

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

1.1. Вычислить лучистый поток, испускаемый кратером дуги с простыми углями, имеющим температуру 4200 К. Диаметр кратера 7 мм. Излучение угольной дуги составляет приблизительно 80 % излучения абсолютно черного тела при указанной температуре.

1.2. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны 200 нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов, которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.

1.3. Вычислить длину волны де Бройля для электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 22,5 В.

1.4. Потенциал ионизации водородного атома равен 13,6 В. Исходя из этого, определить, сколько линий серии Бальмера попадают в видимую часть спектра.

2.1. Во сколько раз возрастет энергетическая светимость поверхности абсолютно черного тела, если повысить температуру тела от 2100 К до 2400 К?

2.2. Какова должна быть длина волны γ -излучения, падающего на платиновую пластинку, если максимальная скорость фотоэлектронов 3 Мм/с?

2.3. Вычислить длину волны де Бройля для протона, движущегося со скоростью 0,6 С (С - скорость света в вакууме, $C = 3 \cdot 10^8$ м/с)

2.4. Спектральные линии каких длин волн возникнут, если атом водорода перевести из основного состояния в состояние 3S?

3.1. На сколько надо повысить температуру абсолютно черного тела для того, чтобы интегральная энергетическая светимость его поверхности увеличилась в 200 раз? Начальная температура абсолютно черного тела 527° С.

3.2. На металлическую пластинку направлен пучок ультрафиолетовых лучей с $\lambda = 0,25$ мкм. Фототок прекращается при минимальной разности потенциалов 0,96 В. Определить работу выхода электронов из металла.

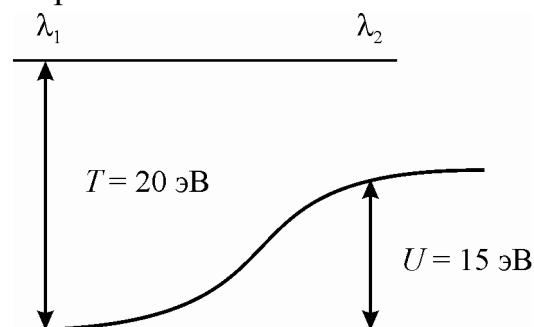
3.3. Вычислить дебройлевские длины волн электрона, протона и атома урана, имеющих кинетическую энергию 100 эВ.

3.4. Фотон с энергией $\epsilon = 15,0$ эВ выбивает электроны из покоящегося атома водорода, находящегося в основном состоянии. С какой скоростью v движется электрон вдали от ядра?

4.1. Температура абсолютно черного тела возросла от 500 С до 1500 С. Во сколько раз увеличилась его интегральная энергетическая светимость?

4.2. На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны 0,1 мкм. Красная граница фотоэффекта 0,3 мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

4.3. Частица движется слева направо в одномерном потенциальном поле, показанном на рисунке. Левее барьера, высота которого $U = 15$ эВ, кинетическая энергия частицы $T = 20$ эВ. Во сколько раз и как изменится дебройлевская длина волны частицы при переходе через барьер?



4.4. Исходя из того, что энергия ионизации атома водорода $E = 13,6$ эВ, определить первый потенциал возбуждения ϕ_1 этого атома.

5.1. На какую длину волны приходится максимум излучения абсолютно черного тела, если температура тела равна 0°C ? В какой области спектра лежит максимум излучения?

5.2. На металл падает рентгеновское излучение с длиной волны 1 нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость фотоэлектронов.

5.3. Определить длину волны де Бройля для частицы массой 1 г, движущейся со скоростью 10 м/с. Нужно ли учитывать в этом случае волновые свойства частиц?

5.4. Основываясь на том, что первый потенциал возбуждения водородного атома $\phi_1 = 10,2$ В, определить энергию ϵ (в эВ) фотона, соответствующего первой линии серии Бальмера.

6.1. Максимум излучения абсолютно черного тела приходится на длину волны $0,58$ мкм. Определить поток энергии, испускаемый излучателем, если его поверхность равна 4 см².

6.2. Красная граница фотоэффекта для цинка 310 нм. Определить максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов в эВ, если на цинк падает свет с длиной волны 200 нм.

6.3. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля была равна 1 нм; 1 пм?

6.4. Энергия ионизации водородного атома $E = 13,6$ эВ. Исходя из этого, определить энергию ϵ (в эВ) фотона, соответствующего второй линии серии Бальмера.

7.1. Максимум излучения абсолютно черного тела приходится на длину волны 250 нм. На какую длину волны придется максимум излучения, если температуру тела повысить на 50°C ?

7.2. На поверхность калия падает свет с длиной волны 150 нм. Определить максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.

7.3. Электрон обладает кинетической энергией $1,02$ МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия электрона уменьшится вдвое?

7.4. Основываясь на том, что потенциал ионизации водородного атома равен $13,6$ В, определить граничные длины волн λ_{\min} и λ_{\max} для: а) серии Лаймана, б) серии Бальмера, в) серии Пашена.

8.1. Вследствие повышения температуры максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела переместился с 2 мкм до 1 мкм. Во сколько раз изменилась интегральная энергетическая светимость?

8.2. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластинки, нужно приложить задерживающую разность потенциалов $3,7$ В. Если платиновую пластинку заменить другой, то

задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности этой пластинки.

8.3. Определить длины волн де Бройля α -частицы и протона, прошедших одинаковую разность потенциалов 1 кВ.

8.4. Вычислить для атомного водорода: а) длины волн трех линий серии Бальмера, б) минимальную разрешающую способность $\lambda/d\lambda$ спектрального прибора, при которой возможно разрешить первые $N = 20$ линий серии Бальмера.

9.1. Вычислить, во сколько раз увеличится энергетическая светимость абсолютно черного тела в небольшом интервале длин волн возле длины волны 5 мкм при повышении температуры от 1000 до 2000 К.

9.2. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектронов, если красная граница фотоэффекта 307 нм и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна 1 эВ?

9.3. Протон обладает кинетической энергией 1 кЭв. Определить дополнительную энергию, которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волн де Бройля уменьшилась в три раза?

9.4. Излучение атомного водорода падает нормально на дифракционную решетку ширины $l = 6,6$ мм. В наблюдаемом спектре под некоторым углом дифракции оказалась на пределе разрешения (по критерию Релея) 50-я линия серии Бальмера. Найти этот угол.

10.1. Нить лампы накаливания излучает, как абсолютно черное тело, имеющее температуру 2400 К. Вычислить, сколько фотонов испускается с 1 см^2 поверхности нити в 2 с, если среднюю энергию кванта излучения можно считать равной $2,75 \text{ кТ}$.

10.2. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовое излучение с длиной волны 300 нм?

10.3. Вычислить дебройлевские длины волн электрона и атома урана, имеющих одинаковую кинетическую энергию 100 эВ.

10.4. Какому элементу принадлежит водородоподобный спектр, длины волн линии которого в четыре раза короче, чем у атомарного водорода?

11.1. Принимая Солнце за черное тело, и учитывая, что его максимальной спектральной плотности энергетической светимости соответствует длина волны $\lambda = 500$ нм, определить: 1) температуру поверхности Солнца; 2) энергию, излучаемую Солнцем в виде электромагнитных волн за 10 мин; 3) массу, теряемую Солнцем за это время за счет излучения.

11.2. Найти красную границу фотоэффекта для лития, натрия, калия и цезия.

11.3. Определить длину волны де Бройля, характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость 1 Мм/с; сделать тот же подсчет для протона.

11.4. Какие линии содержит спектр поглощения атомарного водорода в диапазоне длин волн от 94,5 нм до 130,0 нм?

12.1. Абсолютно черное тело имеет температуру 500 К. Какова будет температура тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в 5 раз?

12.2 Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект?

12.3. Электрон движется со скоростью 200 Мм/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая релятивистское выражение для импульса электрона. Почему нельзя использовать классическое выражение для импульса?

12.4. Найти квантовые числа n , соответствующие возбужденному состоянию иона He^+ , если при переходе в основное состояние этот ион испустил последовательно фотоны с длинами волн 108,5 нм и 30,4 нм.

13.1. Температура абсолютно черного тела 2000 К. Определить длину волны, на которую приходится максимум энергии излучения, и спектральную плотность энергетической светимости для этой длины волны.

13.2. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Найти: 1) работу выхода электрона из металла; 2) максимальную скорость электронов, вырывааемых из этого металла светом с длиной волны 1800 А; 3) максимальную кинетическую энергию этих электронов.

13.3. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,1 нм?

13.4. Какую наименьшую энергию надо сообщить иону He^+ , находящемуся в основном состоянии, чтобы он смог испустить фотон, соответствующий головной линии серии Бальмера?

14.1. Определить температуру и энергетическую светимость абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны 600 нм.

14.2. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом, длина волны которого равна 0,330 мкм.

14.3. Определить длину волны де Бройля электрона, если его кинетическая энергия равна 1 кэВ.

14.4. Определить для атома водорода и иона He^+ энергию связи электрона в основном состоянии.

15.1. Из смотрового окошечка печи излучается поток 4 кДж/мин. Определить температуру печи, считая, что она излучает как абсолютно черное тело, если площадь окошечка 8 см².

15.2. При фотоэффекте с платиновой поверхности величина задерживающего потенциала оказалась равной 0,8 В. Найти: 1) длину волны применяемого облучения; 2) максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.

15.3. Найти длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 1 кВ, 1 МВ.

15.4. Вычислить постоянную Ридберга R , если известно, что для ионов He^+ разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана $\Delta\lambda = 133,7$ нм.

16.1. Поток излучения абсолютно черного тела 10 кВт, максимум энергии излучения приходится на длину волны 0,8 мкм. Определить площадь излучающей поверхности.

16.2. Кванты света с энергией 4,9 эВ вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода 4,5 эВ. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.

16.3. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 100 пм до 50 пм?

16.4. Определить для атома водорода и иона He^+ длину волны головной линии серии Лаймана.

17.1. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместился с красной границы видимого спектра ($\lambda_{\text{кр}} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{\text{ф}} = 390$ нм).

17.2. Определить постоянную Планка, если известно, что фотоэлектроны, вырывающиеся с поверхности некоторого металла светом с частотой $2,2 \cdot 10^{15}$ с, полностью задерживаются обратным потенциалом в 6,6 В, а вырывающиеся светом с частотой $4,6 \cdot 10^{15}$ с - потенциалом в 16,5 В.

17.3. Вычислить длину волны де Бройля для α -частицы, нейтрона и молекулы азота, двигающихся с тепловой скоростью при температуре 25° С.

17.4. Найти скорость фотоэлектронов, вырывающихся электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 18,0$ нм из ионов He^+ , которые находятся в основном состоянии и покоятся.

18.1. Определить поглощательную способность тела, для которого температура, измеренная радиационным пирометром, 1400 К, тогда как истинная температура тела равна 3200 К.

18.2. На поверхность фотокатода из лития падает монохроматический свет ($\lambda = 310$ нм); чтобы прекратить фототок, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.

18.3. Вычислить кинетическую энергию электрона, молекулы кислорода и частицы, радиус которой 0,1 мкм и плотность 2 г/см³, если каждой из частиц соответствует длина волны де Бройля 1 А.

18.4. Покоившийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрел атом?

19.1. Длины волн (1, 2), соответствующие максимумам спектральной плотности энергетической светимости в спектрах двух абсолютно черных тел, различаются на 0,5 мкм. Определить температуру второго тела, если температура первого 2500 К.

19.2. Определить длину волны ультрафиолетового излучения, падающего на поверхность некоторого металла, при максимальной скорости фотоэлектронов, равной 10 Мм/с. Работой выхода электронов из металла пренебречь.

19.3. Доказать, что для атома водорода на боровских стационарных орбитах укладывается целое число волн де Бройля. Определить длины волн на первой орбите, если ее радиус $r = 0,53$ А.

19.4. Покоящийся ион He^+ испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Этот фотон вырвал фотоэлектрон из покоящегося атома водорода, который находился в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.

20.1. На какую длину волны приходится максимум энергии излучения абсолютно черного тела при температуре 100 С и 1000 С?

20.2. Определить красную границу фотоэффекта для цинка и максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с его поверхности излучением с длиной волны 250 нм.

20.3. Электрон, движущийся со скоростью 5000 км/с, попадает в однородное ускоряющее поле напряженностью 10 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в поле, чтобы длина дебройлевской волны стала равной 1 А?

20.4. В однозарядном ионе гелия электрон перешел с третьего энергетического уровня на первый. Определить длину волны (излучения, испущенного ионом гелия).

21.1. Энергетическая светимость абсолютно черного тела 250 кВт/см². На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости этого тела.

21.2. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн 0,25 мкм и 0,54 мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в два раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.

21.3. Вычислить длину волны де Бройля для электрона и протона, если энергия частиц составляет 8 МэВ.

21.4. Определить максимальную энергию (тах фотона серии Бальмера в спектре излучения атомарного водорода).

22.1. При переходе от температуры T_1 к температуре T_2 площадь, ограниченная графиком функции спектральной плотности энергетической светимости, увеличивается в 16 раз. Как изменится при этом длина волны, на которую приходится максимум этой функции?

22.2. Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения фототока, если поверхность фотокатода освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм и красная граница фотоэффекта для катода данного типа лежит при 0,67 мкм.

22.3. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению его энергии покоя. Вычислить длину волны де Бройля для такого электрона.

22.4. Определить для атома водорода и иона He^+ первый потенциал возбуждения.

23.1. Определить длину волны, отвечающую максимуму спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при температуре, равной 3 К, 3000 К. В какую спектральную область попадают найденные длины волн?

23.2. Красная граница фотоэффекта для цинка лежит при длине волны 2900 А. Какая часть энергии фотона, вызывающего фотоэффект, расходуется на работу выхода, если максимальная скорость электронов, вырванных с поверхности металла, равна 10^8 см/с?

23.3. Электрон движется по окружности радиусом 0,5 см в однородном магнитном поле с индукцией 8 мТл. Определить длину волны де Бройля электрона.

23.4. Какую наименьшую скорость должен иметь электрон, чтобы при соударении с невозбужденным атомом водорода вызвать излучение хотя бы одной линии спектра водорода? Вычислить длину волны этой линии.

24.1. Имеются два абсолютно черных источника теплового излучения. Температура одного из них 2500 К. Найти температуру другого источника, если длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности энергетической светимости второго тела на 0,5 мкм больше соответствующей длины волны, первого источника.

24.2. При освещении поверхности цезия излучением с длиной волны 3600 Å задерживающий потенциал равен 1,47 В. Определить красную границу фотоэффекта для цезия.

24.3. С какой скоростью движется электрон, если длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны? $\lambda_{\text{комп}} = 2,436 \text{ пм}$.

24.4. На атом водорода падает фотон и выбивает из атома электрон с кинетической энергией 4 эВ. Вычислить энергию падающего фотона, если атом водорода находится в возбужденном состоянии с квантовым числом 2.

25.1. Энергетическая светимость абсолютно черного тела равна 3 Вт/см². Определить длину волны, отвечающую максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.

25.2. На цинковую пластину падает пучок ультрафиолетового излучения с длиной волны 0,2 мкм. Определить максимальную кинетическую энергию, максимальную скорость фотоэлектронов.

25.3. Определить длину волны де Бройля электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

25.4. Атомарный водород освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны 1000 Å. Определить, какие спектральные линии появятся в спектре водорода.

26.1. Температура абсолютно черного тела равна 2 кК. Определить спектральную плотность энергетической светимости для длины волны 600 нм, светимость в интервале длин волн от 590 нм до 610 нм. Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для длины волны 600 нм.

26.2. Найти частоту света, вырывающего с поверхности металла электроны, полностью задерживаемые потенциалом в 3 В. Фотоэффект у этого металла начинается при частоте падающего света в $6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$. Найти работу выхода электрона из этого металла.

26.3. Определить длину волны де Бройля электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны 3 пм.