

G  
(20319)  
B.Sc.- II Year

(Printed Pages 8)

Roll No. R.B.180081180227

US-4521

B.Sc. (Annual) Examination, 2019

PHYSICS

Elements of Quantum Mechanics : Atomic  
and Molecular Spectra

(B - 218)

(Unified Syllabus)

Time : Three Hours ] [Maximum Marks : 50

**Note :** This paper is divided into **five** Sections - A, B, C, D & E. Section-A (**Short Answer Questions**) contains **one** question of ten parts requiring short answer. **All** these **ten** parts are **compulsory**. Section-B, C, D & E (**Descriptive Answer Questions**) each contains **two** questions. Attempt **one** question from each section. Answer must be descriptive.

**नोट :** इस प्रश्न-पत्र को पाँच खण्डों-अ, ब, स, द एवं इ में विभाजित किया गया है। खण्ड-अ (लघु उत्तरीय प्रश्न) में एक लघु उत्तरीय प्रश्न है, जिसके दस भाग हैं। ये सभी दस भाग अनिवार्य हैं। खण्डों-ब, स, द तथा इ (विस्तृत उत्तरीय प्रश्न) प्रत्येक में दो प्रश्न हैं। प्रत्येक खण्ड से एक प्रश्न करना है। विस्तृत उत्तर अपेक्षित है।

P.T.O.

**Section - A**

**खण्ड - अ**

**(Short Answer Questions)**

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

**Note:** This section contains **one** question of **ten** parts requiring short answers. Each part carries 2 marks.

**नोट :** खण्ड-अ (लघु उत्तरीय प्रश्न) में एक लघु उत्तरीय प्रश्न है, जिसके दस भाग हैं। ये सभी दस भाग अनिवार्य हैं। प्रत्येक भाग 2 अंकों का है।

1. (i) Tell in brief about the contribution of any two Nobel Prize winner scientists to the field of quantum physics.  $2 \times 10 = 20$  किन्हीं दो नोबेल पुरस्कार विजेता वैज्ञानिकों के क्वान्टम भौतिकी के क्षेत्र में योगदान के संक्षेप में बताइये।
- (ii) Write in brief how the resolution of the problem of black body radiation led to the advent of quantum mechanics. संक्षेप में लिखिये कि किस प्रकार कृष्णिका विकिरण की समस्या के समाधान से क्वान्टम भौतिकी का उद्भव हुआ।
- (iii) If 200 nm light is incident what will be the maximum kinetic energy of photoelectron emitted from cesium (work function 1.9 eV). Plancks constant =  $6.63 \times 10^{-34}$  Js, speed of light =  $3 \times 10^8$  m/s.

US-4521/2

200 ने.मी. के आपतित प्रकाश द्वारा सीजियम (कार्यफलन 1.9 ई.वी.) से उत्सर्जित होने वाले प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा क्या होगी। (प्लांक नियतांक  $6.63 \times 10^{-34}$  जू.से., प्रकाश का वेग  $3 \times 10^8$  मी./से.)

- (iv) Photoelectric effect and Compton effect are explained in terms of collision of particles, tell the basic difference in the collision processes. प्रकाश वैद्युत प्रभाव तथा कॉम्पटन प्रभाव कणों के संघट्ट (टक्कर) के रूप में समझाये जाते हैं इन संघट्टों की प्रक्रिया में मूल अन्तर क्या है।
- (v) What are matter waves, variation of which quantity constitute these waves. द्रव्य (मैटर) तरंगें क्या हैं, किस राशि के परिवर्तन से यह तरंगें बनती हैं।
- (vi) What do you understand by eigen-values and eigen functions? अभिलक्षणिक (आइगेन) मानों तथा अभिलक्षणिक फलनों से आप क्या समझते हैं?
- (vii) What were Niels Bohr's main assumptions that led to successful explanation of hydrogen spectra. नील्स बोर की मुख्य अभिकल्पनाएँ (असम्पशन्स) क्या थीं जिनसे हाइड्रोजन वर्णक्रम को सफलता से समझाया जा सका।

US-4521/3

P.T.O.

(viii) What is electron spin, how the concept accounts for the fine structure doubling of spectral lines.

इलेक्ट्रॉन चक्रण क्या है, यह संकल्पना कैसे वर्णीय रेखाओं की द्विक-सूक्ष्म संरचना को समझाती है।

(ix) Distinguish between discrete and continuous X-ray spectra.

विविक्त एवं सतत एक्स किरणों में विभेद कीजिये।

(x) Force constant in the C O bond is 187 N/m find the frequency of vibration of this molecule and spacing between vibrational levels. Reduced mass of C O is  $1.14 \times 10^{-26}$  Kg.

C O बन्ध का बल-नियतांक 187 न्यू./मी. है, इस अणु की कम्पन आवृत्ति तथा कंपनिक ऊर्जा स्तरों का अन्तराल ज्ञात कीजिये। C O अणु का समानीत द्रव्यमान  $1.14 \times 10^{-26}$  किग्रा. है।

#### Section - B, C, D & E

खण्ड - ब, स, द एवं इ

#### (Descriptive Answer Questions)

(विस्तृत उत्तरीय प्रश्न)

**Note :** Each section contains **two** questions. Attempt **one** question from each section. Each question carries  $7\frac{1}{2}$  marks. Answer must be descriptive.

US-4521/4

**नोट :** प्रत्येक खण्ड में दो प्रश्न हैं। प्रत्येक खण्ड से एक प्रश्न करना है। प्रत्येक प्रश्न  $7\frac{1}{2}$  अंकों का है। विस्तृत उत्तर अपेक्षित है।

#### Section - B

खण्ड - ब

2. Discuss in a dequacy of wave theory in the explanation of the phenomena of photoelectric effect, how this problem was resolved give necessary relations and figures.

$7\frac{1}{2}$

प्रकाश-वैद्युत प्रभाव की व्याख्या में तरंग सिद्धान्त की अपर्याप्तता पर चर्चा कीजिये, इस समस्या का समाधान किस प्रकार हुआ। आवश्यक सूत्र एवं चित्र दीजिये।

3. (a) X rays of wavelength  $0.1\text{\AA}$  are scattered through  $60^\circ$  find wavelength of scattered X-rays and maximum kinetic energy of the recoil electron.
- (b) Why along side X-rays of higher wavelength, X-rays of incident wavelength also present in Compton scattering.
- (c) Calculate the uncertainty in the velocity of a free electron confined in a sphere of the radius  $10^{-10}$  meter. Plancks con-

US-4521/5

P.T.O.

stant =  $6.63 \times 10^{-34}$  Js Electron's mass  
=  $9.1 \times 10^{-31}$  Kg.  $4 + 1\frac{1}{2} + 2 = 7\frac{1}{2}$

(अ)  $0.1 \text{ \AA}$  की एक्स किरणें  $60^\circ$  से प्रकीर्णित होती हैं तो प्राप्त कीजिये : प्रकीर्णित एक्स किरणों की तरंगदैर्घ्य एवं प्रतिक्षिप्त रिफ्लेक्टिबिलिटी (इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा)

(ब) काम्पटन प्रकीर्णन से प्राप्त अधिक तरंगदैर्घ्य की, एक्स किरणों के साथ-साथ आपतित तरंगदैर्घ्य की एक्स किरणें क्यों प्राप्त होती हैं।

(स)  $10^{-10}$  मी. की त्रिज्या के गोले में सीमित एक मुक्त इलेक्ट्रॉन के वेग में अनिश्चितता का आकलन कीजिये। प्लांक नियतांक =  $6.63 \times 10^{-34}$  जू.से.

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान =  $9.1 \times 10^{-31}$  कि.ग्रा.

#### Section - C

##### खण्ड - स

4. What are the conditions for an acceptable (well-behaved) wave function. Explain the condition of normalization of a wave function. Obtain time dependent form of Schrodinger's equation.  $2 + 1 + 4\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$
- वेल-बिहेव्ड (स्वीकार्य) तरंग फलन हेतु क्या शर्तें हैं। तरंग फलन के प्रसामान्यीकरण नार्मनाइजेशन की शर्त को समझाइये। श्रोडिंजर समीकरण के कालाश्रित (समय पर निर्भर) स्वरूप को प्राप्त कीजिये।

US-4521/6

5. What do you understand by expectation values of dynamical variables. State and prove Eherenfest's theorem.  $2 + 5\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$
- गतिक चर राशियों के अपेक्षित मान से आप क्या समझते हैं। एरेनफेस्ट प्रमेय (थ्योरम) को लिखिये एवं सिद्ध कीजिये।

#### Section - D

##### खण्ड - द

6. How alkali spectra are different from hydrogen atom spectra. Explain four main spectral series in alkali atom spectra by giving relations and selection values. Explain fine structure of sodium D lines.  $1\frac{1}{2} + 4 + 2 = 7\frac{1}{2}$
- क्षारीय वर्णक्रम किस प्रकार हाइड्रोजन परमाणु के वर्णक्रम से भिन्न है। सूत्र एवं वर्णन नियम (सेलेक्शन रूल) देते हुए क्षारीय परमाणु वर्णक्रम की चार प्रमुख श्रेणियों को समझाइये। सोडियम डी (D) रेखाओं की सूक्ष्म संरचना को समझाइये।
7. Write notes on :  $4 + 3\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$
- (a) L-S and J-J couplings  
(b) Mosley's law and its contribution  
निम्न पर टिप्पणी लिखिये :  
(अ) एल-एस तथा जे-जे युग्मन  
(ब) मोसले का नियम तथा इनका योगदान।

US-4521/7

P.T.O.

## Section - E

### खण्ड - इ

8. Describe main features of pure rotational band spectra considering quantisation of rotational energies and selection rules. Though pure rotational band spectra not obtained for homonuclear diatomic molecules; yet, rotational Raman spectra is obtained explain.

$$6 + 1\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$$

घूर्णीय ऊर्जा के क्वान्टीकरण तथा वरण नियमों को ध्यान में रखते हुए शुद्ध घूर्णीय बैंड वर्णक्रम की मुख्य विशेषताओं का वर्णन कीजिये। यद्यपि समन्यूक्लीय अणुओं के लिये शुद्ध घूर्णीय वर्णक्रम प्राप्त नहीं होता तथापि घूर्णीय रमन वर्णक्रम प्राप्त होता है, समझाइये।

9. Discuss in detail the origin and main features of electronic-vibrational molecular spectra. What do you understand by dissociation limit for electronic states.

$$6 + 1\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$$

इलेक्ट्रॉनिक-कंयनिक आणविक वर्णक्रम की उत्पत्ति एवं मुख्य विशेषताओं पर विस्तार में चर्चा कीजिये। इलेक्ट्रॉनिक स्तरों की, वियोजन सीमा से आप क्या समझते हैं।

**US-4521/8**