

Тестовые задания по курсу «Введение в квантовую физику».

Тема №1. Волны.

1.1 ||Закон движения частиц в бегущей волне имеет вид: $y(x, t) = 5 \sin(30\pi t - \pi x/8)$.

Координата x измеряется в метрах, время t – в секундах. Найти длину волны.

- |16 м
- |8 м
- |4 м
- |24 м
- |12 м

1.2 ||Закон движения частиц в бегущей волне имеет вид: $y(x, t) = 10 \cos(20\pi t - \pi x/16)$.

Координата x измеряется в метрах, время t – в секундах. Найти скорость волны.

- |320 м/с
- |160 м/с
- |640 м/с
- |20 м/с
- |1,25 м/с

1.3 ||Закон движения частиц в стоячей волне имеет вид: $y(x, t) = 5 \cos(5x) \sin(300t)$.

Координата x измеряется в метрах, время t – в секундах. Найти скорость бегущей волны.

- |60 м/с
- |300 м/с
- |120 м/с
- |20 м/с
- |5 м/с

1.4 ||Закон движения частиц в стоячей волне имеет вид: $y(x, t) = 5 \cos(\pi x/4) \sin(16\pi t)$.

Координата x измеряется в метрах, время t – в секундах. Найти длину стоячей волны.

- |4 м
- |8 м
- |2 м
- |16 м
- |0,25 м

1.5 ||Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрической составляющей волны $E_m = 50$ мВ/м, частота $\nu = 100$ МГц. Найти значение плотности тока смещения.

- |0.2 мА/м²
- |0.1 мА/м²
- |0.3 мА/м²

- |0.4 мА/м²
- |0.5 мА/м²

1.6 ||Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрической составляющей волны $E_m = 50$ мВ/м, частота $\nu = 100$ МГц. Найти среднюю за период колебания плотность потока энергии.

- |3.3 мВт/м²
- |1.1 мВт/м²
- |2.2 мВт/м²
- |4.4 мВт/м²
- |5.5 мВт/м²

1.7 ||Шар радиус $R=50$ см находится в немагнитной среде с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. В среде распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряженности электрической составляющей которой $E_m = 200$ В/м. Какая энергия падает на шар за время $t=1$ мин?

- |5 кДж
- |1 кДж
- |2 кДж
- |3 кДж
- |4 кДж

Тема №2. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.

2.1 ||Средняя длина волны излучения лампочки накаливания с металлической спиралью равна 1200 нм. Найти число фотонов, испускаемых 200-ваттной лампочкой в единицу времени.

- | $1,2 \cdot 10^{21}$
- | $1,2 \cdot 10^{12}$
- | $2,4 \cdot 10^{21}$
- | $2,4 \cdot 10^{12}$
- | $0,2 \cdot 10^{18}$

2.2 ||Лазер излучил в импульсе длительности $\tau = 0,13$ мс пучок света с энергией $W = 10$ Дж. Найти давление такого светового импульса, если его сфокусировать в пятнышко диаметра $d = 10$ мкм на поверхность с коэффициентом отражения $R = 0,5$.

- |5 МПа
- |1 МПа
- |2 МПа
- |3 МПа
- |4 МПа

2.3 ||Плоская световая волна интенсивности $I = 0,70 \text{ Вт} / \text{см}^2$ освещает шар с абсолютно зеркальной поверхностью. Радиус шара $R = 5,0 \text{ см}$. Найти с помощью корпускулярных представлений силу светового давления, испытываемую шаром.

- |0.18 мкН
- |0.9 мкН
- |0.6 мкН
- |0.3 мкН
- |0.1 мкН

2.4 ||Работа выхода для серебра равна $A_{\text{вых}} = 4,28 \text{ эВ}$. Определить, до какого потенциала зарядится серебряный шарик, удаленный от других тел, если его облучить монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

- |8 В
- |2 В
- |4 В
- |16 В
- |32 В

2.5 ||Фотон с энергией 250 кэВ рассеялся под углом $\theta = 120^\circ$ на первоначально покоившемся свободном электроны. Определить энергию рассеянного фотона.

- |144 кэВ
- |81 кэВ
- |121 кэВ
- |169 кэВ
- |196 кэВ

2.6 ||Фотон с импульсом $P = 1,02 \text{ МэВ} / c$, где c – скорость света, рассеялся на покоившемся свободном электроны, в результате чего импульс фотона стал $P' = 0,255 \text{ МэВ} / c$. Под каким углом рассеялся фотон? Ответ укажите в градусах.

- |120
- |30
- |60
- |160
- |240

Тема №3. Волновые свойства частиц. Волны де-Бройля.

3.1 ||Найдите волновое число свободного электрона, энергия которого равна $E = 250 \text{ эВ}$.

- |1,26 нм⁻¹

- |2,52 нм⁻¹
- |12,6 нм⁻¹
- |35,2 нм⁻¹
- |55,4 нм⁻¹

3.2 ||Найдите длину волны свободного нейтрона, движущегося со скоростью $v = 0.1c$. Масса покоя нейтрона равна $m = 1.66 \cdot 10^{-27}$ кг.

- |1,33·10⁻¹⁴ м
- |0,68·10⁻¹⁴ м
- |2,66·10⁻¹⁴ м
- |1,33·10⁻¹² м
- |2,66·10⁻¹² м

3.3 ||Найдите длину волны де-Бройля атомов гелия, движущихся при $T = 300$ К с наивероятнейшей скоростью.

- |0,89 пм
- |0,056 пм
- |0,067 пм
- |1,6 пм
- |8,9 мп

3.4 ||На дифракционную решетку с периодом d падает нормально пучок электронов. Импульсы электронов равны p . Наблюдается дифракция электронов. Чему равны возможные проекции импульсов электронов p_x на направление ОХ, перпендикулярное направлению движения электронов до их попадания на дифракционную решетку?

- | $p_x = nh; n = 0, 1, 2, \dots; nh \geq p$
- | $p_x = \pm n / h; n = 0, 1, 2, \dots; n / h \leq p$
- | $p_x = n / h; n = 0, 1, 2, \dots; n / h \leq p$
- | $p_x = \pm nh; n = 0, 1, 2, \dots; nh \leq p$
- | $p_x = nh; n = 0, 1, 2, \dots; nh \leq p$

3.5 ||Параллельный пучок электронов, движущихся с одинаковой скоростью, падает нормально на диафрагму с узкой прямоугольной щелью ширины $b = 3$ мкм. Определите скорость v электронов, если на экране, отстоящем от щели на расстоянии $L = 50$ см, ширина H центрального дифракционного максимума равна 0,45 мм.

- |0,66·10⁶ м/с
- |1,33·10⁶ м/с
- |2,66·10⁶ м/с
- |0,66·10⁷ м/с
- |1,33·10⁷ м/с

3.6 ||Определите, какую энергию необходимо сообщить свободному нерелятивистскому электрону, чтобы длина его волны де-Бройля $\lambda_{дБ}$ уменьшилась в n раз?

$$| E = (n-1) \frac{hc}{\lambda_{дБ}}$$

$$| E = (n+1) \frac{hc}{\lambda_{дБ}}$$

$$| E = (n) \frac{hc}{\lambda_{дБ}}$$

$$| E = \frac{n}{2} \frac{hc}{\lambda_{дБ}}$$

$$| E = \frac{(n-1)}{2} \frac{hc}{\lambda_{дБ}}$$

Тема №4. Вероятностный характер квантовомеханических величин. Соотношения неопределенностей.

4.1 ||Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода имеет вид $\psi(r) = A \exp[-r/r_1]$, где A – некоторая постоянная, r_1 – первый боровский радиус. Найти наиболее вероятное расстояние между электроном и ядром.

$$| r_1$$

$$| 2r_1$$

$$| 2r_1/3$$

$$| 3r_1$$

$$| 3r_1/2$$

4.2 Оценить наименьшую ошибку, с которой можно определить скорость прямолинейного движения шарика массы 1 мг, если координата центра шарика установлены с неопределенностью 1 мкм.

$$| 1 \cdot 10^{-20} \text{ см/с}$$

$$| 1 \cdot 10^{-19} \text{ см/с}$$

$$| 1 \cdot 10^{-21} \text{ см/с}$$

$$| 1 \cdot 10^{-22} \text{ см/с}$$

$$| 1 \cdot 10^{-23} \text{ см/с}$$

4.3 ||Оценить с помощью соотношения неопределенностей неопределенность проекции на ось ОХ скорости электрона в атоме, полагая размер атома $l = 0.1$ нм.

$$| 10^6 \text{ м/с}$$

$$| 10^5 \text{ м/с}$$

$$| 10^7 \text{ м/с}$$

$$| 10^8 \text{ м/с}$$

| 10^9 м/с

4.4 ||Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $l=0.2$ нм.

| $1.6 \cdot 10^{-19}$

| $0.8 \cdot 10^{-19}$

| $3.2 \cdot 10^{-19}$

| $3.2 \cdot 10^{-18}$

| $1.6 \cdot 10^{-23}$

4.5 ||Параллельный пучок атомов водорода со скоростью $v=600$ м/с падает нормально на диафрагму с узкой щелью, за которой на расстоянии $l=1$ м расположен регистрирующий экран. Оценить с помощью соотношения неопределенностей ширину щели, при которой ширина изображения ее на экране будет минимальной.

|0.01 мм

|1 мм

|0.1 мм

|0.001 мм

| 10^{-4} мм

4.6 || Свободный электрон был локализован в области размером $l=0.1$ нм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей время, за которое ширина соответствующего волнового пакета

| 10^{-16} с

| 10^{-15} с

| 10^{-17} с

| 10^{-18} с

| 10^{-19} с

Тема №5. Атом

5.1 ||Радиус n -орбиты водородоподобного иона:

$$|r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2Z}n^2$$

$$|r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2Z}n$$

$$|r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2}n^2Z^2$$

$$|r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2}\left(\frac{Z}{n}\right)^2$$

$$|r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} n^2 Z$$

5.2 ||Чему равен радиус орбиты у атома водорода при $n=1$?

$$|r_1 = 0,5 \text{ \AA}$$

$$|r_1 = 10 \text{ \AA}$$

$$|r_1 = 10 \text{ нм}$$

$$|r_1 = 70 \text{ \AA}$$

$$|r_1 = 5 \text{ \AA}$$

5.3 ||Энергия связи электрона в основном состоянии у иона He^+ :

$$|W = 54,4 \text{ эВ}$$

$$|W = 13,6 \text{ эВ}$$

$$|W = 27,2 \text{ эВ}$$

$$|W = 5,4 \text{ эВ}$$

$$|W = 1,4 \text{ эВ}$$

5.4 ||Головная линия серии Лаймана для атомарного водорода

$$|\lambda \approx 121 \text{ нм}$$

$$|\lambda \approx 13,6 \text{ нм}$$

$$|\lambda \approx 1,36 \text{ нм}$$

$$|\lambda \approx 12,1 \text{ нм}$$

$$|\lambda \approx 1,2 \text{ мкм}$$

5.5 ||Энергия связи электрона в основном состоянии атома He равна $W_0 = 24,6 \text{ эВ}$. Энергия необходимая для удаления обоих электронов:

$$|W = 79 \text{ эВ}$$

$$|W = 49,2 \text{ эВ}$$

$$|W = 38,2 \text{ эВ}$$

$$|W = 27,3 \text{ эВ}$$

$$|W = 13,6 \text{ эВ}$$

5.6 ||Циклическая частота третьей линии серии Бальмера равна $\omega = 1,736 \cdot 10^{16} \text{ рад/с}$. Чему равна энергия связи электрона в основном состоянии?

$$|W = 54,4 \text{ эВ}$$

$$|W = 27,2 \text{ эВ}$$

$$|W = 13,6 \text{ эВ}$$

$$|W = 105\text{B}$$

$$|W = 10.5\text{B}$$