

**Вариант 1.****Фотоэффект. Эффект Комптона**

1. Какой наименьшей скоростью теплового движения должны обладать свободные электроны в цезии ( $A = 1,9\text{эВ}$ ) для того, чтобы они смогли покинуть металл? ( $8,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ )
2. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен  $\pi/2$ . Найти энергию рассеянного фотона. ( $0,26\text{МэВ}$ )
3.  $\alpha$ -частица движется по окружности радиусом  $0,83\text{см}$  в однородном магнитном поле, напряженность которого  $250\text{Э}$  ( $1\text{Э} = 10^3/(4\pi)\text{А/м}$ ). Найти длину волны де Бройля для этой частицы. ( $10\text{пм}$ )

**Уравнение Шредингера**

1. Частица находится в потенциальном ящике. Вычислить вероятность найти частицу в первом возбужденном состоянии в первой трети ящика.
2. Электрон находится в потенциальном ящике шириной  $0,6\text{нм}$ . Определить наименьшую разность энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
3. Какое максимальное число s-электронов может находиться в электронном M-слое атома?

**Ядерная физика**

1. Какое количество свинца образуется из  $1\text{г}$  урана в течении года? ( $1,34 \cdot 10^{-10}\text{г}$ )
2. Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа сурьмы  ${}_{51}\text{Sb}^{133}$  после четырех  $\beta$ -распадов?
3. Найти (в МэВ) энергию связи ядра атома алюминия  ${}_{13}\text{Al}^{27}$ .

**Вариант 2.****Фотоэффект. Эффект Комптона**

1. Определить наибольшую длину световой волны, при которой может иметь место фотоэффект для платины ( $A = 5,3\text{эВ}$ ). ( $1,97 \cdot 10^{-5}\text{см}$ )
2. Длина волны падающего кванта равна  $0,003\text{нм}$ . Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии кванта под углом  $60^\circ$ ? ( $120\text{кэВ}$ )
3. Найти длину волны де Бройля для электронов прошедших разность потенциалов: 1)  $1\text{В}$ ; 2)  $100\text{В}$ . ( $1,23\text{нм}$ ;  $0,123\text{нм}$ )

**Уравнение Шредингера**

1. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид  $\psi(r) = Ce^{-r/a}$ , где  $a = 4\pi\epsilon_0(\hbar/2\pi)^2/(e^2m)$  (боровский радиус). На каком расстоянии от центра атома плотность вероятности нахождения электрона равна  $1/3$  максимальной плотности вероятности.
2. В потенциальный ящик шириной  $10\text{см}$  поместили частицу массой  $10^{-23}\text{г}$ . Будет ли спектр этой частицы дискретным? Почему?
3. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены K, L-слои, 3s-оболочка полностью, а 3p-оболочка - на три четверти. Что это за атом?

## Ядерная физика

1. Найти, какое количество радия, период полураспада которого 1620 лет распадается в течение суток из 1г чистого препарата. ( $1,17 \cdot 10^{-6} \text{г}$ )
2. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:  
1)  ${}_{13}\text{Al}^{27}(n,\alpha)\text{X}$ , 2)  ${}_{9}\text{Fe}^{19}(p,x){}_8\text{O}^{16}$ .
3. Найти (в МэВ) энергию связи ядра  ${}^3_1\text{H}$ .

### Вариант 3.

#### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. Работа выхода фотоэлектрона из поверхности металла равна  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{Дж}$ . Найти длину волны лучей, освещающих пластину металла, если вырываемые электроны имеют скорость  $6,3 \cdot 10^7 \text{см/с}$ . (587нм)
2. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%. (0,1МэВ)
3. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов, равную 51В. Найти длину волны де Бройля. (0,17нм)

#### Уравнение Шредингера

1. В одномерный потенциальный ящик шириной 1 поместили частицу. Вычислить во сколько раз вероятность нахождения частицы в основном состоянии в интервале  $1/4 < x < 1/2$  больше вероятности нахождения частицы во втором возбужденном состоянии в том же интервале.
2. Будет ли спектр электрона сплошным, если его поместить в потенциальный ящик шириной 20см? Почему?
3. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа  $n$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $m_s$ .

## Ядерная физика

1. Найти число распадов за 1с в 1г радия. ( $3,7 \cdot 10^{10}$ )
2. Найти энергию (в МэВ), освобождающуюся при ядерной реакции  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$
3. Определить массу нейтрального атома (в а.е.м.), если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи ядра равна 26,3МэВ. Что это за атом?

### Вариант 4.

#### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. Определить максимальную скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении цезия светом с длиной волны 400нм. ( $6,5 \cdot 10^5 \text{м/с}$ )
2. Определить угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно  $3,63 \cdot 10^{-10} \text{см}$ . ( $120^\circ$ )
3. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося при температуре  $20^\circ \text{C}$  с наиболее вероятной скоростью. (180пм)

### Уравнение Шредингера

1. Вычислить вероятность нахождения частицы в третьем возбужденном состоянии во второй трети ящика, если частица находится в потенциальном ящике.
2. Электрон находится в потенциальном ящике. Найти отношение разности энергий четвертого и третьего энергетических уровней к энергии частицы в состоянии с квантовым числом  $n = 3$ .
3. Написать формулу электронного строения атома серы S.

### Ядерная физика

1. Определить постоянную распада эманации радия, если период полураспада этого радиоактивного вещества равен 3,82 суток. ( $2,1 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ )
2. Найти энергию (МэВ) поглощенную при реакции  ${}_7\text{N}^{14} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_1\text{N}^1 + {}_8\text{O}^{17}$ .
3. Какую наименьшую энергию надо затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядро  ${}_3\text{Li}^7$ ?

### Вариант 5.

### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. Порог фотоэффекта для тантала составляет 297,4 нм. Какова работа выхода электрона в эВ? (4,18 эВ)
2. Длина волны падающего кванта равна  $3 \cdot 10^{-12}$  м. Найти энергию комптоновского электрона отдачи при рассеянии кванта под углом  $180^\circ$ . (256 кэВ)
3. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10 эВ. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные линейные размеры атома. (порядка  $10^{-10}$  м)

### Уравнение Шредингера

1. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид  $\psi(r) = C e^{-r/a}$ , где  $a = 4\pi\epsilon_0(\hbar/2\pi)^2/(e^2 m)$  (боровский радиус). Определить расстояние  $r$ , на котором плотность вероятности нахождения электрона равна половине максимальной.
2. Частица массой  $10^{-30}$  кг в потенциальном ящике шириной 0,3 нм. Вычислить разность энергий четвертого и пятого энергетических уровней частицы. Ответ выразить в электрон-вольтах.
3. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом  $n = 5$ . Указать число электронов в этом слое, которое имеют одинаковые квантовые числа  $m_s = -1/2$  и  $m = 0$ .

### Ядерная физика

1. Сколько атомов полония распадётся за сутки из одного миллиона атомов? (5000)
2. Какой изотоп образуется из  ${}_{90}\text{Th}^{232}$  после четырех  $\alpha$  и двух  $\beta$ -распадов?
3. Найдите (в МэВ) наименьшую энергию, необходимую для деления ядра углерода  ${}_6\text{C}^{12}$  на три одинаковые части.

**Вариант 6.****Фотоэффект. Эффект Комптона**

1. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия ( $A = 2,0\text{эВ}$ ) светом с длиной волны  $330\text{нм}$ . ( $1,75\text{В}$ )
2. Фотон с длиной волны  $0,0712\text{нм}$  испытывает комптоновское рассеяние на атоме углерода. Угол рассеяния равен  $90^\circ$ . Чему равно изменение длины волны фотона, если рассеивающей частицей является:  
1) электрон; 2) весь атом углерода?  
( $2,42 \cdot 10^{-10}\text{см}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-13}\text{см}$ )
3. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов  $200\text{В}$  имеет длину волны де Бройля, равную  $2,2\text{пм}$ . Найти массу частицы, если известно, что ее заряд численно равен заряду электрона. ( $1,67 \cdot 10^{-27}\text{кг}$ )

**Уравнение Шредингера**

1. Электрон поместили в одномерный потенциальный ящик шириной  $1$ . Определить отношение вероятностей нахождения электрона во втором и четвертом возбужденных состояниях в интервале  $0 < x < 1/27$ .
2. Ширина потенциального ящика, в который помещен электрон, составляет  $10^{-8}\text{см}$ . Будет ли спектр электрона носить дискретный характер? Почему?
3. Какое максимальное число s-электронов может находиться в L-слое атома?

**Ядерная физика**

1. На сколько процентов снизится активность изотопа иридия  ${}_{77}\text{Ir}^{192}$  за 30 суток? ( $24\%$ )
2. Найти энергию (в МэВ), выделяющуюся при ядерной реакции  ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_1\text{H}^3$ .
3. Масса  $\alpha$ -частицы равна  $4,00150\text{а.е.м.}$ . Найти массу нейтрального атома гелия.

**Вариант 7.****Фотоэффект. Эффект Комптона**

1. Квант света с энергией  $15\text{эВ}$  выбивает электрон из атома водорода. С какой скоростью движется электрон вдали от ядра? Энергия ионизации атома водорода равна  $13,6\text{эВ}$ . ( $7 \cdot 10^7\text{см/с}$ )
2. Найти угол рассеяния фотона, испытывающего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно  $3,62\text{пм}$ . ( $120^\circ$ )
3. Электрон с кинетической энергией  $15\text{эВ}$  находится в металлической пылинке диаметром  $1\text{мкм}$ . Найти относительную неопределенность, с которой может быть определена скорость электрона. ( $10^{-4}$ )

**Уравнение Шредингера**

1. Какова вероятность обнаружить частицу в первой четверти потенциального ящика, если она находится на пятом возбужденном уровне?

2. Поместим электрон в потенциальный ящик. Определить отношение разности энергий восьмого и девятого энергетических уровней к энергии восьмого уровня электрона.
3. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены K, L-слои, 3s-оболочка полностью, а 3p-оболочка - наполовину. Что это за атом?

### Ядерная физика

1. Найти период полураспада таллия, если известно, что через 100 дней его активность уменьшилась в 1,07 раза. (2,75года)
2. Найти в (МэВ) энергию, выделяющуюся при ядерной реакции  ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^3 + {}_0\text{n}^1$ .
3. Найти (в МэВ) энергию связи ядра атома гелия  ${}_2\text{He}^4$ .

### Вариант 8.

### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. На поверхность лития ( $A = 2,4\text{эВ}$ ) падает монохроматический свет, длина волны которого равна 310нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить разность потенциалов не менее 1,7В. Найти работу выхода электронов из лития. (2,3эВ)
2. Фотон с энергией 0,4МэВ рассеялся под углом  $90^\circ$  на свободном электроне. Найти энергию рассеянного фотона. (0,224МэВ)
3. Найти длину волны де Бройля для электрона, летящего со скоростью  $10^8\text{см/с}$  и для шарика массой 1г, движущегося со скоростью 1см/с. (730пм;  $6,5 \cdot 10^{-29}\text{м}$ )

### Уравнение Шредингера

1. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид  $\psi(r) = Ce^{-r/a}$ , где  $a = 4\pi\epsilon_0(\hbar/2\pi)^2/(e^2m)$  (боровский радиус). Определить расстояние, на котором плотность вероятности нахождения электрона максимальна.
2. Частица массой  $3 \cdot 10^{-23}\text{г}$  помещена в потенциальный ящик шириной 30см. Будет ли спектр этой частицы дискретным? Почему?
3. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом  $n = 4$ . Указать число электронов в этом слое, которые имеют одинаковые квантовые числа  $m_s = -1/2$  и  $m = 3$ .

### Ядерная физика

1. Найти массу полония  ${}_{84}\text{Po}^{210}$ , активность которого равна  $3,7 \cdot 10^{10}\text{Бк}$ . (0,22мг)
2. Какой изотоп образуется из  ${}_{92}\text{U}^{238}$  после трех  $\alpha$  и двух  $\beta$ -распадов?
3. Найти (в МэВ) энергию связи ядра дейтерия  ${}_1\text{H}^2$ .

### Вариант 9.

### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластины ( $A = 5,3\text{эВ}$ ), нужно приложить задерживающую разность потенциалов, равную 3,7В. Если платиновую пластину заменить другой пластиной, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6В. Определить работу выхода электронов с поверхности второй пластины. (3эВ)

2. Найти максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на: 1) свободных электронах; 2) свободных протонах. (4,84пм; 2,64фм)
3. Электрон движется внутри сферы с диаметром 0,1нм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей кинетическую энергию электрона. (150эВ)

### Уравнение Шредингера

1. В одномерный потенциальный ящик шириной 1 поместили частицу. Вычислить во сколько раз вероятность найти частицу в первом возбужденном состоянии в интервале  $1/4 < x < 1/2$  больше вероятности нахождения частицы в четвертом возбужденном состоянии в том же интервале.
2. Электрон находится в потенциальном ящике шириной 0,4нм. Какова разность энергий третьего и пятого энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
3. Написать формулу электронного строения атома кремния Si.

### Ядерная физика

1. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за 1 сутки на 18,2 процента. ( $2,1 \cdot 10^{-6} \text{с}^{-1}$ )
2. Найти (в МэВ) энергию, выделяющуюся при ядерной реакции  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + n$ .
3. Найти (в МэВ) энергию связи ядра  ${}^3_2\text{He}$ .

### Вариант 10.

### Фотоэффект. Эффект Комптона

1. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 275нм. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект? (4,5эВ)
2. При комптоновском рассеянии рассеянный квант отлетел под углом  $60^\circ$  от первоначального направления движения, а электрон отдачи описал окружность с радиусом 1,5см в магнитном поле с напряженностью 200Э ( $1\text{Э} = 10^3/(4\pi)\text{А/м}$ ). Найти длину волны налетающего кванта. (0,013нм)
3. Найти длину волны де Бройля для электрона с кинетической энергией 1МэВ (0,87пм)

### Уравнение Шредингера

1. В одномерном потенциальном ящике шириной 1 находится электрон. Какова вероятность обнаружить электрон во втором возбужденном состоянии в интервале  $0 < x < 1/4$ ?
2. Какова должна быть ширина потенциального ящика, чтобы спектр электрона в нем был дискретным?
3. Используя принцип Паули, определить, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа  $n, l, m$ .

### Ядерная физика

1. Найти удельную активность урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$ . ( $7,9 \cdot 10^7 \text{Бк/кг}$ )

2. Найти энергию (в МэВ), выделяющуюся при термоядерной реакции  ${}_1\text{H}^2 + {}_2\text{He}^3 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_2\text{He}^4$ .
3. Определить удельную энергию (в МэВ) связи ядра  ${}_6\text{C}^{12}$ .