

Reg. No. : .....

Code No. : 30563 B Sub. Code : SMPH62

B.Sc. (CBCS) DEGREE EXAMINATION,  
APRIL 2020.

Sixth Semester

Physics – Core

QUANTUM MECHANICS

(For those who joined in July 2017 onwards)

Time : Three hours

Maximum : 75 marks

PART A — (10 × 1 = 10 marks)

Answer ALL questions.

Choose the correct answer :

1. கரும்பொருளொன்றின் உறிஞ்சும் திறன் \_\_\_\_\_,  
உமிழ் திறன் \_\_\_\_\_.

(அ) 1, 0

(ஆ) 0, 1

(இ) 1, 1

(ஈ) 0, 0

For a black body, absorptivity is \_\_\_\_\_ and  
emissivity is \_\_\_\_\_.

(a) 1, 0

(b) 0, 1

(c) 1, 1

(d) 0, 0

2. அணு ஒன்றின் சராசரி வெப்ப ஆற்றல்

(அ)  $kT$  (ஆ)  $3kT$

(இ)  $k/T$  (ஈ)  $3T/k$

Mean thermal energy of an atom is

(a)  $kT$  (b)  $3kT$

(c)  $k/T$  (d)  $3T/k$

3. கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளில் எது சரியானது?

(அ)  $E^2 = c^4 p^2 + m_o^2 c^2$  (ஆ)  $E^2 = c^2 p^4 + m_o^2 c^2$

(இ)  $E^2 = c^4 p^2 - m_o^2 c^4$  (ஈ)  $E^2 = c^2 p^2 + m_o^2 c^4$

In the following equations, which one is true?

(a)  $E^2 = c^4 p^2 + m_o^2 c^2$  (b)  $E^2 = c^2 p^4 + m_o^2 c^2$

(c)  $E^2 = c^4 p^2 - m_o^2 c^4$  (d)  $E^2 = c^2 p^2 + m_o^2 c^4$

4. அலைக்குழுத் திசைவேகத்திற்கும், அலைக்கட்டத் திசைவேகத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பு

(அ)  $v_g = v_p - \lambda \frac{dv_p}{d\lambda}$  (ஆ)  $v_g = v_p + \lambda \frac{dv_p}{d\lambda}$

(இ)  $v_p = \lambda v_g - \frac{dv_g}{d\lambda}$  (ஈ)  $v_p = v_g - \frac{dv_g}{d\lambda}$

The relationship between group velocity and phase velocity is

(a)  $v_g = v_p - \lambda \frac{dv_p}{d\lambda}$  (b)  $v_g = v_p + \lambda \frac{dv_p}{d\lambda}$   
(c)  $v_p = \lambda v_g - \frac{dv_g}{d\lambda}$  (d)  $v_p = v_g - \frac{dv_g}{d\lambda}$

5.  $\hbar$  என்ற மாறிலியின் மதிப்பு

(அ)  $1.504 \times 10^{-13} \text{ Js}$  (ஆ)  $1.054 \times 10^{-31} \text{ Js}$   
(இ)  $1.045 \times 10^{-13} \text{ Js}$  (ஈ)  $1.504 \times 10^{-31} \text{ Js}$

The value of  $\hbar$  is

(a)  $1.504 \times 10^{-13} \text{ Js}$  (b)  $1.054 \times 10^{-31} \text{ Js}$   
(c)  $1.045 \times 10^{-13} \text{ Js}$  (d)  $1.504 \times 10^{-31} \text{ Js}$

6. ஃபோர் முதலாம் சுற்றுவட்ட பாதையின், கணக்கிடப்பட்ட ஆரம்

(அ)  $5.3 \times 10^{11} \text{ m}$  (ஆ)  $3.5 \times 10^{11} \text{ m}$   
(இ)  $0.053 \times 10^{-11} \text{ nm}$  (ஈ)  $5.3 \times 10^{11} \text{ nm}$

The calculated value of radius of the first Bohr Orbit is

(a)  $5.3 \times 10^{11} \text{ m}$  (b)  $3.5 \times 10^{11} \text{ m}$   
(c)  $0.053 \times 10^{-11} \text{ nm}$  (d)  $5.3 \times 10^{11} \text{ nm}$

7. நேர்கோட்டு உந்தத்தின் குவாண்டம் செயலி

(அ)  $-i\hbar r \times \nabla$  (ஆ)  $i\hbar \times \nabla$

(இ)  $i\hbar \nabla$  (ஈ)  $-i\hbar \nabla$

Quantum operator of linear momentum

(a)  $-i\hbar r \times \nabla$  (b)  $i\hbar \times \nabla$

(c)  $i\hbar \nabla$  (d)  $-i\hbar \nabla$

8. ஆற்றலின் குவாண்டம் செயலி

(அ)  $-i\hbar r \times \nabla$  (ஆ)  $-i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$

(இ)  $i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$  (ஈ)  $i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$

Quantum operator of linear momentum

(a)  $-i\hbar r \times \nabla$  (b)  $-i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$

(c)  $i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$  (d)  $i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$

9. இலாப்லேசியன் செயலி

(அ)  $\nabla^1$  (ஆ)  $\nabla^2$

(இ)  $\nabla^3$  (ஈ)  $\nabla^{-2}$

Laplacian operator is

- (a)  $\nabla^1$  (b)  $\nabla^2$   
(c)  $\nabla^3$  (d)  $\nabla^{-2}$

10. தரைமட்ட ஆற்றல் மதிப்பு

- (அ)  $\frac{1}{2}\hbar\omega$  (ஆ)  $\frac{3}{2}\hbar\omega$   
(இ)  $\frac{1}{2}h\omega$  (ஈ)  $\frac{3}{2}h\omega$

Ground state energy value is

- (a)  $\frac{1}{2}\hbar\omega$  (b)  $\frac{3}{2}\hbar\omega$   
(c)  $\frac{1}{2}h\omega$  (d)  $\frac{3}{2}h\omega$

PART B — (5 × 5 = 25 marks)

Answer ALL questions, choosing either (a) or (b).

Each answer should not exceed 250 words.

11. (அ) பிளாங்கின் கதிர்வீச்சு விதியின் தொடர்ச்சியாய், வியன் இடப்பெயர்ச்சி விதியை வருவி.

Derive Wien's displacement law as a consequence of Planck's radiation law.

Or

(ஆ) ஒரு உலோக பரப்பில் ஏற்படும் ஒளிமின் விளைவில், ஒளிமின்மங்களின் பெருமத் திசைவேகத்திற்கும் ( $V_{\max}$ ) தடுப்பு மின்னழுத்தத்திற்கும் ( $V$ ) இடையேயான தொடர்பு  $V_{\max} = 5.927 \times 10^5 \sqrt{V_0}$  என்று நிரூபிக்க.

Prove that in the photo-electric effect from a metal surface, the maximum velocity of photo-electrons is related to the stopping potential by the equation  $V_{\max} = 5.927 \times 10^5 \sqrt{V_0}$ .

12. (அ) உருப்பொருள் அலைகள் பற்றிய தி ப்ராக்லியின் கருதுகோள்களை விளக்குக.

Describe the de Broglie's hypothesis for matter waves.

Or

- (ஆ)  $\frac{3}{5}c$  திசைவேகத்தில் நகரும் எதிர் மின் துகளொன்றின் தி ப்ராக்லி அலைநீளத்தை கணக்கிடுக.

Calculate the de Broglie wavelength of an electron moving with a velocity of  $\frac{3}{5}c$ .

13. (அ) ஒரு பெட்டகதினுள் இயங்கும் ஒரு துகளின் சாத்தியப்படும் குறைந்தபட்ச இயக்க ஆற்றலை கணிக்க.

Predict the lowest possible Kinetic energy of a particle in a box.

Or

(ஆ) எதிர் மின் துகளொன்றின் வேகம் 300 m/s என்று 0.01% துல்லியத்துடன் கணக்கிடப்பட்டால், அதன் இருப்பிடத்தின் துல்லியம் என்னவாக இருக்கும்?

If the speed of an electron is measured as 300 m/s with the accuracy of 0.01%, what will the accuracy of its position be?

14. (அ) குவாண்டம் இயக்கவியலின் முற்கோள்களை சுருக்கி எழுதுக.

Brief the postulates of quantum mechanics.

Or

(ஆ) ஒற்றை பரிமானத்தில், காலம் சாரா இச்ரோடிஞ்சரின் அலைச் சமன்பாட்டினை வருவி.

Derive the one dimensional time independent Schrodinger wave equation.

15. (அ) முடிவிலா ஆழம் கொண்ட ஒற்றை பரிமான நிலையாற்றல் கிணற்றினுள் துகளொன்றின் அலை இயக்கத்தை, அதன் இயக்கச் சமன்பாட்டினையும், அதன் தீர்வையும் கொண்டு ஆய்க.

Inspect the motion of a particle in an infinitely deep 1-D potential well using its wave equation and its solution.

Or

(ஆ)  $1 \text{ \AA}$  பக்களவு கொண்ட ஒற்றை பரிமான நிலையாற்றல் பெட்டகத்தினுள் இயங்கும் எதிமின்துகளின் சிறும ஆற்றல் மதிப்பினைக் காண்க.

Find the lowest energy of an electron confined to move in 1-D potential box of length  $1 \text{ \AA}$ .

PART C — (5 × 8 = 40 marks)

Answer ALL questions, choosing either (a) or (b).

Each answer should not exceed 600 words.

16. (அ) கரும்பொருள் கதிர்வீச்சினையும் அதன் நிறமாலையில் உள்ள ஆற்றல் பகிர்வினையும் விளக்குக.

Explain the black body radiation and distribution of energy in its spectrum.

Or

- (ஆ) 1 முதல் 4 வரை முதன்மை குவாண்டம் எண்களை கொண்ட ஃபோர் சுற்றுவட்ட பாதைகளில் எதிர்மின்துகளொன்றின் சாத்தியப்படும் ஆற்றல் மட்டங்களின் மதிப்புகளை கணக்கிடுக. தன்வெப்ப ஏற்பு பற்றிய அய்ன்ஸ்டீனின் குவாண்டம் கொள்கையை சுருக்கி எழுதுக.

Calculate the energy values of an electron in Bohr orbits having principal quantum number n from 1 to 4. Brief the Einstein's quantum theory of specific heat.

17. (அ) எதிர் மின் துகள்களின் விளிம்பு விளைவினை பற்றிய அறிதலில், டேவிசன் & செர்மரின் பரிசோதனையை விவரிக்க. மேலும், ஆய்வின் முடிவுகள் பற்றி விவாதிக்க.

Explain the Davison & Germer's experiment on the study of diffraction of electrons. Discuss the results.

Or



- (ஆ) இயக்கத்தில் உள்ள துகளொன்றினை அலைபெட்டகமாக விளக்குக.

Explain a particle in motion by a wave packet.

18. (அ) காமா கதிர் நுண்ணோக்கி பற்றிய, சிந்தனை அளவில் உள்ள பரிசோதனையை விவரிக்க.

Explain the Gamma ray microscope thought experiment.

Or

- (ஆ) நிரூபிக்க :  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$  . மேலும் அது குறிப்பிடும் இயற்பியல் பொருள் விளக்கத்தை தருக.

Prove :  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$  , and also give its physical significance.

19. (அ) எரென்பெசுட்டின் தேற்றத்தின் அறிக்கையை எழுதுக. மேலும் நிரூபிக்க.

Write the statement of Ehrenfest's theorem and also prove.

Or

- (ஆ) அலைச் சார்பின் இயற்பொருள் விளக்கத்தையும், வரைவு எல்லைகளையும் தருக. அலைச் சார்பின் சீராக்கம் பற்றி சுருக்கி எழுதுக.

Give the physical interpretation of the wave function and its limitations. Brief the normalization of wave function.

20. (அ) செவ்வக நிலையாற்றல் கிணறு பற்றி விளக்குக.

Explain the rectangular potential well.

Or

(ஆ) ஒற்றை பரிமான எளிய சீரிசை அலையியற்றியின் குவாண்டம் இயக்க அலைச் சமன்பாட்டினை வருவித்து எளிமைபடுத்து. அதன் மொத்த ஆற்றல் மதிப்பினைக் கணக்கிடுக.

Derive the simplify the wave equation for an 1-D Simple Harmonic Oscillator in quantum mechanics. Calculate its total energy  $E_n$ .

---