2025

PHYSICS — MDC

Paper : CC-3

(Wave 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 নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও এবং অবশিষ্ট ***যে-কোনো পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও।

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

(ক) যখন গতিশক্তি মোট শক্তির 75% হয়, তখন একটি সরল দোলগতির জন্য স্থানচ্যুতি থেকে প্রশস্ততা অনুপাত নির্ণয় করো।

(খ) মন্দিত এবং পরবশ কম্পনের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

(গ) অনুনাদের তীক্ষ্ণতা কী? Q-ফ্যাক্টর কী?

(ঘ) তরঙ্গমুখ কী? হাইগেনের নীতি বিবৃত করো।

(ঙ) স্থায়ী ব্যতিচারের প্রয়োজনীয় শর্তাবলী লেখো। ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে আলোকশক্তি নষ্ট হয় কি না ব্যাখ্যা করো।

(চ) একই দিকে চলমান দুটি তরঙ্গের সমীকরণ ঃ

$$y_1 = 5\sin(kx - \omega t)$$

$$y_2 = 5\sin\left(kx - \omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$

উহাদের লব্ধি তরঙ্গের সমীকরণ লেখো।

(ছ) আলোকীয় যন্ত্রের বিশ্লেষণী ক্ষমতা বলতে কী বোঝো? অপবর্তন গ্রেটিংয়ের বিশ্লেষণী ক্ষমতা কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়?

(জ) আলোক সক্রিয়তা কাকে বলে? আপেক্ষিক আবর্তনের সংজ্ঞা লেখো।

২। (ক) 1d সরল দোলগতির অবকল সমীকরণটি লেখো এবং সমাধান করো।

(খ) দেখাও যে, সরলদোলগতিসম্পন্ন কোনো কণার গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির সমষ্টি ধ্রুবক।

(গ) পরস্পর লম্ব দুটি কম্পন $x(t) = a \sin \omega t$ এবং $y(t) = b \sin(2\omega t + \phi)$ দ্বারা প্রকাশিত। উহাদের লব্ধি সমীকরণ নির্ণয় করো। $\phi = -\pi$ হলে লিসাজু চিত্র অঙ্কন করো। (২+৩)+৩+৪

৩। (ক) মুক্ত ও পরবশ কম্পনের পার্থক্য লেখো।

(খ) মন্দিত দোলনের অবকল ডিফারেন্সিয়াল সমীকরণ লেখো। ক্ষয় ধ্রুবক কী?

(গ) পরবশ কম্পনে মোট শক্তি ধ্রুবক নয়, প্রমাণ করো। এছাড়া দেখাও যে, গড় স্থিতিশক্তি এবং গড় গতিশক্তির অনুপাত $=\frac{\omega_0^2}{\omega^2}$, যেখানে ω_0, বস্তুর স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক এবং ω' প্রযুক্ত বলের কম্পাঙ্ক। ৩+(২+২)+(৩+২)

৪। (ক) অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কী? এরা স্থির তরঙ্গের থেকে কীভাবে পৃথক?

(খ) দেখাও যে, একটি তারে অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সমীকরণ $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$, যেখানে $v=\sqrt{\frac{T}{\rho}}$, T হ'ল টান এবং ρ হ'ল তারের রৈখিক ঘনত্ব।

(গ) 0.1 Kg/m রৈখিক ভর ঘনত্বের একটি তার 1000 N বল দিয়ে প্রসারিত করা হয়। যদি 0.05 m প্রশস্ততা এবং 400 Hz কম্পাঙ্কের চলমান তরঙ্গ তারটিতে চলে, তাহলে

(অ) তরঙ্গের গতিবেগ (আ) তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং (ই) তরঙ্গগতির সমীকরণ গণনা করো। ৩+৬+৩

৫। (ক) ফার্মাটের নীতি বিবৃত করো। এর সাহায্যে সমতলে প্রতিসরণের সূত্র প্রমাণ করো।

(খ) ফার্মাটের নীতি ব্যবহার করে দেখাও যে, উপবৃত্তাকার প্রতিফলকের এক ফোকাস দিয়ে অতিক্রান্ত সব রশ্মি প্রতিফলনের পর অপর ফোকাস দিয়ে যায়।

(গ) একই দৈর্ঘ্য ও উপাদানের দুটি তারের টানের অনুপাত 4 : 1 এবং ব্যাসদ্বয়ের অনুপাত 1 : 2। মৌলিক কম্পাঙ্কের অনুপাত নির্ণয় করো। (২+৪)+৩+৩

৬। (ক) নিউটনের বলয় কী? কীভাবে সৃষ্টি হয়? কেন্দ্রীয় বলয় কখন উজ্জ্বল হয়?

(খ) বাইপ্রিজম দ্বারা সৃষ্ট ঝালর এবং নিউটনের বলয়ের পার্থক্য লেখো।

(গ) নিউটনের বলয় পরীক্ষায় ১০ম অন্ধকার বলয়ের ব্যাস 0.50 সেমি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6250 Å। লেন্সের নিম্নতলের বক্রতা ব্যাসার্ধ এবং বলয়টির গঠনের স্থানে বায়ুস্তরের বেধ নির্ণয় করো। (১+২+২)+৩+৪

৭। (ক) একটি স্বাভাবিক বর্ণালী কী? রেইলি-র বিশ্লেষণের নির্ণায়ক ব্যাখ্যা করো।

(খ) একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিংয়ের জন্য সেকেন্ডারী সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্নের শর্ত নির্ণয় করো।

(গ) 5893 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো উলম্বভাবে একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিংয়ে পড়ে। দ্বিতীয় ক্রম বৃহত্তম স্বাভাবিক থেকে 30° কোণে উৎপন্ন হয়। গ্রেটিংয়ের প্রতি মিটারে রেখার সংখ্যা নির্ণয় করো। (২+২)+৬+২

৮। (ক) জোন প্লেট কী? এর ফোকাস দৈর্ঘ্যের রাশিমালা নিরূপণ করো।

(খ) দেখাও যে, কোনো নির্দিষ্ট জোন-এর ব্যাসার্ধ, জোন সংখ্যার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

(গ) যুগ্ম রেখাছিদ্র দ্বারা অপবর্তনের ক্ষেত্রে তীব্রতা বণ্টনের চরম ও অবম (সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন) মানের সমীকরণ নির্ণয় করো। (১+৩)+৪+৪

৯। (ক) সাধারণ এবং অসাধারণ রশ্মি বলতে কী বোঝো?

(খ) ব্রুস্টারের সূত্র লেখো।

হীরক তল থেকে 67°32′ কোণে প্রতিফলিত আলো সম্পূর্ণ সমতল সমবর্তিত হয়। হীরকের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো।

(গ) কোয়ার্টার তরঙ্গ প্লেট কী?

(ঘ) কাচের প্রতিসরাঙ্কে 1.55 হ'লে সমবর্তন কোণের মনে এবং সমবর্তন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান নির্ণয় করো।

২+(২+৪)+২+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question no.* 1** and ***any five*** questions from the rest.

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

(a) Calculate the displacement to amplitude ratio for a simple harmonic motion when kinetic energy is 75% of the total energy.

(b) Distinguish between damped and forced vibrations.

(c) What is sharpness of resonance? What is Q-factor?

(d) What is wavefront? State Huygen's principle.

(e) State the essential conditions for sustained interference. Explain whether light energy is destroyed or not in the region of destructive interference.

(f) Two waves travel in the same direction :

$$y_1 = 5\sin(kx - \omega t)$$

$$y_2 = 5\sin\left(kx - \omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$

Write the resultant wave equation.

(g) What is meant by resolving power of an optical instrument? How will you increase the resolving power of a diffraction grating?

(h) What is optical activity? Define specific rotation.

2. (a) Write down the differential equation of 1d SHM and solve it.

(b) Show that the sum of kinetic energy and potential energy of a particle executing S.H.M. is constant.

(c) Two mutually perpendicular oscillations are represented by $x(t) = a \sin \omega t$ and $y(t) = b \sin(2\omega t + \phi)$. Write the resultant wave equation. Also, sketch the Lissajous figure resulting from these oscillations with $\phi = -\pi$. (2+3)+3+4

Please Turn Over

3. (a) Distinguish between free and forced vibrations.

(b) Write down the differential equation of motion of a damped harmonic oscillator. What is decay constant?

(c) Show that in forced vibration, the total energy of the vibrating system is not constant. Also, prove that the ratio of average P.E. to the average K.E. is $\frac{\omega_0^2}{\omega^2}$, where ω_0 is the natural frequency and ω is the frequency of the driving force. 3+(2+2)+(3+2)

4. (a) What are transverse and longitudinal progressive waves? How are they different from standing waves?

(b) Show that the wave equation for a transverse wave through a string is $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$, where $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ with T being the tension and ρ is the linear density of the string.

(c) A string of linear mass density 0.1 Kg/m is stretched with a force of 1000 N. If travelling waves with an amplitude 0.05 m and frequency 400 Hz are setup in the string, calculate (i) the velocity, (ii) the wavelength and (iii) the equation of motion of the wave. 3+6+3

5. (a) State Fermat's principle. Deduce from it, the law of refraction at the plane surface separating two media.

(b) Using Fermat's principle, show that all the rays passing through one focus of an elliptic reflector pass through the other focus after reflection.

(c) Consider two strings of same material with same length. Tensions in the two strings are in the ratio 4 : 1 and dimeters of the wires are in the ratio 1 : 2. Compare the frequencies of the fundamental modes of vibration. (2+4)+3+3

6. (a) What are Newton's rings? How are they formed? Under what conditions does the central spot Newton's ring become bright?

(b) What is the difference between fringes produced by a biprism and Newton's rings?

(c) In a Newton's ring experiment, the diameter of 10th dark ring is 0.50 cm and the wavelength of the light used is 6250 Å. Find the radius of curvature of the lower surface of the lens and the width of the air space at the position of the ring. (1+2+2)+3+4

7. (a) What is a normal spectrum? Explain Rayleigh's criteria of resolution.

(b) Deduce the condition for secondary maxima and minima for a plane diffraction grating.

(c) Light of wavelength 5893 Å falls normally on a plane diffraction grating. The second order maximum is produced at an angle of 30° from normal. Find the number of lines per meter of the grating. (2+2)+6+2

8. (a) What is a Zone Plate? Derive an expression for its focal length.

(b) Show that the radius of a particular zone is proportional to the square root of the number of the zone.

(c) Deduce the expression for maxima and minima for intensity distribution of double slit.

(1+3)+4+4

9. (a) What do you mean by ordinary and extraordinary rays?

(b) State Brewster's law. A ray reflected from diamond at 67°32′ is found to be completely plane polarised. What is the refractive index of diamond?

(c) What is quarter-wave plate?

(d) If refractive index of glass be 1.55, find the polarising angle for glass and angle of refraction at this polarising angle. 2+(2+4)+2+2