

$$E_k = E - E' = E - \frac{Ehc}{hc + E\Delta\lambda}.$$

После преобразований получим

$$E_k = \frac{E}{hc/(\Delta\lambda) + 1}. \quad (14)$$

Теперь, подставив числовые значения величин в формулы (2), (13), (14), получим: $E = 0,2$ МэВ, $\operatorname{tg} \varphi = 0,6$, $\varphi = 31^\circ$, $E_k = 0,1$ МэВ.

Задачи для самостоятельного решения

925. Определить энергию и импульс фотона видимого света, длина волны которого $\lambda = 0,6$ мкм. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

926. В среде распространяется свет, имеющий длину волны $\lambda = 300$ нм и энергию фотона $E = 4,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить абсолютный показатель преломления среды. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

927. Человеческий глаз может воспринимать световой поток мощностью $P = 2 \cdot 10^{-17}$ Вт. Найти число фотонов света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм, попадающих в глаз за время $t = 1$ с при указанной мощности. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

928. Источник света излучает $N = 1 \cdot 10^{19}$ фотонов за время $t = 1$ с. Длина волны излучения $\lambda = 4,95 \cdot 10^{-5}$ см. Какую мощность потребляет этот источник, если в энергию света переходит $\eta = 0,1$ потребляемой энергии? Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

929. Некоторый металл освещается светом, длина волны которого $\lambda = 0,25$ мкм. Пренебрегая импульсом фотона, найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона, если красная граница фотоэффекта для этого металла $\lambda_{\max} = 0,28$ мкм. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

930. Фотоэлемент облучается монохроматическим желтым светом, длина волны которого $\lambda = 600$ нм. За некото-

рое время фотоэлемент поглотил энергию $W = 1 \cdot 10^{-5}$ Дж. Найти число поглощенных фотонов. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

931. Найти частоту света, вырывающего с поверхности металла электроны, которые полностью задерживаются напряжением $U_3 = 3$ В. Фотоэффект у этого металла начинается при частоте падающего света $\nu_{\min} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Найти работу выхода электрона. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

932. Цезиевый катод фотоэлемента освещается монохроматическим светом, длина волны которого $\lambda = 600$ нм. Определить скорость вылетающих из катода фотоэлектронов, если красная граница фотоэффекта для цезия $\lambda_{\max} = 650$ нм. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

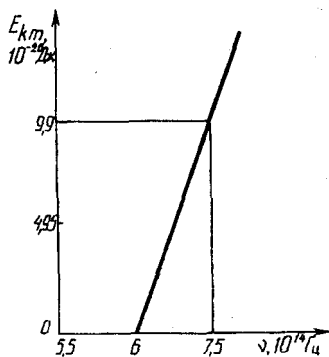
933. Красная граница фотоэффекта для материала фотокатода $\lambda_{\max} = 700$ нм. Фотокатод освещают монохроматическим светом с длиной волны λ_1 , а затем — с длиной волны λ_2 . При этом отношение максимальных скоростей вылетающих электронов $k = 3/4$. Определить λ_2 , если $\lambda_1 = 600$ нм.

934. На рис. 286 приведен график зависимости максимальной кинетической энергии E_{km} электронов, вылетающих с поверхности бария при фотоэффекте, от частоты ν облучающего света. Используя график, рассчитать постоянную Планка и работу выхода электрона из бария.

935. Пучок ультрафиолетовых лучей с длиной волны $\lambda = 1 \cdot 10^{-7}$ м, падающий на металлическую поверхность, передает ей мощность $P = 1 \cdot 10^{-6}$ Вт.

Определить силу возникшего фототока, если фотоэффект вызывает $\eta = 0,01$ падающих фотонов. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

936. На металлическую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 4,13 \cdot 10^{-7}$ м. Поток фотоэлектронов, вырываемых этим



Р и с. 286

светом с поверхности металла, полностью задерживается разностью потенциалов $U = 1$ В. Определить работу выхода электрона из металла и длину волны света, соответствующую красной границе фотоэффекта. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если длина волны падающего света $\lambda_2 = 7 \cdot 10^{-7}$ м?

937. Пластинку, изготовленную из некоторого металла, освещают сначала одним светом, вызывающим фотоэффект, а затем другим, энергия фотона которого на $\Delta E = 3$ эВ больше энергии фотона первого света. На сколько изменилась при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

938. При увеличении частоты падающего на металл света в $n_1 = 2$ раза задерживающее напряжение для фотоэлектронов увеличивается в $n_2 = 3$ раза. Частота первоначально падающего света $\nu = 1,2 \cdot 10^{15}$ Гц. Определить длину волны света, соответствующую красной границе фотоэффекта для этого металла. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

939. Металлический шарик, удаленный от других тел, облучается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 200$ нм. Шарик, теряя фотоэлектроны, заряжается до максимального потенциала $\varphi_{\max} = 3$ В. Определить работу выхода электрона из металла. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

940. Фотон с длиной волны λ вырывает с поверхности металла фотоэлектрон, который попадает в однородное магнитное поле с индукцией B и описывает в нем окружность радиуса R . Найти работу выхода электрона из металла. Масса электрона m_e , его заряд e , постоянная Планка h , скорость света в вакууме c .

941. Фотон рентгеновского излучения с энергией $E = 0,45$ МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия рассеянного фотона $E' = 0,40$ МэВ. Определить угол рассеяния фотона и кинетическую энергию электрона отдачи. Энергия покоя электрона $E_0 = 0,511$ МэВ.

942. Рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 5$ пм рассеивается на свободных электронах под углом $\theta = 20^\circ$. Найти импульс электрона отдачи. Комптоновская длина

волны электрона $\lambda_C = 2,4$ пм, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с.

943. В результате соударения со свободным электроном фотон отдает ему треть своей энергии. Угол рассеяния $\theta = 60^\circ$. Определить энергию и импульс рассеянного фотона. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с, комптоновская длина волны электрона $\lambda_C = 2,4$ пм.

18. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

Методические указания к решению задач

При решении задач расчетного характера, связанных со строением атома и атомного ядра, используются в основном приведенные ниже формулы. Кроме того, применяются законы сохранения импульса, энергии, электрического заряда, а также закон взаимосвязи массы и энергии.

Основные законы и формулы

Первый постулат Бора: атомная система может находиться только в особых стационарных, или квантовых, состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n ; в стационарном состоянии атом не излучает.

Электроны в атоме могут двигаться вокруг ядра только по определенным круговым орбитам, радиусы которых устанавливаются следующим правилом квантования:

$$m_e v_n r_n = n \hbar,$$

где m_e — масса электрона; v_n — скорость электрона на n -й орбите; r_n — радиус n -й орбиты; $n = 1, 2, 3, \dots$ — порядковый номер орбиты; $\hbar = h/(2\pi) = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с; h — постоянная Планка.

Второй постулат Бора: при переходе атома из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается квант электромагнитной энергии.

Энергия фотона равна разности энергий атома в двух его стационарных состояниях:

$$h\nu_{mn} = E_m - E_n,$$