle is at its equilibrium position ($y = 0$). Write down the equation describing the position of the particle as a function of time in the form $y = A\cos(\omega t + \phi)$, citing the numerical values of A, ω and ϕ. (Every symbol has their usual meaning) (2+2+3+2)+3

3. (a) Define group velocity and phase velocity. Derive a relationship between them.

(b) What are nodes and anti-nodes of a stationary wave? [(2+2)+4]+(2+2)

Please Turn Over

4. (a) Prove that particle velocity of progressive wave is $\frac{dy}{dt} = (-)v\frac{dy}{dx}$. Hence establish the differential equation of a progressive wave. (Every symbol has their usual meaning)

   (b) Find out the value of total energy of a progressive wave. (3+4)+5

Group - B

5. (a) What is Fermat's principle? By using this principle establish the laws of refraction of light at the plane surface.

   (b) What are differences between interference and diffraction of light?

   (c) Newton's rings are formed in reflected light of wavelength 600 nm with a combination of plane plate of glass and a plano-convex lens of 1 m radius of curvature. On introducing a liquid between the lens and the plate, it is found that the diameter of the 7th dark ring decreases by 0.54 mm. Find the refractive index of the liquid. (2+5)+2+3

6. (a) State and explain Huygen's principle of wave propagation.

   (b) Explain with proof, whether principle of conservation of energy remains valid in interference of light.

   (c) Find an expression for fringe width β of interference pattern in case of Young's double slit experiment. 3+4+5

7. (a) Compare a zone plate with a convex lens.

   (b) State Biot's laws for rotatory polarization.

   (c) What are missing orders in a double slit diffraction pattern?

   (d) Two lines in the 2nd order spectrum formed by a plane transmission grating are just resolved. If the lines are due to wavelengths 5890Å and 5896Å, find the number of lines in the grating.

   (e) Explain why the central fringe of Newton's rings is dark in reflected light. 2+2+2+3+3

8. (a) Explain the terms :

      (i) Uniaxial crystal

      (ii) Optic axis of a crystal

      (iii) Positive and negative crystal.

      (iv) Specific rotation.

   (b) State and explain Brewster's law in connection with polarization of light by reflection.
   [2+2+(1+1)+2]+(2+2)

9. (a) What do you mean by Fresnel class and Fraunhofer class of diffraction?

(b) Derive the expression for the intensity distribution of Fraunhofer diffraction pattern formed by a single slit. Find out the condition for forming minima in this case.

(c) Calculate the angle at which first order dark band is formed in Fraunhofer diffraction pattern of a single slit of 0.3 mm width where the wavelength of light is 589 nm. 3+(5+2)+2