Total No. of Printed Pages—8

4 SEM FYUGP PHYC4C

2 0 2 5

(June)

PHYSICS

(Core)

Paper : PHYC4C

(Elements of Modern Physics)

(Theory)

Full Marks : 60

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. তলত দিয়াবোৰৰ পৰা শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা : 1×5=5

Choose the correct answer from the following :

(a) আলোক বিদ্যুৎ প্ৰভাৱ পৰীক্ষাত ফট'ইলেক্ট্ৰনৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি নিৰ্ভৰ কৰে

The maximum kinetic energy of the photoelectrons in a photoelectric effect experiment depends on

(i) আপতিত ৰশ্মিৰ তীব্ৰতাৰ ওপৰত

intensity of the incident light

(ii) আপতিত ৰশ্মিৰ কম্পনাংকৰ ওপৰত

frequency of the incident light

(iii) আপতিত ৰশ্মিৰ সমবৰ্তনৰ ওপৰত

polarization of the incident light

(iv) আপতন কোণৰ ওপৰত

angle of incidence

(b) কম্পটন বিক্ষেপণ প্ৰক্ৰিয়াত, λ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ ফ'টন এটা m ভৰৰ (প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত স্থিৰ থকা) আধানযুক্ত কণিকাৰ দ্বাৰা θ কোণত বিক্ষেপিত হয়। যদি ফ'টনৰ [illegible]ৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য λ′ হয়, তেন্তে পাৰ্থক্য $\lambda' - \lambda$

In a Compton scattering process, a photon of wavelength λ is scattered off a charged particle of mass m (initially at rest) by an angle θ. If the final wavelength of the photon is λ′, then the difference $\lambda' - \lambda$

(i) θৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, কিন্তু λৰ ওপৰত নহয়

depends on θ, but not on λ

(ii) λৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, কিন্তু mৰ ওপৰত নহয়

depends on λ, but not on m

(iii) λ আৰু θ উভয়ৰে ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে

depends on both λ and θ

(iv) θ ৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, কিন্তু mৰ ওপৰত নহয়

depends on θ, but not on m

(c) নিৰ্দিষ্ট আয়তনৰ এটা গহ্বৰৰ উষ্ণতা দুগুণ কৰা হ'ল। গহ্বৰৰ ভিতৰত, ক'লা বস্তু বিকিৰণৰ বাবে তলৰ কোনটো সত্য?

The temperature of a cavity of fixed volume is doubled. Which of the following is true for the blackbody radiation inside the cavity?

(i) ইয়াৰ শক্তি 2 গুণ বৃদ্ধি পায়

Its energy increases 2 times

(ii) ইয়াৰ শক্তি 16 গুণ বৃদ্ধি পায়

Its energy increases 16 times

(iii) ইয়াৰ শক্তি 8 গুণ কমি যায়

Its energy decreases 8 times

(iv) ইয়াৰ শক্তি 16 গুণ কমি যায়

Its energy decreases 16 times

(d) শ্বেল মডেলৰ মতে, ${}^{9}_{4}\mathrm{Be}$ নিউক্লিয়াছৰ স্পিন আৰু পেৰিটি হ'ব ক্ৰমে

The spin and parity of ${}^{9}_{4}\mathrm{Be}$ nucleus, as predicted by the shell model, are respectively

(i) $\frac{3}{2}$ আৰু অযুগ্ম

$\frac{3}{2}$ and odd

(ii) $\frac{3}{2}$ আৰু যুগ্ম

$\frac{3}{2}$ and even

(iii) $\frac{1}{2}$ আৰু অযুগ্ম

$\frac{1}{2}$ and odd

(iv) $\frac{1}{2}$ আৰু যুগ্ম

$\frac{1}{2}$ and even

(e) হিলিয়াম-নিয়ন লেজাৰত, লেজাৰ সংক্ষেপন সংঘটিত হয়

In a He-Ne laser, the laser transition takes place in

(i) কেৱল হিলিয়ামত

He only

(ii) কেৱল নিয়নত

Ne only

(iii) প্ৰথমে নিয়নত, তাৰ পাছত হিলিয়ামত

Ne first, then in He

(iv) প্ৰথমে হিলিয়ামত, তাৰ পাছত নিয়নত

He first, then in Ne

2. তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা : $2\times5=10$

Answer the following questions :

(a) প্লাংকৰ কোৱান্টাম তত্ত্বৰ ধাৰণাসমূহ ব্যাখ্যা কৰা।

Describe Planck's quantum hypothesis.

(b) নিউক্লিয়াছৰ ভিতৰত ইলেক্ট্ৰনৰ অস্তিত্ব কিয় সম্ভৱ নহয়? অনিশ্চয়তা নীতি ব্যৱহাৰ কৰি ব্যাখ্যা কৰা।

Why is it not possible for an electron to exist inside the nucleus? Explain using uncertainty principle.

(c) পপুলেশ্বন ইনভাৰ্সন কি? মেটাষ্টেবল অৱস্থা নোহোৱাকৈ পপুলেশ্বন ইনভাৰ্সন সম্পন্ন কৰা সম্ভৱনে? মতামত আগবঢ়োৱা। $1+1=2$

What is population inversion? Can population inversion be achieved without a metastable state? Share your opinion.

(d) পাউলিৰ নিউট্ৰিনো ধাৰণা কি? এই ধাৰণা অনুসৰি কোনটো কণিকা তাত্ত্বিকভাৱে পূৰ্বানুমান কৰা হৈছিল? $1+1=2$

What is Pauli's neutrino hypothesis? Which particle was theoretically predicted by this hypothesis?

(e) নিউক্লীয় বিক্ৰিয়াৰ Q-মান কি? কোনো বিক্ৰিয়া তাপবৰ্জী নে তাপগ্ৰাহী, তাক চিনাক্ত কৰিবলৈ ইয়াক কেনেকৈ ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি? $1+1=2$

What is the Q-value of a nuclear reaction? How can it be used to determine whether a reaction is exothermic or endothermic?

3. (a) তৰংগ ফলন কি? তৰংগ ফলনৰ বৰ্নৰ ব্যাখ্যা লিখা। প্ৰদত্ত দুটা ফলনৰ ভিতৰত কোনটোৱে $-\infty \le x \le \infty$ পৰিসৰৰ ভিতৰত এটা কণিকাৰ ভৌতিকভাৱে গ্ৰহণযোগ্য তৰংগ ফলনক প্ৰতিনিধিত্ব কৰে? $1+1+1=3$

What is a wave function? Write Born's interpretation of wave function. Among the given two functions, which one represents a physically acceptable wave function of a particle in the range $-\infty \le x \le \infty$?

(i) $\psi(x) = Ae^{-x}, A > 0$

(ii) $\psi(x) = Ae^{-x^2}, A > 0$

(b) ছেমি-এম্পিৰিকেল ভৰ সূত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰি $^{235}_{92}U$ নিউক্লিয়াছৰ বন্ধন শক্তি গণনা কৰা। 3

দিয়া আছে, $a_v = 15 \cdot 5$ MeV, $a_s = 16 \cdot 8$ MeV, $a_c = 0 \cdot 7$ MeV, $a_a = 23 \cdot 0$ MeV আৰু

$$a_p = \begin{cases} +34 & \text{যুগ্ম-যুগ্ম নিউক্লিয়াছৰ কাৰণে} \\ 0 & \text{অযুগ্ম } A \text{ নিউক্লিয়াছৰ কাৰণে} \\ -34 & \text{অযুগ্ম-অযুগ্ম নিউক্লিয়াছৰ কাৰণে} \end{cases}$$

Using semi-empirical mass formula, calculate the binding energy of $^{235}_{92}U$ nucleus.

Given, $a_v = 15 \cdot 5$ MeV, $a_s = 16 \cdot 8$ MeV, $a_c = 0 \cdot 7$ MeV, $a_a = 23 \cdot 0$ MeV and

$$a_p = \begin{cases} +34 & \text{for even-even nuclei} \\ 0 & \text{for odd } A \text{ nuclei} \\ -34 & \text{for odd-odd nuclei} \end{cases}$$

(c) সুসংহত ৰশ্মি বুলিলে কি বুজোৱা হয়? স্থানীয় সংহতিৰ বিষয়ে ব্যাখ্যা কৰা। 1+2=3

What is meant by a coherent beam? Explain spatial coherence.

4. *(a)* গামা-ৰশ্মি মাইক্ৰ'স্কোপৰ চিন্তা পৰীক্ষাটো চিত্ৰসহ ব্যাখ্যা কৰা। 4

Explain the gamma-ray microscope thought experiment with diagram.

(b) নিউক্লিয়াৰ বলৰ মুখ্য বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা কৰা। ই মহাকৰ্ষণ আৰু বিদ্যুৎচুম্বকীয় বলৰ পৰা কেনেকৈ পৃথক হয়? 3+1=4

Discuss the salient features of nuclear forces. How are they different from gravitational and electromagnetic forces?

(c) সূৰ্যৰ প্ৰধান শক্তিৰ উৎস, প্ৰ'টন-প্ৰ'টন চক্ৰটো ব্যাখ্যা কৰা। 4

Explain the proton-proton cycle, which is the main source of energy from sun.

নাইবা / Or

কাৰ্বন-নাইট্ৰ'জেন-অক্সিজেন (CNO) চক্ৰটো ব্যাখ্যা কৰা, যি সূৰ্যতকৈ অধিক ভৰযুক্ত তৰাসমূহৰ মুখ্য শক্তিৰ উৎস।

Explain the carbon-nitrogen-oxygen (CNO) cycle, the dominant energy source in stars more massive than the sun.

5. *(a)* প্ৰমাণ কৰা যে, প্লাংকৰ সূত্ৰটো ক্ষুদ্ৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য সীমাত ৱিনৰ সূত্ৰলৈ আৰু দীঘল তৰংগদৈৰ্ঘ্য সীমাত ৰেলি-জিন্সৰ সূত্ৰলৈ পৰিৱৰ্তন হয়। 3+3=6

Show that Planck's law reduces to Wien's law in the short wavelength limit and Rayleigh-Jeans law in long wavelength limit.

(b) কম্পটন প্ৰভাৱ কি? কোনো মুক্ত ইলেক্ট্ৰনৰ দ্বাৰা মূল দিশৰ সাপেক্ষে ϕ কোণত বিক্ষেপণ হোৱা ফ'টনৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পৰিৱৰ্তনৰ বাবে এটা সমীকৰণ উদ্ধৰণ কৰা। 1+5=6

What is Compton effect? Obtain an expression for the change in wavelength of a photon when it is scattered by a free electron through an angle ϕ with respect to the original direction.

(c) নিউক্লিয়াচৰ তৰল টোপাল আৰ্হিৰ মূল ধাৰণাসমূহ কি কি? তৰলৰ টোপাল আৰু নিউক্লিয়াছৰ মাজৰ বৈসাদৃশ্যসমূহ উল্লেখ কৰা। এই আৰ্হিৰ সীমাবদ্ধতা কি কি? 3+2+1=6

What are the basic assumptions of the liquid drop model of nucleus? What are the dissimilarities between a liquid drop and a nucleus? What are the discrepancies of this model?

6. যি কোনো দুটা বিষয়ত চমু টোকা লিখা : 3×2=6

Write short notes on (any *two*) :

(a) নিউক্লিয়াৰ ৰিয়েক্টৰ

Nuclear reactor

(b) অতিবেঙুনীয়া বিপৰ্যয়

Ultra-violet catastrophe

(c) বিটা বিঘটন

Beta decay

★★★