

Индивидуальное задание 2

Вариант 1

1. Атом находится в состоянии $^2D_{3/2}$. Найти число возможных проекций магнитного момента на направление внешнего поля и вычислить (в магнетонах Бора) максимальную проекцию $\mu_{Jz \max}$.
2. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6 МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.
3. Определите работу выхода электронов из натрия в электронвольтах, если «красная» граница для фотоэффекта для Na равна $6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$. Покажите, как из формулы Эйнштейна находится «красная» граница.
4. На цинковую ($A = 3,0 \text{ эВ}$) пластинку падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 0,2 мкм. Найти максимальные кинетическую энергию и скорость фотоэлектронов.
5. Поток энергии, излучаемой электрической лампой, равен 600 Вт. На расстоянии 1 м от лампы перпендикулярно к падающим лучам расположено плоское зеркальце диаметром 2 см. Принимая, что излучение лампы одинаково во всех направлениях и что зеркальце отражает полностью падающий на него свет, определите силу светового давления на зеркальце.
6. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6 МэВ. Найдите энергию электрона отдачи, если известно, что длина рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20 %. Будет ли наблюдаться комптоновское рассеяние, если на вещество будет падать видимый свет.
7. Вычислить дебройлевские длины волн электрона, протона и атома урана, имеющих одинаковую кинетическую энергию 100 эВ.
8. Ядро атома гелия движется по окружности с радиусом 0,83 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Найти длину волны де Бройля для ядра атома гелия.
9. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид $\Psi = Ae^{-r/a}$, где r – расстояние электрона от ядра, a – первый борковский радиус, A – некоторая постоянная. Определить наиболее вероятное расстояние r_e электрона до ядра. Найти для основного состояния среднее значение $\langle U \rangle$ потенциальной энергии.
10. Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга, оценить ширину одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия электрона 10 эВ.
11. Возбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны 102,6 нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус r электронной орбиты возбужденного атома водорода.

Вариант 2

1. В опыте Штерна и Герлаха узкий пучок атомов цезия (в основном состоянии) проходит через поперечное неоднородное магнитное поле и попадает на экран. Какова должна быть степень неоднородности $\partial V/\partial z$ магнитного поля, чтобы расстояние b между компонентами расщепленного пучка на экране было равно 6 мм? Принять расстояния от магнитов до экрана равными 10 см. Скорость атомов цезия равна 0,3 км/с.
2. Стрела массой 100 г движется со скоростью 30 м/с на расстояние 50 м. Если начальный размер волнового пакета равен 5 см, то каков будет его конечный размер?
3. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если «красная» граница фотоэффекта равна 3070 Å и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона 1 эВ? Что произойдет, если энергия фотона будет больше?
4. Свет с длиной волны 700 нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит давление 0,1 мкПа. Определите число фотонов, падающих за 1с на площадь 1 см² этой поверхности.
5. Фотон с энергией 0,3МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия рассеяния фотона 0,25 МэВ. Определите угол комптоновского рассеяния. Что будет при уменьшении энергии фотона?
6. Кванты света с энергией 4,9эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,5эВ. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.
7. Вычислить наиболее вероятную дебройлевскую длину волны молекул азота, содержащихся в воздухе при комнатной температуре.
8. Электрон находится в одномерном, бесконечно глубоком, прямоугольном, потенциальном ящике шириной l . В каких точках в интервале $0 < x < l$ плотности вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинаковы? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком. Вычислить вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n = 2$), будет находиться в средней трети ящика.
9. Оценить наименьшие ошибки, с которыми можно определить скорость электрона, протона и шарика массы 1 мг, если координаты частиц и центра шарика установлены с неопределенностью 1 мкм.
10. Чему равна относительная неопределенность импульса частицы, если неопределенность ее координаты равна дебройлевской длине волны этой частицы?
11. Вычислить по теории Бора радиус второй стационарной орбиты и скорость электрона на этой орбите для атома водорода.

Вариант 3

1. Хлор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами $A_{r1}=34,969$ и $A_{r2}=36,966$. Вычислить относительную атомную массу A_r хлора, если массовые доли w_1 и w_2 первого и второго изотопов соответственно равны 0,754 и 0,246.
2. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6 МэВ. Найдите энергию электрона отдачи, если известно, что длина рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20 %. Будет ли наблюдаться комптоновское рассеяние, если на вещество будет падать видимый свет.
3. «Красная» граница фотоэффекта для калия равна $\lambda_0 = 6,2 \cdot 10^{-5}$ см. Найдите: 1) величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов при освещении светом $\lambda = 3300 \text{ \AA}$; 2) работу выхода электронов для калия. Объясните, при каких условиях возможен фотоэффект.
4. Чему равна кинетическая энергия фотоэлектронов, испускаемых натрием, если натрий освещается светом с длиной волны $4 \cdot 10^{-8}$ м? Порог фотоэффекта для натрия 680 нм.
5. Определите коэффициент отражения поверхности, если при энергетической освещенности 50 Вт/см^2 давление света оказалось равным 0,2 мкПа.
6. Вычислите импульс комптоновского электрона отдачи, если известно, что фотон, первоначальная длина волны которого равна 0,5 А, рассеялся под углом 90° .
7. Нейтрон с кинетической энергией 25 эВ налетает на покоящийся дейтрон (ядро тяжелого водорода). Найти дебройлевские длины волн обеих частиц в системе их центра инерции.
8. Волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид $\Psi = Ae^{-r/a}$, где r – расстояние электрона от ядра, a – первый боровский радиус, A – некоторая постоянная. Найти для основного состояния среднее значение $\langle F \rangle$ кулоновской силы.
9. Показать, что для частицы неопределенность местоположения которой $\Delta x = \lambda/2\pi$, где λ - ее дебройлевская длина волны, неопределенность скорости равна по порядку величины самой скорости частицы.
10. Пылинка с массой 10^{-15} г находится в области с линейными размерами 10^{-4} см. Проявляет ли такая пылинка при движении волновые свойства? Почему? Докажите.
11. Вычислить по теории Бора период вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 2$.

Вариант 4

1. Покоившееся ядро радона $^{220}_{86}\text{Rn}$ выбросило α -частицу со скоростью $v = 16$ Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость v_1 получило оно в результате отдачи?
2. Среднее время жизни атома в возбуждённом состоянии $t = 10^{-8}$ с. При переходе в основное состояние излучается фотон с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Определите энергию кванта, ширину и относительную спектральной линии.
3. Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла под действием γ -лучей длиной волны $0,03$ Å. В чем будет разница, если γ -лучи заменить ультрафиолетовыми лучами?
4. Определить постоянную Планка, если известно, что фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла светом с частотой $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц полностью задерживаются обратным потенциалом $6,6$ В, а вырываемые светом с частотой $4,6 \cdot 10^{15}$ Гц - потенциалом $16,5$ В.
5. На зеркальную поверхность площадью 4 см² падает нормально поток $0,6$ Вт. Определите давление и силу давления света на эту поверхность.
6. Определите угол, на который был рассеян γ -квант с энергией $1,53$ МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $0,51$ МэВ.
7. Чему равно отношение максимальных комптоновских изменений длин волн при рассеянии фотонов на свободных электронах и на ядрах атомов водорода?
8. Две одинаковые нерелятивистские частица движутся перпендикулярно друг к другу с дебройлевскими длинами волн λ_1 и λ_2 . Найти дебройлевские длины волн обеих части в системе их центра инерции.
9. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре 300 К.
10. Частица находится в основном состоянии в прямоугольной "потенциальной яме" шириной l с абсолютно непроницаемыми "стенками". Во сколько раз отличаются вероятности местонахождения частицы в крайней трети и крайней четверти ящика?
11. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы равна l . Оценить с помощью соотношения неопределенностей силу давления электрона на стенки этой ямы при минимально возможной его энергии.
12. Определить изменение энергии электрона в атоме водорода при излучении фотона с частотой $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$ Гц.

Вариант 5

1. Пучок электронов, ускоренных разностью потенциалов $U = 500$ кВ, падает на тонкую поликристаллическую фольгу. На экране, отстоящем от фольги на $L = 20$ см, наблюдается дифракционная картина в виде колец. Определите период кристаллической решётки материала фольги, если радиус первого кольца равен $r_1 = 0,8$ мм.
2. При комптоновском взаимодействии фотонов с покоящимися электронами фотоны рассеиваются под углом 45° . При условии, что длина волны рассеянных фотонов равна $9 \cdot 10^{-13}$ м, найдите а) длину волны и энергию падающих фотонов; б) энергия рассеянных электронов и угол их рассеяния.
3. Найти задерживающий потенциал для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом с длиной волны 330 нм.
4. Давление света, производимое на зеркальную поверхность равно 1 мПа. Определите концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны падающего на поверхность света равна $0,6$ мкм.
5. В результате эффекта Комптона фотон с энергией $E_1 = 1,02$ МэВ был рассеян на свободных электронах на угол 150° . Определите энергию E_2 рассеянного фотона.
6. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен 90° . Найти импульс рассеянного фотона.
7. При каком значении энергии дебройлевская длина волны электрона равна его комптоновской длине волны?
8. Найти длину волны де Бройля для протонов, прошедших разность потенциалов 100 В.
9. Волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид $\Psi = Ae^{-r/a}$, где r – расстояние электрона от ядра, a – первый боровский радиус, A – некоторая постоянная. Найти для основного состояния атома водорода наиболее вероятное расстояние электрона от ядра.
10. Какова должна быть кинетическая энергия протона в моноэнергетическом пучке, используемого для исследования структуры с линейными размерами $l \approx 10^{-13}$ см?
11. Во сколько раз изменится период вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны $\lambda = 97,5$ нм?

Вариант 6

1. α -частица движется по окружности радиусом 0,83 см в однородном магнитном поле, напряженность которого 250 Э. Найдите длину волны де Бройля для этой частицы.
2. «Красная» граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 Å. Найдите: 1) работу выхода из этого металла; 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из металла светом длиной волны 1800 Å; 3) максимальную кинетическую энергию этих электронов.
3. Оцените наименьшие ошибки, с которыми можно определить скорость электрона, протона и шарика массы 1 мг, если координаты частиц и центра шарика установлены с неопределённостью 1 мкм.
4. Фотон с энергией 0,51 МэВ бы рассеян при эффекте Комптона на свободном электроне на угол 180° . Определите кинетическую энергию электрона отдачи.
5. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6 МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.
6. Найти дебройлевскую длину волны релятивистских электронов, подлетающих к антикатоде рентгеновской трубки, если длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра $\lambda_k = 10$ пм.
7. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре 27°C .
8. Частица в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней четверти ящика?
9. Альфа – частица находится в бесконечно глубоком, одномерном прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину ящика, если известно, что минимальная энергия альфа-частицы $E_{\min} = 8$ МэВ.
10. На сколько изменится кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 435 нм?
11. Какова была длина волны рентгеновского излучения, если при рассеянии этого излучения графитом под углом 60° длина волны рассеянного излучения оказалась равной $2,54 \cdot 10^{-9}$ см? (24,2 пм)