

2025

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) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ (তির্যক) তরঙ্গ বলতে কী বোঝায়?
- (খ) লিসাজোর চিত্র বলতে কী বোঝায়?
- (গ) ডপলার ক্রিয়া বলতে কী বোঝায়?
- (ঘ) $y = 5 \sin 2\pi (0.2t - 0.5x)$, একটি চলতরঙ্গের সমীকরণ; এই তরঙ্গের বিস্তার, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, তরঙ্গ বেগ এবং কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।
- (ঙ) সুসংহত আলোক উৎস বলতে কী বোঝায়?
- (চ) তরঙ্গ বিস্তারের ক্ষেত্রে হাইগেন্সের নীতি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।
- (ছ) নিউটন রিং পরীক্ষায় যদি তৃতীয় এবং তেইশতম রিংয়ের ব্যাস যথাক্রমে 0.181 cm এবং 0.501 cm ও সমতলোল্ল লেন্সের বক্রতা ব্যাসার্ধ (R) 50 cm হয়, তবে আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান নির্ণয় করো।
- (জ) হীরক থেকে 67° কোণে প্রতিফলিত আলোকরশ্মি সম্পূর্ণভাবে সমতলে সমবর্তিত হয়। হীরকের প্রতিসারক (μ) কত?

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

বিভাগ - ক

- ২। (ক) সরল দোলগতি অনুসরণকারী একটি কণার মোট শক্তি $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ দেওয়া আছে, যেখানে প্রতীকগুলির প্রচলিত অর্থ রয়েছে। কণাটির ডিফারেনশিয়াল সমীকরণটি বের করো।
- (খ) একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার অবস্থানের সাপেক্ষে তার কাইনেটিক শক্তি এবং পোটেনশিয়াল শক্তির বিবর্তন লেখচিত্রের মাধ্যমে দেখাও। লেখচিত্রে দেখাও কণাটির মোট শক্তি ধ্রুবক থাকে।
- (গ) যদি একটি নমিত সরল দোলগতির কৌণিক কম্পাঙ্ক ' ω ' হয় এবং তার নমনের গুণক ' b ' হয়, তার তিন ধরনের ড্যাম্পিং কী কী এবং তাদের শর্তগুলি কী লেখো। আন্ডার বা স্মল ড্যাম্পিংয়ের ক্ষেত্রে কণাটির সময়ের সাথে দূরত্বের লেখচিত্রটি আঁকো।

২+(২+২)+(৩+৩)

Please Turn Over

(4362)

- ৩। (ক) তরঙ্গের বিট বা স্পন্দন তৈরি হওয়ার শর্তগুলি কী?
- (খ) প্রমাণ করো যে, একই কম্পাঙ্কের এবং পরস্পর লম্ব দিক বরাবর কার্যকর দুইটি সরল ছন্দিত দোলনের যৌথফল গতিপথ একটি উপবৃত্তাকার (elliptical) হবে।
- (গ) একটি কণা একই সঙ্গে X -অক্ষ বরাবর দুটি সরল দোলগতিতে কম্পন করছে। কম্পন দুটির কম্পাঙ্ক এবং বিস্তার যথাক্রমে 12 Hz আর 20 cm এবং 10 Hz আর 20 cm। কোনো প্রাথমিক দশা পার্থক্য নেই। তাহলে সম্মিলিত কম্পনের কম্পাঙ্ক এবং বিস্তার কত হবে? ২+৬+(২+২)
- ৪। (ক) চলতরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো। v গতিবেগে ধনাত্মক X -অক্ষ বরাবর ধাবমান λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এবং a বিস্তারের চলতরঙ্গের সমীকরণ নির্ণয় করো।
- (খ) একটি প্লেন তরঙ্গের সমষ্টি গতিবেগ নির্ণয় করো, যার পর্যায় গতিবেগ দেওয়া আছে, $v_p = A + B\lambda$, যেখানে A আর B দুটি ধ্রুবক। (৩+৬)+৩

বিভাগ - খ

- ৫। (ক) (অ) ফার্মার নীতি বিবৃত করো।
(আ) ফার্মার নীতির সাহায্যে সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলনের সূত্র প্রতিষ্ঠা করো।
- (খ) ইয়ং-এর দ্বিবেখাচ্ছিন্ন পরীক্ষার সাহায্যে ব্যাতিচারের ক্ষেত্রে ঝালর প্রস্থ (β)-এর মান নির্ণয় করো। (২+৫)+৫
- ৬। (ক) ম্যালাসের সূত্রটি লেখো।
- (খ) সমতল সমবর্তিত আলোর সমবর্তনতলের ঘূর্ণন সম্পর্কিত বায়োর সূত্রগুলি লেখো।
- (গ) আলোর সক্রিয়তা বলতে কী বোঝায়?
- (ঘ) একটি সমবর্তক ও একটি বিশ্লেষক এমনভাবে রাখা যাতে তাদের মধ্যে দিয়ে নির্গত আলোর তীব্রতা সর্বাধিক হবে। যদি বিশ্লেষক এবং সমবর্তকের আলোক-অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ 60° হয়, তাহলে নির্গত আলোর তীব্রতা সর্বাধিক তীব্রতার কত ভগ্নাংশ হবে?
- (ঙ) ধনাত্মক কেলাস এবং ঋণাত্মক কেলাস বলতে কী বোঝায়? একটি করে উদাহরণ দাও। ২+২+২+৩+৩
- ৭। (ক) ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন ও ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তন বলতে কী বোঝায়?
- (খ) বলয়পাত ও উত্তল লেন্সের তুলনা করো।
- (গ) যুগ্ম রেখাচ্ছিন্নের অপবর্তন ঝালরে নিরুদ্দিষ্ট পর্যায় বলতে কী বোঝায়?
- (ঘ) সমতল গ্রেটিং-এর বিশ্লেষণী ক্ষমতার সংজ্ঞা লেখো। র্যালের ক্রাইটেরিয়াটি লেখো।
- (ঙ) সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং-এর ক্ষেত্রে দেখা যায় যে দ্বিতীয় ক্রমের বর্ণালীতে দুটি বর্ণালী-রেখা ঠিক পৃথকভাবে দেখা যাচ্ছে। যদি বর্ণালী রেখা দুটি 5890\AA এবং 5896\AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য হয়, তবে ওই গ্রেটিং-এর মোট রেখা সংখ্যা কত? ২+২+২+(২+১)+৩

- ৮। (ক) দেখাও যে, দুটি সমতল সমবর্তিত আলো, যাদের কম্পনতল পরস্পরের লম্বভাবে আছে এবং দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$, যদি অতিস্থাপন করে তাহলে একটি বৃত্ত সমবর্তিত আলো পাওয়া যায়।
- (খ) একটি তরঙ্গ থেকে দুটি সুসংগত তরঙ্গ উৎস উৎপাদনের দুটি পদ্ধতি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করো।
- (গ) নিউটন রিং পরীক্ষায় মসৃণ কাচের ফলকের পরিবর্তে মসৃণ আয়না রাখলে কী ঘটনা ঘটবে, ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) 'সমবেধের ঝালর' বলতে কী বোঝো? একটি উদাহরণ দাও। 8+(২+২)+২+২
- ৯। (ক) একটি একক রেখাঙ্কিত কর্তৃক ফ্রনহফার অপবর্তনের তীব্রতা যদি $I = I_0 \frac{\sin^2 \gamma}{\gamma^2}$ হয়, যেখানে $\gamma = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$
- আর $a =$ রেখাঙ্কিতের বেধ,
- (অ) তার মুখ্য এবং গৌণ চরম এবং অবম বিন্দুদের শর্তগুলি বার করো।
- (আ) তীব্রতা রেখাচিত্র অঙ্কন করো।
- (খ) সমান্তরাল পাতলা সরের ক্ষেত্রে দুটি প্রতিফলিত রশ্মির মধ্যে দশা পার্থক্য বার করো। [(২+২+২)+২]+৪

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer **any five** questions :

3×5

- (a) What do you mean by longitudinal wave and transverse wave?
- (b) What do you mean by Lissajou's figures?
- (c) What do you mean by Doppler effect?
- (d) From the following equation of progressive wave : $y = 5 \sin 2\pi (0.2t - 0.5x)$, find out the amplitude, wavelength, wave velocity and frequency of wave.
- (e) What do you mean by coherent light sources?
- (f) State and explain Huygen's principle of wave propagation.
- (g) In Newton's rings experiment, if the diameters of the 3rd and 23rd rings are 0.181 cm and 0.501 cm respectively and if the radius (R) of curvature of the plano-convex lens be 50 cm, calculate the wavelength of light.
- (h) A ray of light reflected from diamond at 67° is found to be completely plane polarised. What is the Refractive index (μ) of diamond?

Please Turn Over

(4362)

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

Group - A

2. (a) Given total energy of a particle following SHM is $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m\omega^2x^2$, where the symbols have their usual meanings, derive the differential equation of the particle.
- (b) Graphically show the variation of KE and PE, of a particle undergoing SHM, with its displacement. Show in the graph the total energy is constant by properly labelling the graph.
- (c) If ω be the angular frequency and b be the damping factor of a damped SHM, mention the three types of damping that can happen and write down their conditions. Also draw the graph for displacement with time for small damping. 2+(2+2)+(3+3)
3. (a) What are the conditions for production of beats?
- (b) Show that when two simple harmonic motions of the same frequency and acting at right angles to each other then the resulting path is an elliptical one.
- (c) A particle has simultaneously two SHMs along X-axis. The frequencies and amplitudes are 12 Hz and 20 cm, and 10Hz and 20 cm respectively. There is no initial phase difference. What is the frequency of resultant motion and of the amplitude? 2+6+(2+2)
4. (a) What are the characteristics of Progressive wave? Derive an expression for progressive wave of wavelength λ and amplitude a moving with a velocity v in the positive X-axis.
- (b) Find out the group velocity for plane waves in a dispersive medium, for which $v_p = A + B\lambda$, where A and B are constants. (3+6)+3

Group - B

5. (a) (i) State Fermat's principle.
- (ii) Establish the laws of reflection at a plane surface from Fermat's principle.
- (b) Find an expression for fringe width β of interference pattern in case of Young's double slit experiment. (2+5)+5
6. (a) Write down Malus' law.
- (b) State Biot's laws for rotatory polarization.
- (c) What is meant by optical activity of a substance?
- (d) A polarizer and an analyzer are oriented so that maximum amount of light is transmitted. To what fraction of its maximum value is the intensity of the transmitted light reduced when the analyzer is rotated through 60° ?
- (e) What do you mean by positive and negative crystals? Give one example for each. 2+2+2+3+3

7. (a) What do you mean by Fresnel class and Fraunhofer class diffraction?
 (b) Compare a Zone plate with a Convex lens.
 (c) What are missing orders in a double slit diffraction pattern?
 (d) Define resolving power of a grating. In this regard, mention the Rayleigh criterion.
 (e) Two lines in the 2nd order spectrum formed by a plane transmission grating are just resolved. If the lines are due to wavelengths 5890\AA and 5896\AA , find the number of lines in the grating.

2+2+2+(2+1)+3

8. (a) Show that two linearly polarized light waves at right angles to each other and having phase difference $\frac{\pi}{2}$ superpose to give a circularly polarised light.
 (b) Describe, in brief, the two methods to obtain coherent waves from a single wave.
 (c) What will happen if the plane glass plate in Newton's ring experiment is replaced by a plane mirror?
 (d) What do you mean by 'fringes of equal thickness'? Give one example.

4+(2+2)+2+2

9. (a) The intensity expression for a single slit Fraunhofer diffraction with slit width ' a ' is

$$I = I_0 \frac{\sin^2 \gamma}{\gamma^2}$$

$$\text{where } \gamma = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}.$$

- (i) Find out the conditions for principal maximum, secondary maxima and minima.
 (ii) Plot the intensity distribution.
- (b) Calculate the phase difference between two consecutive reflected light in case of thin parallel film.

[(2+2+2)+2]+4