

4 SEM TDC PHY G 1

2016

(May)

PHYSICS

(General)

Course : 401



Quantum Mechanics and Mathematical Physics)

Full Marks : 56

Pass Marks : 22/17

Time : 2½ hours

The figures in the margin indicate full marks
for the questions

1. শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা :

1×5=5

Choose the correct answer :

(a) নিম্নোক্ত কোনটো পৰিঘটনাই পোহৰৰ কণিকা প্ৰকৃতি
প্ৰতিষ্ঠা কৰে ?

Which of the following phenomena
establishes the particle nature of light?

(i) সমাৰোপণ

Interference

(ii) কম্পটন পৰিঘটনা

Compton effect

(iii) অপৰ্যতন

Diffraction

(iv) প্ৰতিফলন

Reflection

(2)

(b) ইলেক্ট্রন বশ্মি এটাৰ ক্ষেত্ৰত নিম্নোক্ত কোনটো সত্য ?

Which of the following is true in case of an electron beam?

(i) ইলেক্ট্রন বশ্মিৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য দৃশ্যমান পোহৰৰ পৰিসৰত থাকে

Wavelength of electron beam falls in the range of that of visible light

(ii) তৰংগদৈৰ্ঘ্য ধ্ৰুৱক

Wavelength is fixed

(iii) বিদ্যুৎ ক্ষেত্ৰ প্ৰয়োগ কৰি তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ পৰিৱৰ্তন কৰিব পাৰি

Wavelength can be changed by applying electric field

(iv) ইলেক্ট্রন বশ্মিৰ ক্ষেত্ৰত তৰংগদৈৰ্ঘ্য অপ্ৰাসংগিক

Wavelength is irrelevant in case of electron beam

(c) নিম্নোক্ত কোনটো শক্তি অপাৰেটৰ ?

Which one of the following is energy operator?

(i) $i\hbar\vec{\nabla}$

(ii) $-i\hbar\vec{\nabla}$

(iii) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

(iv) $-i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

(3)

(d) What is the value of $\vec{\nabla} \times \vec{r}$ where $(\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})$?

(i) $3\hat{i}$

(ii) $3\vec{r}$

(iii) $\vec{0}$

(iv) \vec{r}

(e) নিম্নোক্ত কোনটো সমসত্ত্ব সমীকৰণ ?

Which one of the following is a homogeneous equation?

(i) $\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} + y = e^x$

(ii) $2\frac{d^2y}{dx^2} + 6\frac{dy}{dx} - 18y = 0$

(iii) $\frac{d^2y}{dx^2} - y = \sin x$

(iv) $\frac{d^2y}{dx^2} - 9y = \infty$

2. (a) সবলবেখা এডালৰ দিশত v বেগেৰে গতিশীল m ভৰৰ কণা এটাৰ শক্তি $E = \frac{1}{2}mv^2$. দেখুওৱা যে $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$, য'ত $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$, Δx হ'ল অৱস্থানৰ অনিশ্চয়তা।

The energy of a particle of mass m moving along a straight line with velocity v is $E = \frac{1}{2}mv^2$. Show that $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$, where $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$, Δx being the position uncertainty.

- (b) ডেভিচন-গাৰ্মাৰৰ পৰীক্ষাটো বৰ্ণনা কৰা।

Describe the Davisson-Germer experiment.

- (c) 5 \AA আকাৰৰ বস্তু এটা প্ৰত্যক্ষ কৰিবৰ বাবে ব্যৱহৃত (i) ফ'টন এটাৰ নিম্নতম শক্তি আৰু (ii) ইলেক্ট্ৰন এটাৰ নিম্নতম শক্তি কিমান হ'ব লাগিব?

3+3=6

For viewing an object with 5 \AA in size, what is the (i) minimum energy of photon and (ii) minimum energy of electron that can be used?

(Continued)

3. (a) বৈখিক অপাৰেটৰৰ সংজ্ঞা দিয়া। দুটা বৈখিক অপাৰেটৰৰ কম্যুটেটৰ কি? $[x, p_x]$ আৰু $[y, p_x]$ নিৰ্ণয় কৰা, য'ত x, y অৱস্থান স্থানাংক আৰু p_x বৈখিক ভৰবেগৰ x উপাংশ।

1+1+2+2=6

Define linear operator. What is commutator of two linear operators? Determine $[x, p_x]$ and $[y, p_x]$, where x, y are position coordinates and p_x is x component of linear momentum.

- (b) L দৈৰ্ঘ্যৰ একমাত্রিক বাকচ এটাত আৱদ্ধ ইলেক্ট্ৰন এটাৰ শক্তি আৰু তৰংগ ফলন নিৰ্ণয় কৰা। মুক্ত ইলেক্ট্ৰন এটা আৱদ্ধ হ'লে ইলেক্ট্ৰনটোৰ ধৰ্মৰ কিদৰে পৰিৱৰ্তন হয়? এই পৰিৱৰ্তনৰ মূল কাৰণ কি বুলি ভাবা?

6+2+1=9

Find the energy and wave functions of an electron confined in an one-dimensional box of size L . How does the confinement change the behaviour of a free electron? What do you think the root cause for this change?

4. (a) ভেক্টৰ ক্ষেত্ৰ এখনৰ বৈখিক, পৃষ্ঠ আৰু আয়তন অনুকলৰ সংজ্ঞা দিয়া। কোনটো সূত্ৰই আয়তন অনুকল আৰু পৃষ্ঠ অনুকলৰ মাজত সম্বন্ধ স্থাপন কৰে? চিত্ৰ সহকাৰে এই সূত্ৰটো চমুকৈ ব্যাখ্যা কৰা।

3+1+2=6

Define line, surface and volume integral of a vector field. Which theorem relates volume integral to surface integral? Briefly explain this theorem with diagram.

(Turn Over)

(6)

(b) প্রমাণ কৰা যে $\iint_S \vec{r} \cdot \hat{n} dS = 3V$, য'ত V হ'ল S পৃষ্ঠই

আৱৰি ৰখা আয়তন আৰু অন্য প্ৰতীকবিলাকে সাধাৰণ অৰ্থ বহন কৰিছে।

Prove that $\iint_S \vec{r} \cdot \hat{n} dS = 3V$, where V is the volume enclosed by the surface S and other symbols have their usual meaning.

(c) যদি বল $\vec{F} = 3xy\hat{i} - y^2\hat{j}$ এ x - y সমতলত কণা এটাক $y = x^2$ বক্ৰৰ দিশত $(0, 0)$ -ৰ পৰা $(1, 1)$ বিন্দুলৈ স্থানান্তৰ কৰে, তেন্তে কাৰ্যৰ পৰিমাণ গণনা কৰা।

If force $\vec{F} = 3xy\hat{i} - y^2\hat{j}$ displaces a particle in the x - y plane from $(0, 0)$ to $(1, 1)$ along the curve $y = x^2$, then calculate the work done.

(d) দেখুওৱা যে $(0, 0)$ বিন্দুক আৱদ্ধ নকৰা যি কোনো ক্ষেত্ৰত $\vec{F} = (-y\hat{i} + x\hat{j}) / (x^2 + y^2)$ এটা সংৰক্ষণশীল বল ক্ষেত্ৰ।

Show that $\vec{F} = (-y\hat{i} + x\hat{j}) / (x^2 + y^2)$ is a conservative force field in any region excluding $(0, 0)$.

(7)

5. নিম্নোক্ত অৱকল সমীকৰণসমূহ সমাধান কৰা :

3×3=9

Solve the following differential equations :

(i) $\frac{dy}{dx} + 3y = 8, y(0) = 2$

(ii) $\frac{dy}{dx} - 2y = x^2$

(iii) $\frac{d^2y}{dx^2} + 9y = 0$

