

2015

( November )

PHYSICS

( General )

Course : 501

( Atomic and Nuclear Physics )

Full Marks : 80

Pass Marks : 32

Time : 3 hours

*The figures in the margin indicate full marks  
for the questions*

1. শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা : 1×8=8

Choose the correct option :

(a) 0.15 nm তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ বৰ্জন বশ্মি কাৰ্বনৰ টুকুৰা এটাৰ পৰা বিচ্ছূৰিত হয়। 180° কোণত বিচ্ছূৰিত হোৱা বৰ্জন বশ্মিৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য হ'ল :

X-rays of wavelength 0.15 nm are scattered from a block of carbon. The wavelength of X-rays scattered at 180° is

(i) 0.15 nm

(ii) 0.152 nm

(iii) 0.155 nm

(iv) 0.165 nm

- (b) এবিধ ধাতুৰ পৰা নিৰ্গত হোৱা আলোক বৈদ্যুতিক ইলেক্ট্ৰনৰ সৰ্বোচ্চ গতিশক্তি তলৰ কোনটোৰ সমানুপাতিক ?

Maximum kinetic energy of the photo-electrons from a given metal is proportional to which of the following?

- (i) কম্পনাংক  
Frequency
- (ii) প্ৰাৰল্য  
Intensity
- (iii) পোহৰ কণিকাৰ বেগ  
Velocity of photon
- (iv) ওপৰৰ আটাইকেইটা  
All of the above

- (c) ফেৰাডেৰ অন্ধকাৰ স্থান গঠিত হয়

Faraday's dark space is formed

- (i) কেথ'ড আৰু কেথ'ড দীপ্তিৰ মাজত  
between cathode and cathode glow
- (ii) ঋণাত্মক দীপ্তি আৰু ৰেখাক্ষিত ধনাত্মক স্তম্ভৰ মাজত  
between negative glow and striated positive column
- (iii) ক্ৰমাগত ৰেখাক্ষিত ধনাত্মক স্তম্ভৰ মাজত  
between consecutive striated positive columns
- (iv) ৰেখাক্ষিত ধনাত্মক স্তম্ভ আৰু এন'ডৰ মাজত  
between striated positive column and anode

(d) ডাঙৰ  $Z$  মানবিশিষ্ট পৰমাণুৰ ক্ষেত্ৰত

For atoms with higher  $Z$  values

(i) কক্ষপথসমূহ নিউক্লিয়াছৰ বেছি ওচৰত থাকিব  
orbits are closer to the nucleus

(ii) কক্ষপথসমূহ নিউক্লিয়াছৰ পৰা বেছি আঁতৰত  
থাকিব

orbits are further from the nucleus

(iii) কক্ষপথসমূহৰ দূৰত্ব  $Z$  ৰ মানৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ  
নকৰে

orbital distance is independent of  
 $Z$  value

(iv) কক্ষপথৰ অৱস্থানৰ বিষয়ে কোনো সিদ্ধান্তত  
উপনীত হ'ব নোৱাৰি

no conclusion can be drawn  
regarding the distance of the orbits

(e) তলৰ কোনটো পৰীক্ষাই পৰমাণুৰ বিযুক্ত শক্তি স্তৰৰ  
উপস্থিতি সাব্যস্ত কৰে?

Which of the following experiments  
establishes the existence of discrete  
energy levels in atoms?

(i) ষ্টাৰ্ণ-গাৰ্লেচ পৰীক্ষা

Stern-Gerlach experiment

(ii) লেনাৰ্ডৰ পৰীক্ষা

Lennard's experiment

(iii) ৰাডাৰফ'ৰ্ডৰ পৰীক্ষা

Rutherford's experiment

(iv) ফ্ৰেংক-হাৰ্টজৰ পৰীক্ষা

Franck-Hertz experiment

(f) তলৰ কোনটো উক্তি সত্য নহয় ?

Which of the following statements is not true?

(i) নিউক্লীয় বলসমূহ কম পৰিসৰতহে কাৰ্যক্ষম

Nuclear forces are effective at short ranges

(ii) নিউক্লীয় বলসমূহ আধানৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল নহয়

Nuclear forces are charge independent

(iii) নিউক্লীয় বলসমূহ প্ৰাকৃতিৰ জ্ঞাত বলসমূহৰ ভিতৰত সকলোতকৈ শক্তিশালী

Nuclear forces are strongest known forces in nature

(iv) নিউক্লীয় বলসমূহ অসংপূৰ্ণ

Nuclear forces are unsaturated

(g) কোনো তেজস্ক্ৰিয় পদাৰ্থৰ গড় আয়ুকাল হ'ল

Mean life of a radioactive material is

(i)  $\frac{\log_e 2}{\lambda}$

(ii)  $\frac{\log_{10} 2}{\lambda}$

(iii)  $\lambda$

(iv)  $\frac{1}{\lambda}$

(h) নিউক্লিয়াছৰ বন্ধন শক্তিৰ উপাংশ পৃষ্ঠ শক্তি তলৰ কোনটোৰ সমানুপাতিক ?

Surface energy component of the binding energy of a nucleus is proportional to

(i)  $A$

(ii)  $A^{2/3}$

(iii)  $A^{-2/3}$

(iv)  $A^{-1}$

2. (a) পোহৰৰ কণিকা ধৰ্মৰ প্ৰমাণ দিয়া দুটা পৰীক্ষাৰ নাম লিখা। 2

Write the names of two experiments which demonstrate the particle nature of light.

(b) কম্পটন তৰংগদৈৰ্ঘ্য কি? 2

What is Compton wavelength?

(c) অবিচ্ছিন্ন বৰ্জন ৰশ্মিৰ উৎপত্তি কেনেকৈ হয়? 2

How is continuous X-ray produced?

(d) ব'ৰ ব্যাসার্ধ কি? 2

What is Bohr's radius?

(e)  ${}^2P_{3/2}$  ৰ পৰা বিভিন্ন কোৱাণ্টাম সংখ্যাবোৰ নিৰ্ণয় কৰা। 2

Determine the different quantum numbers from  ${}^2P_{3/2}$ .

- (f) তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবিধৰ অৰ্ধ-আয়ুকাল কি? অৰক্ষয়  
প্ৰকৰ লগত ইয়াৰ সম্পৰ্ক কি? 2

What is half-life of a radioactive material? How is it related to the decay constant?

- (g) নিউক্লীয় বিক্রিয়া এটাৰ  $Q$ -মান কি? 2

What is  $Q$ -value of a nuclear reaction?

- (h)  $^{23}\text{Na}$  ত অন্তিমটো নিউট্ৰনৰ বন্ধন শক্তি নিৰ্ণয় কৰা।  
( $^{22}\text{Na}$  ৰ ভৰ = 21.9944 amu আৰু  $^{23}\text{Na}$  ৰ  
ভৰ = 22.989767 amu) 2

Calculate the binding energy of the last neutron in  $^{23}\text{Na}$ . (Mass of  $^{22}\text{Na}$  = 21.9944 amu and that of  $^{23}\text{Na}$  = 22.989767 amu)

3. (a) থমছনৰ পদ্ধতিৰ সহায়ত কেনেকৈ ইলেক্ট্ৰন এটাৰ  $e/m$   
নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি? 6

How can one determine  $e/m$  of an electron using Thomson's method?

- (b) তলৰ যি কোনো তিনিটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ লিখা :  $5 \times 3 = 15$

Answer any *three* from the following :

- (i) প্ৰমাণ কৰা যে বৰ্জন বশ্মিৰ অৱশোষণ প্ৰক্ৰিয়াই  
সূচকীয় নীতি মানি চলে।

Prove that the absorption of X-rays follows an exponential law.

- (ii) বৈশিষ্ট্যমূলক বৰ্জন বশ্মিৰ উৎপাদন কেনেকৈ হয়?

How are characteristic X-rays produced?

(iii) আলোকবিদ্যুৎ প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰাত ক্ৰপদী বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব কেনেকৈ বিফল হয়, আলোচনা কৰা।

Discuss how the classical electromagnetic theory fails to explain the photoelectric effect.

(iv) বৰ্জন বশ্মিৰ কণিকা এটাই বৈ থকা ইলেক্ট্ৰন এটাত খুন্দিয়ালে, কণিকাটোৰ পৰিৱৰ্তিত তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ প্ৰকাশবাশি উলিওৱা।

Obtain an expression for the change of wavelength of an X-ray photon when it collides with an electron at rest.

4. (a) দেখুওৱা যে হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ  $n$ তম কক্ষপথত থকা ইলেক্ট্ৰন এটাৰ স্থিতিশক্তিৰ কান্তিমান গতিশক্তিৰ কান্তিমানৰ দুগুণ।

4

Show that the magnitude of the potential energy of an electron in the  $n$ th orbit of the hydrogen atom is twice the magnitude of its kinetic energy in that orbit.

(b) তলৰ যি কোনো দুটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ লিখা :  $5 \times 2 = 10$

Answer any two questions from the following :

(i) প্ৰমাণ কৰা যে বৃহৎ কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ বাবে পৰমাণু এটাৰ আচৰণ ক্ৰপদী তত্ত্বই অনুমান কৰাৰ নিচিনাই হয়।

Prove that for large quantum numbers, the behaviour of an atom reduces to that predicted by the classical theory.

(ii) উপবৃত্তাকাৰ কক্ষপথত ঘূৰি থকা ইলেক্ট্ৰন এটাৰ চুম্বকীয় দ্বিমৰু ভ্ৰামকৰ প্ৰকাশৰাশি উলিওৱা।

Derive an expression for the magnetic dipole moment of an electron in an elliptical orbit.

(iii) কোৱাণ্টাম তত্ত্ব ব্যৱহাৰ কৰি স্বাভাৱিক জীমান প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰা।

Give a quantum mechanical explanation of normal Zeeman effect.

5. যি কোনো তিনিটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ লিখা : 7×3=21

Answer any *three* questions :

(a) চাইক্ল’ট্ৰন এটাৰ তত্ত্বৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা।

Discuss the theory of a cyclotron.

(b) সৌৰ শক্তিৰ উৎপাদনৰ C-N চক্ৰটো বৰ্ণনা কৰা।

Describe the C-N cycle of the production of solar energy.

(c) নিউক্লীয় বলৰ মেছন তত্ত্বটো ব্যাখ্যা কৰা।

Explain the meson theory of nuclear forces.

(d) অৰ্ধ-ব্যৱহাৰিক ভৰ সূত্ৰৰ বিভিন্ন উপাদানসমূহৰ তাৎপৰ্য বুজাই লিখা।

Discuss the significance of various terms in the semi-empirical mass formula.