# 2020

## PHYSICS — GENERAL

### Paper : DSE-A-2

### (Modern Physics)

### Full Marks : 65

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

*প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।*

**Day 1**

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) কৃষ্ণ বস্তু বিকিরণ সংক্রান্ত প্ল্যাঙ্কের সূত্রটি বিবৃত করো।

(খ) যদি একটি ধাতুর আলোকতড়িৎ সূচনা তরঙ্গদৈর্ঘ্য 680 nm হয়, তাহলে ওই ধাতুটির কার্য অপেক্ষক eV-এ কত হবে? প্রদত্ত $\hbar = 6{\cdot}67\times10^{-34}$ J-sec।

(গ) একটি ইলেকট্রনের দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য গণনা করো যার ত্বরণ বিভব 300V। প্রদত্ত ইলেকট্রনের ভর = $9{\cdot}1\times10^{-31}$ kg।

(ঘ) হাইসেনবার্গ-এর অনিশ্চয়তা তত্ত্বটি বিবৃত করো।

(ঙ) তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi$-এর ভৌত তাৎপর্য লেখো।

(চ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের মৌলিক স্বীকার্যগুলি বিবৃত করো।

(ছ) পরীক্ষাগারের সাপেক্ষে দুটি বস্তুকণা পরস্পরের দিকে 0·7C বেগে ধাবমান। তাদের আপেক্ষিক বেগ কত?

(জ) অপটিকাল পাম্পিং কাকে বলে?

২। *যে-কোনো তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

(ক) দশা বেগ ও গুচ্ছ বেগ-এর সংজ্ঞা লেখো। এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ২+৩

(খ) আইনস্টাইনের আলোকতড়িৎ সমীকরণটি লেখো এবং আলোকতড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলি ব্যাখ্যা করো। ২+৩

(গ) হাইসেনবার্গের অনিশ্চয়তা তত্ত্বের সাহায্যে নিউক্লিয়াসের ভিতরে ইলেকট্রনের অনুপস্থিতি ব্যাখ্যা করো। ৫

(ঘ) বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বে সময় দীর্ঘসূত্রতা বলতে কী বোঝো? সংশ্লিষ্ট সমীকরণটি নির্ণয় করো। ২+৩

(ঙ) বিপরীত সংখ্যা-ঘনত্ব (population inversion) বলতে কী বোঝো? দেখাও যে লেসিং ক্রিয়ার জন্য বিপরীত সংখ্যা-ঘনত্ব একটি প্রয়োজনীয় শর্ত। ২+৩

***যে-কোনো চারটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

৩। (ক) দেখাও যে একটি মুক্ত ইলেকট্রন দ্বারা বিক্ষিপ্ত হওয়ার কারণে কোনো X-রশ্মি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_o C}(1-\cos\phi)$$ ।

(চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহন করে।)

(খ) উপরের ক্ষেত্রে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সর্বোচ্চ পরিবর্তন নির্ণয় করো। প্রদত্ত ইলেকট্রনের ভর = $9{\cdot}1\times10^{-31}$ kg।

(গ) ডেভিসন-গার্মার পরীক্ষার তাৎপর্য কী? ৫+৩+২

৪। (ক) শ্রয়ডিঙ্গারের সময়-নিরপেক্ষ তরঙ্গ সমীকরণটি নির্ণয় করো।

(খ) 'L' দৈর্ঘ্যের একটি একমাত্রিক দৃঢ় বাক্সের মধ্যে সীমাবদ্ধ একটি বস্তুকণার জন্য ওপরের সমীকরণটি সমাধান করো এবং এর আইগেন মান নির্ণয় করো। ৪+(৪+২)

৫। (ক) কণা-তরঙ্গের দ্বৈত সত্ত্বা ব্যাখ্যা করো। তরঙ্গ-প্যাকেট (wave-packet) কাকে বলে?

(খ) একটি ইলেকট্রন 10 nm রৈখিক মাত্রার একটি অঞ্চলের মধ্যে সীমাবদ্ধ। এর ভরবেগ অনিশ্চয়তা কত?

(গ) পরিমিত (Normalised) তরঙ্গ অপেক্ষক বলতে কী বোঝো? (২+২)+৩+৩

৬। (ক) প্রমাণ করো যে, $E^2 = p^2c^2 + m_o^2c^4$,

চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহন করে।

(খ) 0·6 C বেগে গতিশীল একটি নির্দেশতন্ত্রে একটি দণ্ড রাখা আছে। নির্দেশতন্ত্রটি দণ্ডের সমান্তরালে গতিশীল। দণ্ডটির দৈর্ঘ্য সঙ্কোচনের শতকরা পরিবর্তনটি নির্ণয় করো।

(গ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের বেগ-সংযোজন সূত্রটি নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) তরঙ্গ গতিবিদ্যার মূল স্বীকার্যগুলি কি কি?

(খ) তরঙ্গ অপেক্ষকের অরথোগোনালিটি (orthogonality) ব্যাখ্যা করো।

(গ) দেখাও যে একটি হার্মিশিয়ান সংকারকের আইগেন মানগুলি প্রকৃত (real)। ৫+২+৩

৮। (ক) যথাযোগ্য চিত্রের সাহায্যে রুবি লেসারের বর্ণনা দাও।

(খ) আইনস্টাইনের 'A' ও 'B' ধ্রুবকের মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় করো। ৫+৫

**[English Version]**

*The figures in the margin indicate full marks.*

**1.** Answer ***any five*** questions : 2×5

(a) State Plancks law of black body radiation.

(b) Calculate the work function in eV for a metal, if the photoelectric threshold wavelength is = 680 nm. $\hbar = 6{\cdot}67\times10^{-34}$ J.sec.

(c) Calculate the de Broglie wavelength of an electron whose accelerating potential is 300 V. Mass of electron = $9{\cdot}1\times10^{-31}$ kg.

(d) State Heisenberg uncertainty principle.

(e) Write down the physical interpretation of wave function $\psi$.

(f) State the basic postulates of the special theory of relativity.

(g) Two particles are coming towards each other with a speed of 0·7C, with respect to laboratory. What is their relative speed?

(h) What is meant by optical pumping?

**2.** Answer ***any three*** questions :

(a) Define phase velocity and group velocity and deduce the relation between them. 2+3

(b) Write down Einstein's photoelectric equation and explain the characteristics of photoelectric effect. 2+3

(c) Using Heisenberg uncertainty principle, justify the absence of electron inside the nucleus. 5

(d) In relativity what do you understand by time dilation. Deduce an expression for it. 2+3

(e) What do you mean by population inversion? Show that, population inversion is a necessary condition for Lasing action. 2+3

Answer ***any four*** questions.

**3.** (a) Show that the shift in wavelength of a X-ray photon due to scattering by a free electorn is given by

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_o C}(1-\cos\phi)$$

where the symbols have their usual meanings.

(b) Calculate the maximum wavelength shift in above case. Given that the mass of electron is $9{\cdot}1\times10^{-31}$ kg.

(c) What is the importance of Davisson-Germer experiment. 5+3+2

**4.** (a) Derive Schröedinger time independent wave equation.

(b) Solve the above equation for a particle enclosed in a one dimensional rigid box of side 'L' and obtain its eigenvalues. 4+(4+2)

**5.** (a) Explain wave-particle duality. What is wave-packet?

(b) What is the uncertainty in the momentum of an electorn, which is restricted to a region of linear dimension of 10 nm?

(c) What do you mean by normalisation of a wave function? (2+2)+3+3

**6.** (a) Prove the relation : $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$, where the symbols have their usual meanings.

(b) Calculate the percentage of contraction in the length of a rod in a frame of reference moving with a velocity of 0·6C in a direction parallel to its length.

(c) Deduce the relativistic velocity addition theorem. 4+3+3

**7.** (a) What are the basic postulates of wave mechanics?

(b) Explain orthogonality of wave function.

(c) Prove that the eigenvalues of a Hermitian operator are real. 5+2+3

**8.** (a) Describe Ruby laser with a suitable diagram.

(b) Derive the relation between Einstein's 'A' and 'B' coefficients. 5+5