

1. Абсолютно чёрное тело имеет температуру $T_1 = 500$ К. Какова будет температура T_2 тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в $n = 5$ раз. Ответ: $T_2 = 748$ К.

2. На поверхность калия падает ультрафиолетовый свет с длиной волны $\lambda = 0,04$ мкм. Определить величину задерживающей разности потенциалов, которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы фототок прекратился. Работа выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ. Ответ: $U_3 = 29$ В.

3. Световой поток мощностью $N=9$ Вт нормально падает на поверхность площадью $S=10$ см², коэффициент отражения которой $\rho=0,8$. Какое давление испытывает при этом данная поверхность? Ответ: $p=54$ мкПа.

4. На какой угол был рассеян фотон с энергией $\epsilon_1 = 1,36$ МэВ на свободном электроны, если кинетическая энергия отдачи электрона составляет $T_e = 0,68$ МэВ. Ответ: $\theta \approx 51^\circ$.

5. При какой скорости V электрона его дебройлевская длина волны будет равна: 1) 650 нм, 2) 3 пм?

Ответ: $V_1 = 1,1 \cdot 10^3$ м/с, $V_2 = 1,9 \cdot 10^8$ м/с.

6. Длина волны излучаемого атомом фотона составляет 0,6 мкм. Время жизни атома в возбужденном состоянии 10^{-8} с. Определите отношение естественной ширины энергетического уровня к энергии, излученной атомом. Ответ: $\Delta E/E \sim 3 \cdot 10^{-8}$.

7. Найти наименьшее значение энергии нейтрона, находящегося в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-15}$ м. Ответ: $E_{\min} = 3.26 \cdot 10^{-11}$ Дж.

8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестого энергетического уровня на второй. К какой серии относится эта линия и какая она по счёту в этой серии? Ответ: $\lambda = 0,41$ мкм; 4-ая линия серии Бальмера.

9. Сколько α -частиц выбрасывает торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$ массой $m = 1$ кг за $t = 1$ год? Период полураспада тория $T_{1/2} = 1,39 \cdot 10^4$ лет. Ответ: $N_\alpha = 1,29 \cdot 10^{20}$.

10. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}_{90}^{234}\text{Th}$ превращается в таллий ${}_{81}^{206}\text{Tl}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом? Ответ: 7 α и 5 β^- .

11. Определите, какая необходима энергия, чтобы разделить ядро ${}_{6}^{12}\text{C}$ на три α -частицы.

Ответ: $E = 7,27$ МэВ.

12. Определить энергию ядерной реакции ${}_{4}^9\text{Be}(n, \gamma){}_{4}^{10}\text{Be}$, если известно, что энергия связи ядра ${}_{4}^9\text{Be}$ $E_1 = 58,16$ МэВ, а ядра ${}_{4}^{10}\text{Be}$ $E_2 = 64,98$ МэВ. Ответ: $Q = 6,82$ МэВ.

1. Определить мощность, необходимую для поддержания неизменной температуры расплавленного никеля 1453 °С, если площадь его поверхности 0,5 см². Считать, что излучение расплавленного никеля происходит по законам абсолютно чёрного тела, потерями энергии пренебречь. Ответ: N = 25,2 Вт.
2. Определить максимальную скорость фотоэлектронов и красную границу фотоэффекта, если электроны вырываются с поверхности никеля ультрафиолетовым излучением с длиной волны 0,2 мкм. Работа выхода $A_{\text{вых}} = 5 \text{ эВ}$. Ответ: $V_{\text{max}} = 6,5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$; $\lambda_{\text{max}} = 248 \text{ нм}$.
3. Определить длину волны фотонов, которые имеют такую же энергию, что и электрон, прошедший разность потенциалов 5В. Ответ: $\lambda = 2,48 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.
4. Длина волны λ фотона равна комптоновской длине λ_c электрона. Фотон рассеялся на свободном электроне на угол $\theta = 60^\circ$. Определить энергию и скорость электрона отдачи.
 Ответ: $\varepsilon = 0,17 \text{ МэВ}$, $v = 1,99 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.
5. Найдите длину волны де Бройля электрона, движущегося со скоростью $V = 0,3 \cdot c$, где c – скорость света.
 Ответ: $\lambda_B = 7,7 \cdot 10^{-12} \text{ м}$.
6. Электрон с кинетической энергией $T = 15 \text{ эВ}$ находится в металлической пылинке диаметром $d = 0,5 \text{ мкм}$. Оценить относительную неточность $\Delta v/v$, с которой может быть определена скорость электрона.
 Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.
7. В прямоугольной “потенциальной яме” шириной L с абсолютно непроницаемыми “стенками” находится частица в основном состоянии. Найти вероятность нахождения этой частицы в области $L/4 < x < 3L/4$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии. Ответ: $\omega = 0,818$.
8. В ионе лития Li^{++} электрон перешёл с четвёртого энергетического уровня на второй. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом лития. Ответ: $\lambda = 54 \text{ нм}$.
9. Вычислить удельные активности изотопов иридия ^{192}Ir и урана ^{235}U , периоды полураспада которых равны соответственно 75 суток и $7,1 \cdot 10^8$ лет.
 Ответ: $A_{\text{уд1}} = 3,35 \cdot 10^{17} \text{ расп/с} \cdot \text{кг}$; $A_{\text{уд2}} = 7,93 \cdot 10^7 \text{ расп/с} \cdot \text{кг}$.
10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X: $X(t, \alpha) {}^{22}\text{Na}$. Ответ: ${}_{12}^{23}\text{Mg}$.
11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}_{11}^{23}\text{Na}$.
 Ответ: $E = 12,41 \text{ МэВ}$.
12. Определите, какая энергия необходима, чтобы разделить ядро ${}_4^9\text{Be}$ на две α -частицы и нейтрон.
 Ответ: $Q = 1,57 \text{ МэВ}$.

1. Муфельная печь, потребляющая мощность 1 кВт, имеет отверстие площадью 40 см^2 . Определить долю мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1200 К. Считать, что отверстие печи излучает как абсолютно черное тело. Ответ: $n = 0,53$.

2. При исследовании фотоэффекта с поверхности натрия были получены данные: при частоте излучения $\nu_1 = 6,92 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ задерживающий потенциал $U_1 = 1,02 \text{ В}$, а при частоте излучения $\nu_2 = 7,41 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ задерживающий потенциал $U_2 = 1,22 \text{ В}$. Используя эти данные, определить значение постоянной Планка.

Ответ: $h = 5,9 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

3. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, площадью $S = 10^{-2} \text{ м}^2$, если при мощности излучения $N = 12 \text{ Вт}$ давление света на эту поверхность оказалось $p = 7,02 \text{ мкПа}$. Ответ: $\rho = 0,755$.

4. Фотон при эффекте Комптона рассеялся на свободном электроны на угол $\pi/4$. Определить энергию падающего фотона, если длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 11,3 \text{ пм}$. Ответ: $\epsilon_1 = 0,12 \text{ МэВ}$.

5. Протон обладает кинетической энергией, равной $E = 78 \text{ эВ}$. Определите длину волны де Бройля для протона. Ответ: $\lambda_B = 3,2 \text{ пм}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-10} \text{ м}$. Ответ: $T_{\min} = 3,8 \text{ эВ}$.

7. Частица находится во втором возбуждённом состоянии ($n = 3$) в одномерном потенциальном ящике шириной L с абсолютно непрозрачными стенками ($0 < x < L$). Определить вероятность обнаружения частицы в средней трети ящика. Ответ: $w = 0,33$.

8. Фотон с энергией $E = 12,12 \text{ эВ}$, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния. Ответ: $n = 3$.

9. Найти активность 1 г радона ${}^{222}_{86}\text{Rn}$. Период полураспада 3,823 дня. Ответ: $A = 5,69 \cdot 10^{15} \text{ расп/с}$.

10. Радиоактивный изотоп радия ${}^{225}_{88}\text{Ra}$ претерпевает последовательно β^- -распад, четыре α -распада и еще два β^- -распада. Какой изотоп образуется в результате этой серии распадов? Ответ: ${}^{209}_{83}\text{Bi}$.

11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}^4_2\text{He}$.

Ответ: $E = 20,58 \text{ МэВ}$.

12. Ядро атома лития ${}^6_3\text{Li}$, захватывая дейтрон, распадается на две α -частицы. Написать ядерную реакцию и определить энергию, выделяющуюся при этой реакции. Ответ: $Q = 22,38 \text{ МэВ}$.

1. Поток излучения первой плавильной печи через смотровое окошечко площадью $S_1 = 8 \text{ см}^2$ составляет $\Phi_{e1} = 94 \text{ Вт}$. А из смотрового окошечка второй печи, имеющего площадь $S_2 = 9 \text{ см}^2$, излучается поток энергии $\Phi_{e2} = 51 \text{ Вт}$. Чему равно отношение температуры внутри первой печи к температуре внутри второй печи?.

Ответ: $n = 1,2$.

2. Какой частоты свет следует направить на поверхность никеля, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна $v_{\max} = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$? Работа выхода для никеля равна $A_{\text{вых}} = 4,84 \text{ эВ}$.

Ответ: $\nu = 7,36 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$.

3. Определите энергию фотонов для: 1) красного света ($\nu_1 = 4,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$); 2) инфракрасного излучения ($\nu_2 = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$).

Ответ: $\epsilon_1 = 1,7 \text{ эВ}$; $\epsilon_2 = 0,1 \text{ эВ}$.

4. Определить угол θ , на который был рассеян фотон с энергией $\epsilon_1 = 1,43 \text{ МэВ}$ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $T_e = 0,55 \text{ МэВ}$.

Ответ: $\theta \approx 39^\circ$.

5. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1,02 \text{ МэВ}$. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если его кинетическая энергия уменьшится вдвое?

Ответ: $n = 1,63$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $L = 0,20 \text{ нм}$.

Ответ:

$T_{\min} \approx 1 \text{ эВ}$.

7. Нейтрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-10} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найдите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней нейтрона.

Ответ: $\Delta E_{\min} = 0,062 \text{ эВ}$.

8. Найти энергию ионизации водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны третьей линии серии Бальмера равна $108,5 \text{ нм}$.

Ответ: $E_i = 54,4 \text{ эВ}$.

9. Препарат U^{238} массы $1,0 \text{ г}$ излучает $\Delta N = 1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата.

Ответ: $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ лет}$; $A = 1,24 \cdot 10^4 \text{ расп./с}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^{243}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{256}_{103}\text{Lr} + 5 {}^1_0\text{n}$.

Ответ: ${}^{18}_8\text{O}$.

11. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна $7,72 \text{ МэВ}$. Определите массу нейтрального атома, имеющего это ядро.

Ответ: $m_A = 3,01603 \text{ а.е.м.}$

12. Определить суммарную кинетическую энергию ядер, образовавшихся в результате реакции $(d, \alpha) {}^{11}_5\text{B}$, если кинетическая энергия дейтрона равна $1,5 \text{ МэВ}$. Ядро-мишень считать неподвижным.

${}^{13}_6\text{C}$

Ответ: $T = 6,67 \text{ МэВ}$.

1. Найти, какое количество энергии в 1 с излучает абсолютно чёрное тело с поверхности площадью 1 см^2 , если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны 484 нм .
 Ответ: $\Delta E = 7,3 \text{ кДж}$.

2. Какую максимальную скорость могут получить вырванные из калия электроны при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 0,2 \text{ мкм}$? Работа выхода для калия равна $A_{\text{вых}} = 2 \text{ эВ}$.

Ответ: $v_{\text{max}} = 1,22 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

3. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, если при энергетической освещённости $E_e = 150 \text{ Вт/м}^2$ давление света на неё оказалось $P = 0,65 \text{ мкПа}$.
 Ответ: $\rho = 0,3$.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 2,04 \text{ пм}$ был рассеян на свободном электроны, кинетическая энергия отдачи которого составила $T = 0,103 \text{ МэВ}$. Определить угол рассеяния фотона.
 Ответ: $\theta \approx 34^\circ$.

5. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 511 \text{ кВ}$. Найдите длину волны де Бройля для этого электрона.
 Ответ: $\lambda_B = 1,4 \text{ пм}$.

6. Неопределённость скорости электронов, движущихся вдоль оси абсцисс, составляет $\Delta v = 100 \text{ м/с}$. Какова при этом неопределённость координаты Δx , определяющей местоположение электрона?

Ответ: $\Delta x = 1,15 \text{ мкм}$.

7. Волновая функция $\Psi(x) = (2/L)^{1/2} \sin(\pi x/L)$ описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной L . Вычислите вероятность нахождения частицы в малом интервале $\Delta L = 0,01L$ в средней части ящика $(L-\Delta L)/2 \leq x \leq (L+\Delta L)/2$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии.

Ответ: $\omega = 0,02$.

8. Определить энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Лаймана.

Ответ: $10,2 \text{ эВ}$.

9. Активность некоторого препарата уменьшается в пять раз за 14 дней. Определить его период полураспада.
 Ответ: $T = 6 \text{ дней}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^1_0n \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0n$.

Ответ: ${}^{235}_{92}\text{U}$.

11. Определите энергию связи для ядра атома ${}^{23}_{11}\text{Na}$.

Ответ: $E_{\text{св}} = 186,56 \text{ МэВ}$.

12. Ядро бора ${}^{10}_5\text{B}$ захватывает нейтрон, в результате чего получается ядро лития ${}^7_3\text{Li}$ и гелия. Напишите ядерную реакцию. Какая энергия высвобождается в ней?

Ответ: $Q = 2,79 \text{ МэВ}$.

1. Мощность излучения абсолютно черного тела равна 34 кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что его поверхность излучения равна $0,6 \text{ м}^2$.
 Ответ: $T = 1000 \text{ К}$.

2. Фотоэффект происходит под действием излучения с $\lambda = 0,09 \text{ мкм}$. Определить работу выхода электронов из металла, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 3,8 \text{ В}$.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 10 \text{ эВ}$.

3. Определите длину волны фотона, обладающего энергией $2,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. К какой части спектра принадлежит эта длина волны?
 Ответ: $\lambda = 0,796 \text{ мкм}$; красная часть видимого спектра.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 4,3 \text{ пм}$ рассеялся на свободном электроне. Угол рассеяния составил $\pi/2$. Определить энергию рассеянного фотона и энергию, приходящуюся на электрон отдачи.

Ответ: $\epsilon' = 0,185 \text{ МэВ}$; $T_e = 0,106 \text{ МэВ}$.

5. Определить длину волны де Бройля λ_b для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda = 3 \text{ нм}$.

Ответ: $\lambda_b = 0,06 \text{ нм}$.

6. Электрон с кинетической энергией $T = 4 \text{ эВ}$ локализован в области размером $\ell = 1 \text{ мкм}$. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.

7. Электрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-11} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти наименьшее значение энергии электрона.

Ответ: $E_{\min} = 3,7 \text{ кэВ}$.

8. У какого водородоподобного иона разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана равна $59,3 \text{ нм}$?
 Ответ: $Z = 3, Li^{++}$.

9. Сколько атомов радона распадется за сутки из 1 млн. атомов? Период полураспада радона $T_{1/2} = 3,8 \text{ дня}$.

Ответ: $\Delta N = 1,67 \cdot 10^5$ атомов.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^1_0n \rightarrow {}^{104}_{42}\text{Mo} + {}^{132}_{50}\text{Sn} + 3 {}^1_0n$.

Ответ: ${}^{238}_{92}\text{U}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядер ${}^2_1\text{H}$ и ${}^3_1\text{H}$.

Ответ: $\epsilon_{\text{уд1}} = 1,11 \text{ МэВ/нуклон}$; $\epsilon_{\text{уд2}} = 2,82 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Найти энергию ядерных реакций: 1) ${}^3_1\text{H} (p, \gamma) {}^4_2\text{He}$, 2) ${}^2_1\text{H} (d, \gamma) {}^4_2\text{He}$. Выделяется или поглощается энергия в этих реакциях?
 Ответ: $Q_1 = 19,81 \text{ МэВ}$; $Q_2 = 23,85 \text{ МэВ}$.

1. Определите мощность теплового излучения абсолютно черного тела, если длина волны, которая соответствует максимуму энергии в спектре излучения, $\lambda_m = 680$ нм, а площадь излучающей поверхности $S = 10 \text{ см}^2$.
 Ответ: $N = 19 \text{ кВт}$.

2. На цинковую пластину ($A_{\text{вых}} = 3,74 \text{ эВ}$) направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 2 \text{ В}$. Определить длину волны λ света, падающего на пластину.
 Ответ: $\lambda = 2,16 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

3. Световой поток падает нормально на поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,6$, при этом он производит давление $p = 0,2 \text{ Па}$. Определить энергетическую освещенность поверхности.

Ответ: $E_e = 37,5 \text{ МВт/м}^2$

4. Какая часть энергии падающего фотона приходится на электрон отдачи при комптоновском эффекте, если рассеяние фотона произошло на угол $\pi/6$. Длина волны падающего фотона $\lambda_1 = 12 \text{ пм}$.
 Ответ: $T/\varepsilon_1 = 0,03$.

5. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1 \text{ кэВ}$. Определите длину волны де Бройля для такого электрона.
 Ответ: $\lambda_e = 38,8 \text{ пм}$.

6. Длительность возбуждённого состояния атома водорода соответствует примерно $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$. Определить неопределённость энергии в этом состоянии.
 Ответ: $\Delta E \geq 6,6 \cdot 10^{-8} \text{ эВ}$.

7. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбуждённом состоянии ($n=2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $3L/8 \leq x \leq 5L/8$.
 Ответ: $\omega = 0,091$.

8. Во сколько раз изменится период вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в основное состояние атом излучал фотон с длиной волны $\lambda = 97,5 \text{ нм}$?
 Ответ: в 64 раза.

9. Найти активность 1г радия, если его период полураспада $T_{1/2} = 1620 \text{ лет}$.
 Ответ: $A = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп./с}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{260}_{104}\text{Ku} + 4 {}^1_0\text{n}$.

Ответ: ${}^{22}_{10}\text{Ne}$.

11. Определите энергию связи для ядра атома свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.

Ответ: $E_{\text{св}} = 1,622 \text{ ГэВ}$.

12. Определить энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} (p, \alpha) {}^6_3\text{Li}$, ядро-мишень ${}^9_4\text{Be}$ считать неподвижным.

Ответ: $Q = 2,13 \text{ МэВ}$.

1. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при температуре 0 °С? Чему равна энергетическая светимость тела при этой температуре?

Ответ: $\lambda_m = 10,6$ мкм; $R_e = 315$ Вт/м².

2. Работа выхода электронов с поверхности натрия равна $A_{\text{вых}} = 2,3$ эВ. Какой длины волны свет необходимо направить, чтобы максимальная скорость электронов была равна $1,5 \cdot 10^6$ м/с?

Ответ: $\lambda = 143$ нм.

3. Определить энергетическую освещённость (облучённость) E_e зеркальной поверхности, если давление p , производимое излучением, равно $P = 80$ мкПа. Излучение падает нормально к поверхности.

Ответ: $E_e = 1,2 \cdot 10^4$ Вт/м².

4. Определить энергию, приходящуюся на электрон отдачи при эффекте Комптона, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/3$? Энергия фотона до рассеяния $\epsilon_1 = 0,46$ МэВ.

Ответ: $T_e = 0,14$ МэВ.

5. Найдите длину волны де Бройля λ для электрона, обладающего кинетической энергией $E_k = 3$ МэВ.

Ответ: $\lambda = 0,36$ пм.

6. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии составляет около 10^{-8} с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны которого равна 400 нм. Оценить относительную ширину $\Delta E/E$ излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов.

Ответ: $\Delta E/E \sim 2 \cdot 10^{-8}$.

7. Электрон в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбуждённом состоянии ($n=4$). Определите вероятность обнаружения электрона в первой четверти "ямы".

Ответ: $\omega = 0,25$.

8. Определить длину волны λ , соответствующую второй спектральной линии в серии Пашена для атома водорода.

Ответ: $\lambda = 1,28$ мкм.

9. Определить постоянную λ радиоактивного распада стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$. Какая доля от первоначального числа атомов распадается за 10 лет? Период полураспада 28 лет.

Ответ: $\lambda = 7,85 \cdot 10^{-10}$ с⁻¹; 22%.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X : $^{17}_8\text{O} (d, n) X$.

Ответ: $^{18}_9\text{F}$.

11. Какую наименьшую энергию нужно затратить, чтобы разделить ядро ^4_2He на две одинаковые части.

Ответ: $E = 23,85$ МэВ.

12. При соударении γ -кванта с дейтроном, последний может расщепиться на два нуклона. Написать уравнение ядерной реакции и определить минимальную энергию γ -кванта, способного вызвать такое расщепление.

Ответ: $T_\gamma = 2,22$ МэВ.

1. Мощность излучения абсолютно чёрного тела равна 10^5 кВт. Найти площадь излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, равна $7 \cdot 10^{-5}$ см. Ответ: $S = 6 \text{ м}^2$.

2. Работа выхода для цинка $A_{\text{вых}} = 3,74$ эВ. Возникает ли фотоэффект под действием излучения, имеющего длину волны $\lambda = 0,5$ мкм? Ответ: $\lambda_{\text{max}} = 0,33$ мкм; $\lambda > \lambda_{\text{max}} \Rightarrow$ нет.

3. Монохроматический пучок света ($\lambda = 0,58$ мкм) падает нормально на поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,7$. определить число фотонов, ежесекундно падающих на 1 см^2 этой поверхности, если давление света на эту поверхность $p = 1,2$ мкПа. Ответ: $n = 6,2 \cdot 10^{16} \text{ с}^{-1}$.

4. Определить скорость электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол $\theta = 180^\circ$. Ответ: $v = 2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

5. Определите, при каком числовом значении кинетической энергии T длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны $\lambda_c = h/mc$. Ответ: $T = 0,212 \text{ МэВ}$.

6. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, если допускаемая неточность Δv составляет 10 % от её величины. Указать, применимо ли понятие траектории в данном случае. Ответ: $\Delta x = 0,5 \text{ нм}$.

7. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной l . Вычислите вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n=2$), будет обнаружен в средней трети ящика. Ответ: $\omega = 0,195$.

8. Вычислить постоянную Ридберга R' , если известно, что для ионов гелия He^+ разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана $\Delta\lambda = 133,7 \text{ нм}$. Ответ: $R' = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

9. Определите период полураспада $T_{1/2}$ радиоактивного изотопа, если $5/8$ начального количества ядер этого изотопа распалось за время $t = 849 \text{ с}$. Ответ: $T_{1/2} = 10 \text{ мин}$.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X : ${}^{27}_{11}Al(\alpha, n)X$.

Ответ: ${}^{30}_{15}P$.

11. Определите удельную энергию связи для ядра 4_2He .

Ответ: $\varepsilon_{\text{уд}} = 7,07 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Ядро атома лития 7_3Li бомбардируются протонами, кинетическая энергия которых $1,4 \text{ МэВ}$. Образующиеся при этом две α -частицы летят с одинаковой скоростью. Определите кинетическую энергию каждой α -частицы. Ответ: $T = 9,37 \text{ МэВ}$.

1. Определить температуру тела, при которой оно при температуре окружающей среды $t_0 = 23^\circ\text{C}$ излучает в 10 раз больше энергии, чем поглощает. Ответ: $T = 526\text{ K}$.

2. На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,08\text{ мкм}$. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0,3\text{ мкм}$. Найти значение задерживающей разности потенциалов U_3 , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Ответ: $U_3 = 11,38\text{ В}$.

3. Энергия фотона $1,2\text{ МэВ}$. Определите импульс фотона. Какого типа это излучение?

Ответ: $p = 6,4 \cdot 10^{-22}\text{ кг}\cdot\text{м/с}$; γ -излучение.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 10\text{ пм}$ рассеялся на свободном электроне, причём угол рассеяния $\theta = \pi/4$. Определить длину волны рассеянного фотона и его энергию. Ответ: $\lambda = 10,7\text{ пм}$; $\varepsilon = 0,116\text{ МэВ}$.

5. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 200\text{ В}$, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 2\text{ пм}$. Найдите массу частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона. Ответ: $m = 1,7 \cdot 10^{-27}\text{ кг}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-10}\text{ м}$. Ответ: $T_{\min} = 3,8\text{ эВ}$.

7. Электрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-12}\text{ м}$. Определите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней. Ответ: $\Delta E_{\min} = 1,1\text{ МэВ}$.

8. Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией $17,7\text{ эВ}$. Определить скорость электрона за пределами атома. Ответ: $v = 1,2 \cdot 10^6\text{ м/с}$.

9. Определить возраст древних деревянных предметов, если известно, что удельная активность изотопа ^{14}C у них составляет 0,6 удельной активности этого изотопа в только что срубленных деревьях. Период полураспада ядер ^{14}C $T_{1/2} = 5570\text{ лет}$. Ответ: $t = 4,1 \cdot 10^3\text{ лет}$.

10. Ядра радиоактивного изотопа таллия $^{210}_{81}\text{Tl}$ претерпевают последовательно три β^- -распада и один α -распад. Определите конечный продукт распада. Ответ: $^{206}_{82}\text{Pb}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядра $^{12}_6\text{C}$.

Ответ: $\varepsilon_{\text{уд}} = 7,68\text{ МэВ/нуклон}$.

12. Ядро атома лития ^6_3Li , захватывая дейтрон, распадается на две α -частицы. Написать ядерную реакцию и определить энергию, выделяющуюся при этой реакции. Ответ: $Q = 22,38\text{ МэВ}$.

1. Абсолютно чёрное тело находится при температуре $T_1 = 290$ К. При нагревании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 6$ мкм. Определить температуру T_2 , до которой нагрелось тело. Ответ: $T_2 = 725$ К.

2. Определить максимальную скорость V_{\max} фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении фотонами с энергией 1,4 МэВ. Ответ: $V_{\max} = 2,89 \cdot 10^8$ м/с.

3. На поверхность, площадь которой $S=0,01$ м² ежеминутно падает $E=63$ Дж световой энергии (в направлении, перпендикулярном поверхности). Вычислить световое давление на эту поверхность, если она: а) полностью отражает свет; б) полностью поглощает свет. Ответ: $P_a = 7 \cdot 10^{-7}$ Па; $P_b = 3,5 \cdot 10^{-7}$ Па.

4. В результате эффекта Комптона на свободном электроне фотон был рассеян на угол $\pi/3$. Энергия фотона до рассеяния была $\epsilon_1=0,59$ МэВ. Определить длину волны рассеянного фотона. Ответ: $\lambda_2=3,3$ пм.

5. Найдите длину волны де Бройля электрона, движущегося со скоростью $V = 0,3 \cdot c$, где c – скорость света.

Ответ: $\lambda_b = 7,7 \cdot 10^{-12}$ м.

6. Длительность возбуждённого состояния атома водорода соответствует примерно $\Delta t = 10^{-8}$ с. Определить неопределённость энергии в этом состоянии. Ответ: $\Delta E \geq 6,6 \cdot 10^{-8}$ эВ.

7. Частица находится во втором возбуждённом состоянии ($n = 3$) в одномерном потенциальном ящике шириной L с абсолютно непрозрачными стенками ($0 < x < L$). Определить вероятность обнаружения частицы в средней трети ящика. Ответ: $\omega = 0,33$.

8. У какого водородоподобного иона разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана равна 59,3 нм? Ответ: $Z = 3$, Li^{++} .

9. Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадается за два месяца? Ответ: 44%.

10. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}U$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}Pb$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом? Ответ: 8 α и 6 β^- .

11. Какую наименьшую энергию нужно затратить, чтобы разделить ядро 4_2He на две одинаковые части.

Ответ: $E = 23,85$ МэВ.

12. При соударении γ -кванта с дейтроном, последний может расщепиться на два нуклона. Написать уравнение ядерной реакции и определить минимальную энергию γ -кванта, способного вызвать такое расщепление. Ответ: $T_\gamma = 2,22$ МэВ.

1. Сколько энергии излучает абсолютно черное тело за время $t = 2$ с, площадь светящейся поверхности которого $S = 3 \text{ см}^2$, если максимум энергии в его спектре излучения приходится на длину волны $\lambda_m = 750 \text{ нм}$?

Ответ: $\Delta E = 7,6 \text{ кДж}$.

2. Определить максимальную скорость V_{\max} фотоэлектронов, вылетающих из металла под действием γ -излучения с длиной волны $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-11} \text{ м}$.

Ответ: $V_{\max} = 2,68 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

3. Световой поток с мощностью излучения $N = 2,3 \text{ Вт}$ падает нормально на зеркальную поверхность. Определить силу давления, испытываемую этой поверхностью.

Ответ: $F = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$

4. Фотон рассеялся на свободном электроне, изменение длины составляет $\Delta\lambda = 1,44 \text{ пм}$. Определить угол рассеяния фотона.

Ответ: $\theta \approx 66^\circ$.

5. Определить длину волны де Бройля λ_b для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda = 3 \text{ нм}$.

Ответ: $\lambda_b = 0,06 \text{ нм}$.

6. Электрон с кинетической энергией $T = 4 \text{ эВ}$ локализован в области размером $\ell = 1 \text{ мкм}$. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.

7. Электрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-12} \text{ м}$. Определите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней.

Ответ: $\Delta E_{\min} = 1,1 \text{ МэВ}$.

8. Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией $17,7 \text{ эВ}$. Определить скорость электрона за пределами атома.

Ответ: $v = 1,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

9. Сколько атомов полония распадется за сутки из 1 млн. атомов? Период полураспада полония $T_{1/2} = 138$ дней.

Ответ: $\Delta N = 5 \cdot 10^3$ атомов.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X: $X(p, \alpha) {}^{20}_{10}\text{Ne}$.

Ответ: ${}^{23}_{11}\text{Na}$.

11. Определите энергию связи для ядра атома свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.

Ответ: $E_{\text{св}} = 1,622 \text{ ГэВ}$.

12. Определить суммарную кинетическую энергию ядер, образовавшихся в результате реакции ${}^{13}_6\text{C} + (d, \alpha) {}^{11}_5\text{B}$, если кинетическая энергия дейтрона равна $1,5 \text{ МэВ}$. Ядро-мишень считать неподвижным.

Ответ: $T = 6,67 \text{ МэВ}$.

1. Абсолютно черное тело нагрето до температуры $t_1 = 327^\circ\text{C}$. После повышения температуры суммарная мощность его теплового излучения увеличилась в 2,5 раза. На сколько градусов повысилась температура тела?
 Ответ: $\Delta T = 154\text{ K}$.

2. При фотоэффекте с поверхности платины величина задерживающего потенциала оказалось равной 0,8 В. Вычислить длину волны используемого света, если работа выхода $A_{\text{вых}} = 5,29\text{ эВ}$.
 Ответ: $\lambda = 204\text{ нм}$.

3. Определите энергию ϵ и импульс p фотонов для лучей с длинами волн: 1) $\lambda_1 = 3,5 \cdot 10^{-11}\text{ м}$; 2) $\lambda_2 = 2,34 \cdot 10^{-8}\text{ м}$.

Ответ: $\epsilon_1 = 35,5\text{ кэВ}$; $p_1 = 1,89 \cdot 10^{-23}\text{ кг}\cdot\text{м/с}$; $\epsilon_2 = 53\text{ эВ}$; $p_2 = 2,83 \cdot 10^{-26}\text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

4. Фотон при эффекте Комптона был рассеян на свободном электроны на угол $\theta = \pi/2$. Определить длину волны рассеянного фотона, если энергия фотона до рассеяния была $\epsilon_1 = 1,08\text{ МэВ}$.

Ответ: $\lambda = 3,58 \cdot 10^{-12}\text{ м}$.

5. Найдите длину волны де Бройля λ для электрона, обладающего кинетической энергией $E_k = 3\text{ МэВ}$.

Ответ: $\lambda = 0,36\text{ пм}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $L = 0,20\text{ нм}$.
 Ответ:

$T_{\text{min}} \approx 1\text{ эВ}$.

7. Электрон в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбуждённом состоянии ($n=4$). Определите вероятность обнаружения электрона в первой четверти "ямы".
 Ответ: $\omega = 0,25$.

8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестого энергетического уровня на второй. К какой серии относится эта линия и какая она по счёту в этой серии?
 Ответ: $\lambda = 0,41\text{ мкм}$; 4-ая линия серии Бальмера.

9. Определить, сколько ядер радиоактивного изотопа висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$ массой $m = 1\text{ мг}$ распадётся в течение $t = 35\text{ часов}$. Период полураспада $T_{1/2} = 5,02\text{ суток}$.
 Ответ: $\Delta N = 5,23 \cdot 10^{17}$.

10. Ядра радиоактивного изотопа тория $^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевают последовательно α -распад, два β^- -распада и опять α -распад. Определите конечный продукт распада.
 Ответ: $^{224}_{88}\text{Ra}$.

11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ^4_2He .

Ответ: $E = 20,58\text{ МэВ}$.

12. Ядро атома лития ^7_3Li бомбардируются протонами, кинетическая энергия которых $1,4\text{ МэВ}$. Образующиеся при этом две α -частицы летят с одинаковой скоростью. Определите кинетическую энергию каждой α -частицы.
 Ответ: $T = 9,37\text{ МэВ}$.

1. Абсолютно чёрное тело находится при температуре $T_1 = 2900$ К. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 4$ мкм. Определить температуру T_2 , до которой охладилось тело. Ответ: $T_2 = 580$ К.
2. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении фотонами, $V_{\max} = 0,88c$. Определить энергию фотонов. Ответ: $\varepsilon = 0,565$ МэВ.
3. Найти длину волны и частоту излучения, если энергия фотонов равна энергии покоя электрона. Какого типа это излучение? Ответ: $\lambda = 2,4 \cdot 10^{-12}$ м, $\nu = 1,2 \cdot 10^{20}$ Гц, γ -излучение.
4. Определить угол θ , на который был рассеян фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,43$ МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $T_e = 0,55$ МэВ. Ответ: $\theta \approx 39^\circ$.
5. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1,02$ МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если его кинетическая энергия уменьшится вдвое? Ответ: $n = 1,63$.
6. Длина волны излучаемого атомом фотона составляет $0,6$ мкм. Время жизни атома в возбужденном состоянии 10^{-8} с. Определите отношение естественной ширины энергетического уровня к энергии, излученной атомом. Ответ: $\Delta E/E \sim 3 \cdot 10^{-8}$.
7. В прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с абсолютно непроницаемыми "стенками" находится частица в основном состоянии. Найти вероятность нахождения этой частицы в области $L/4 < x < 3L/4$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии. Ответ: $\omega = 0,818$.
8. Определить энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Лаймана. Ответ: $10,2$ эВ.
9. Определить период полураспада висмута ${}_{83}^{210}\text{Bi}$, если известно, что висмут массой $m = 1$ г выбрасывает $N = 4,6 \cdot 10^{15}$ β -частиц за $t = 1$ с. Ответ: $T = 4,32 \cdot 10^5$ с.
10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X : $X(\alpha, p){}_{17}^{17}\text{O}$.
Ответ: ${}_{7}^{14}\text{N}$.
11. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна $7,72$ МэВ. Определите массу нейтрального атома, имеющего это ядро. Ответ: $m_A = 3,01603$ а.е.м.
12. Определите, какая энергия необходима, чтобы разделить ядро ${}_{4}^9\text{Be}$ на две α -частицы и нейтрон. Ответ: $Q = 1,57$ МэВ.

1. Абсолютно черное тело нагрето до температуры 227 °С. После понижения температуры суммарная мощность его теплового излучения уменьшилась в 3 раза. На сколько градусов понизилась температура тела?

Ответ: $\Delta T = 120$ К.

2. Какой длины волны свет следует направить на поверхность серебра, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна $v_{\max} = 2 \cdot 10^5$ м/с. Работа выхода для серебра равна $A_{\text{вых}} = 7,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Ответ: $\lambda = 2,55 \cdot 10^{-7}$ м.

3. Давление света с длиной волны $\lambda = 600$ нм, падающего нормально на чёрную поверхность, $P = 3$ кПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 20$ сек на площадь $S = 1$ мм² этой поверхности.

Ответ: $N = 5,43 \cdot 10^{25}$.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 4,3$ пм рассеялся на свободном электроне. Угол рассеяния составил $\pi/2$. Определить энергию рассеянного фотона и энергию, приходящуюся на электрон отдачи.

Ответ: $\epsilon' = 0,185$ МэВ; $T_e = 0,106$ МэВ.

5. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 200$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 2$ пм. Найдите массу частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

Ответ: $m = 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг.

6. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии составляет около 10^{-8} с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны которого равна 400 нм. Оценить относительную ширину $\Delta E/E$ излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов.

Ответ: $\Delta E/E \sim 2 \cdot 10^{-8}$.

7. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбужденном состоянии ($n=2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $3L/8 \leq x \leq 5L/8$.

Ответ: $\omega = 0,091$.

8. Фотон с энергией $E = 12,12$ эВ, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния.

Ответ: $n = 3$.

9. За какое время произойдет распад массы $\Delta m = 3$ мг кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$, если в начальный момент его масса была равна $m_0 = 0,3$ г? Период полураспада $T_{1/2} = 164$ суток.

Ответ: $t = 2,38$ суток.

10. В результате серии радиоактивных распадов уран $^{235}_{92}\text{U}$ превращается в полоний $^{215}_{84}\text{Po}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом?

Ответ: 5 α и 2 β^- .

11. Определите удельную энергию связи для ядер ^2_1H и ^3_1H .

Ответ: $\epsilon_{\text{уд1}} = 1,11$ МэВ/нуклон; $\epsilon_{\text{уд2}} = 2,82$ МэВ/нуклон.

12. Определить энергию ядерной реакции $^9_4\text{Be} (p, \alpha) ^6_3\text{Li}$, ядро-мишень ^9_4Be считать неподвижным.

Ответ: $Q = 2,13$ МэВ.

1. Чёрное тело нагрели от температуры $T_1 = 600 \text{ К}$ до температуры $T_2 = 2400 \text{ К}$. Определите, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость тела и на сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости? Ответ: $n = 256$; $\Delta\lambda = -3,63 \text{ мкм}$.

2. Определить максимальную скорость, которую может получить электрон, вырванный из платины под действием излучения с длиной волны $\lambda = 203 \text{ нм}$. Работа выхода электрона $A_{\text{вых}} = 5,29 \text{ эВ}$.

Ответ: $V_{\text{max}} = 5,4 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

3. Электрическая лампа рассчитана на мощность $N = 45 \text{ Вт}$. Вычислить давление лучистой энергии на зеркальную поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 1$, расположенную нормально к падающим лучам на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ от лампы. Ответ: $p = 24 \text{ нПа}$.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 10 \text{ пм}$ рассеялся на свободном электроне, причём угол рассеяния $\theta = \pi/4$. Определить длину волны рассеянного фотона и его энергию. Ответ: $\lambda = 10,7 \text{ пм}$; $\varepsilon = 0,116 \text{ МэВ}$.

5. Определите, при каком числовом значении кинетической энергии T длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны $\lambda_c = h/mc$. Ответ: $T = 0,212 \text{ МэВ}$.

6. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, если допускаемая неточность Δv составляет 10 % от её величины. Указать, применимо ли понятие траектории в данном случае. Ответ: $\Delta x = 0,5 \text{ нм}$.

7. Нейтрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-10} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найдите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней нейтрона. Ответ: $\Delta E_{\text{min}} = 0,062 \text{ эВ}$.

8. Найти энергию ионизации водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны третьей линии серии Бальмера равна $108,5 \text{ нм}$. Ответ: $E_i = 54,4 \text{ эВ}$.

9. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов уменьшается за сутки на 18,2 %.

Ответ: $\lambda = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$.

10. Ядра радиоактивного изотопа радона ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ претерпевают последовательно два α -распада, два β^- -распада и опять α -распад. Определите конечный продукт распада. Ответ: ${}^{207}_{82}\text{Pb}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядра ${}^4_2\text{He}$.

Ответ: $\varepsilon_{\text{уд}} = 7,07 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Найти энергию ядерных реакций: 1) ${}^3_1\text{H} (p, \gamma) {}^4_2\text{He}$, 2) ${}^2_1\text{H} (d, \gamma) {}^4_2\text{He}$. Выделяется или поглощается энергия в этих реакциях? Ответ: $Q_1 = 19,81 \text{ МэВ}$; $Q_2 = 23,85 \text{ МэВ}$.

1. Температура внутренней поверхности муфельной печи при открытом отверстии площадью 30 см^2 равна 1300 К . Считая, что отверстие печи излучает как абсолютно чёрное тело, определить, какая часть мощности излучения рассеивается стенками печи, если потребляемая ей мощность составляет $1,5 \text{ кВт}$.

Ответ: $n = 0,676$.

2. Работа выхода электрона с поверхности цезия равна $A_{\text{вых}} = 1,89 \text{ эВ}$. С какой скоростью вылетают электроны из цезия, если металл освещён жёлтым светом с длиной волны $\lambda = 0,589 \text{ мкм}$?

Ответ: $v_{\text{max}} = 2,76 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

3. Длина волны излучения $\lambda = 5,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}$. Определить количество квантов, содержащихся в потоке излучения с энергией $\varepsilon = 127 \text{ кДж}$.

Ответ: $N = 3,45 \cdot 10^{18}$ частиц.

4. В результате эффекта Комптона на свободном электроне фотон был рассеян на угол $\pi/3$. Энергия фотона до рассеяния была $\varepsilon_1 = 0,59 \text{ МэВ}$. Определить длину волны рассеянного фотона.

Ответ: $\lambda_2 = 3,3 \text{ пм}$.

5. При какой скорости V электрона его дебройлевская длина волны будет равна: 1) 650 нм , 2) 3 пм ?

Ответ: $V_1 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ м/с}$, $V_2 = 1,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

6. Неопределённость скорости электронов, движущихся вдоль оси абсцисс, составляет $\Delta v = 100 \text{ м/с}$. Какова при этом неопределённость координаты Δx , определяющей местоположение электрона?

Ответ: $\Delta x = 1,15 \text{ мкм}$.

7. Волновая функция $\Psi(x) = (2/L)^{1/2} \sin(\pi x/L)$ описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной L . Вычислите вероятность нахождения частицы в малом интервале $\Delta L = 0,01L$ в средней части ящика $(L-\Delta L)/2 \leq x \leq (L+\Delta L)/2$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии.

Ответ: $\omega = 0,02$.

8. Определить длину волны λ , соответствующую второй спектральной линии в серии Пашена для атома водорода.

Ответ: $\lambda = 1,28 \text{ мкм}$.

9. Найти массу радона, активность которого равна $1 \text{ Кюри} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ расп/с}$. Период полураспада радона $T_{1/2} = 3,8 \text{ дня}$.

Ответ: $m = 6,5 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$.

10. В результате серии радиоактивных распадов радий ${}^{223}_{88}\text{Ra}$ превращается в свинец ${}^{207}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом?

Ответ: 4α и $2 \beta^-$.

11. Определите, какая необходима энергия, чтобы разделить ядро ${}^{12}_6\text{C}$ на три α -частицы.

Ответ: $E = 7,27 \text{ МэВ}$.

12. Определить энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be}(n, \gamma){}^{10}_4\text{Be}$, если известно, что энергия связи ядра ${}^9_4\text{Be}$ $E_1 = 58,16 \text{ МэВ}$, а ядра ${}^{10}_4\text{Be}$ $E_2 = 64,98 \text{ МэВ}$.

Ответ: $Q = 6,82 \text{ МэВ}$.

1. Чему равно отношение потоков энергии, излучаемых из смотровых окошек двух плавильных печей, если внутри первой печи поддерживается температура $T_1 = 1100$ К и площадь ее смотрового окошечка составляет $S_1 = 8 \text{ см}^2$, а температура внутри второй печи $T_2 = 1000$ К и площадь смотрового окошечка $S_2 = 9 \text{ см}^2$?

Ответ: $n = 1,3$.

2. На металлическую пластину направлен пучок ультрафиолетового излучения ($\lambda = 0,25 \text{ мкм}$). Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 0,96 \text{ В}$. Определить работу выхода A электронов из металла.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 4 \text{ эВ}$.

3. Сколько квантов содержит излучение с длинами волн $\lambda_1 = 1 \text{ мкм}$ и $\lambda_2 = 2 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ в потоке с энергией $E = 0,5 \text{ Дж}$?

Ответ: $N_1 = 2,52 \cdot 10^{18}$ частиц; $N_2 = 5,04 \cdot 10^{12}$ частиц.

4. Фотон при эффекте Комптона рассеялся на свободном электроны на угол $\pi/4$. Определить энергию падающего фотона, если длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 11,3 \text{ пм}$.

Ответ: $\epsilon_1 = 0,12 \text{ МэВ}$.

5. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 511 \text{ кВ}$. Найдите длину волны де Бройля для этого электрона.

Ответ: $\lambda_b = 1,4 \text{ пм}$.

6. Электрон с кинетической энергией $T = 15 \text{ эВ}$ находится в металлической пылинке диаметром $d = 0,5 \text{ мкм}$. Оценить относительную неточность $\Delta v/v$, с которой может быть определена скорость электрона.

Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.

7. Электрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-11} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти наименьшее значение энергии электрона.

Ответ: $E_{\min} = 3,7 \text{ кэВ}$.

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

Ответ: $R' = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

9. Сколько ядер распадается за 1 с в куске урана ${}_{92}^{238}U$ массой 1 кг ? Период полураспада $T_{1/2} = 4,51 \cdot 10^9 \text{ лет}$.

Ответ: $\Delta N = 1,23 \cdot 10^7 \text{ расп/с}$.

10. Радиоактивный изотоп урана ${}_{92}^{238}U$ претерпевает последовательно α -распад, два β^- -распада и еще два α -распада. Какой изотоп образуется в результате этой серии распадов?

Ответ: ${}_{88}^{226}Ra$.

11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}_{11}^{23}Na$.

Ответ: $E = 12,41 \text{ МэВ}$.

12. Ядро бора ${}_{5}^{10}B$ захватывает нейтрон, в результате чего получается ядро лития ${}_{3}^7Li$ и гелия. Напишите ядерную реакцию. Какая энергия высвобождается в ней?

Ответ: $Q = 2,79 \text{ МэВ}$.

1. Энергетическая светимость абсолютно черного тела $R_e = 10 \text{ кВт/м}^2$. Определить длину волны, которая соответствует максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.

Ответ: $\lambda_m = 4,48 \text{ мкм}$.

2. Фотоэффект происходит под действием излучения с $\lambda = 0,09 \text{ мкм}$. Определить работу выхода электронов из металла, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 3,8 \text{ В}$.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 10 \text{ эВ}$.

3. Определить мощность излучения N светового потока, который, падая нормально на зеркальную поверхность площади $S = 1 \text{ см}^2$, оказывает давление $p = 30 \text{ мПа}$.

Ответ: $N = 450 \text{ Вт}$.

4. Фотон рассеялся на свободном электроне, изменение длины составляет $\Delta\lambda = 1,44 \text{ пм}$. Определить угол рассеяния фотона.

Ответ: $\theta \approx 66^\circ$.

5. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1 \text{ кэВ}$. Определите длину волны де Бройля для такого электрона.

Ответ: $\lambda_e = 38,8 \text{ пм}$.

6. Неопределённость скорости электронов, движущихся вдоль оси абсцисс, составляет $\Delta v = 100 \text{ м/с}$. Какова при этом неопределённость координаты Δx , определяющей местоположение электрона?

Ответ: $\Delta x = 1,15 \text{ мкм}$.

7. Найти наименьшее значение энергии нейтрона, находящегося в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-15} \text{ м}$.

Ответ: $E_{\min} = 3,26 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$.

8. Во сколько раз изменится период вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в основное состояние атом излучал фотон с длиной волны $\lambda = 97,5 \text{ нм}$?

Ответ: в 64 раза.

9. Активность A некоторого изотопа за время $t = 10$ суток уменьшилась на 20 %. Определить период полураспада этого изотопа.

Ответ: $T_{1/2} = 31,4$ суток.

10. В результате серии радиоактивных распадов нептуний ${}_{93}^{237}\text{Np}$ превращается в висмут ${}_{83}^{209}\text{Bi}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом?

Ответ: 7 α и 4 β^- .

11. Определите удельную энергию связи для ядра ${}_{6}^{12}\text{C}$.

Ответ: $\varepsilon_{\text{уд}} = 7,68 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Ядро атома лития ${}_{3}^6\text{Li}$, захватывая дейтрон, распадается на две α -частицы. Написать ядерную реакцию и определить энергию, выделяющуюся при этой реакции.

Ответ: $Q = 22,38 \text{ МэВ}$.

2013__зММ6-13-1__Дворницын А.С.

1. При каких температурах абсолютно черного тела максимумы энергии теплового излучения приходятся на границы видимого спектра: фиолетовую ($\lambda_{\text{ф}} = 380 \text{ нм}$) и красную ($\lambda_{\text{кр}} = 760 \text{ нм}$)? Во сколько отличаются энергетические светимости тел при этих температурах? Ответ: $T_{\text{ф}} = 7632 \text{ К}$, $T_{\text{кр}} = 3816 \text{ К}$; $n = 16$.

2. На поверхность калия падает ультрафиолетовый свет с длиной волны $\lambda = 0,04 \text{ мкм}$. Определить величину задерживающей разности потенциалов, которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы фототок прекратился. Работа выхода $A_{\text{вых}} = 2 \text{ эВ}$. Ответ: $U_3 = 29 \text{ В}$.

3. Определите энергию фотона для $\lambda_1 = 0,43 \text{ мкм}$ и $\lambda_2 = 2,4 \text{ нм}$.

Ответ: $\varepsilon_1 = 2,89 \text{ эВ}$; $\varepsilon_2 = 518 \text{ эВ}$.

4. Определить скорость электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол $\theta = 180^\circ$. Ответ: $v = 2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

5. Протон обладает кинетической энергией, равной $E = 78 \text{ эВ}$. Определите длину волны де Бройля для протона. Ответ: $\lambda_{\text{Б}} = 3,2 \text{ пм}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $L = 0,20 \text{ нм}$. Ответ: $T_{\text{min}} \approx 1 \text{ эВ}$.

7. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной l . Вычислите вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n=2$), будет обнаружен в средней трети ящика. Ответ: $\omega = 0,195$.

8. В ионе лития Li^{++} электрон перешёл с четвёртого энергетического уровня на второй. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом лития. Ответ: $\lambda = 54 \text{ нм}$.

9. Препарат U^{238} массы $1,0 \text{ г}$ излучает $\Delta N = 1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата. Ответ: $T_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ лет}$; $A = 1,24 \cdot 10^4 \text{ расп./с}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^1_0n \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0n$.

Ответ: ${}^{235}_{92}\text{U}$.

11. Определите энергию связи для ядра атома ${}^{23}_{11}\text{Na}$.

Ответ: $E_{\text{св}} = 186,56 \text{ МэВ}$.

12. При соударении γ -кванта с дейтроном, последний может расщепиться на два нуклона. Написать уравнение ядерной реакции и определить минимальную энергию γ -кванта, способного вызвать такое расщепление. Ответ: $T_{\gamma} = 2,22 \text{ МэВ}$.

1. Абсолютно чёрное тело находится при температуре $T_1 = 290$ К. При нагревании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 6$ мкм. Определить температуру T_2 , до которой нагрелось тело. Ответ: $T_2 = 725$ К.

2. Определить максимальную скорость V_{\max} фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении фотонами с энергией 1,4 МэВ. Ответ: $V_{\max} = 2,89 \cdot 10^8$ м/с.

3. Давление света на абсолютно чёрную поверхность, расположенную перпендикулярно лучам с длиной волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м, равно $p = 10$ мкПа. Найти число фотонов N , падающих за $t = 1$ с на $S = 1$ см² этой поверхности. Ответ: $N = 7,55 \cdot 10^{17}$.

4. Фотон при эффекте Комптона был рассеян на свободном электроны на угол $\theta = \pi/2$. Определить длину волны рассеянного фотона, если энергия фотона до рассеяния была $\epsilon_1 = 1,08$ МэВ.

Ответ: $\lambda = 3,58 \cdot 10^{-12}$ м.

5. Найдите длину волны де Бройля электрона, движущегося со скоростью $V = 0,3 \cdot c$, где c – скорость света.

Ответ: $\lambda_B = 7,7 \cdot 10^{-12}$ м.

6. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^6$ м/с, если допускаемая неточность Δv составляет 10 % от её величины. Указать, применимо ли понятие траектории в данном случае. Ответ: $\Delta x = 0,5$ нм.

7. Электрон в одномерной прямоугольной “потенциальной яме” шириной L с бесконечно высокими “стенками” находится в возбуждённом состоянии ($n=4$). Определите вероятность обнаружения электрона в первой четверти “ямы”. Ответ: $\omega = 0,25$.

8. Найти энергию ионизации водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны третьей линии серии Бальмера равна 108,5 нм. Ответ: $E_i = 54,4$ эВ.

9. Сколько атомов полония распадётся за сутки из 1 млн. атомов? Период полураспада полония $T_{1/2} = 138$ дней. Ответ: $\Delta N = 5 \cdot 10^3$ атомов.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X : ${}^{27}_{11}\text{Al}(\alpha, n)X$.

Ответ: ${}^{30}_{15}\text{P}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядра ${}^{12}_6\text{C}$.

Ответ: $\epsilon_{\text{уд}} = 7,68$ МэВ/нуклон.

12. Определить суммарную кинетическую энергию ядер, образовавшихся в результате реакции $(d, \alpha){}^{11}_5\text{B}$, если кинетическая энергия дейтрона равна 1,5 МэВ. Ядро-мишень считать неподвижным. ${}^{13}_6\text{C}$

Ответ: $T = 6,67$ МэВ.

1. Найти, какое количество энергии в 1 с излучает абсолютно чёрное тело с поверхности площадью 1 см^2 , если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны 484 нм .
 Ответ: $\Delta E = 7,3 \text{ кДж}$.

2. При фотоэффекте с поверхности платины величина задерживающего потенциала оказалось равной $0,8 \text{ В}$. Вычислить длину волны используемого света, если работа выхода $A_{\text{вых}} = 5,29 \text{ эВ}$.
 Ответ: $\lambda = 204 \text{ нм}$.

3. На поверхность площадью $S = 10 \text{ см}^2$ падает каждую секунду пучок фотонов в количестве $n = 10^{18} \text{ с}^{-1}$. Длина волны падающего света $\lambda = 500 \text{ нм}$. Определить световое давление на поверхность, если коэффициент отражения $\rho = 0,7$.
 Ответ: $p = 2,25 \text{ мкПа}$.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 2,04 \text{ пм}$ был рассеян на свободном электроны, кинетическая энергия отдачи которого составила $T = 0,103 \text{ МэВ}$. Определить угол рассеяния фотона.
 Ответ: $\theta \approx 34^\circ$.

5. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1,02 \text{ МэВ}$. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если его кинетическая энергия уменьшится вдвое?
 Ответ: $n = 1,63$.

6. Длительность возбуждённого состояния атома водорода соответствует примерно $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$. Определить неопределённость энергии в этом состоянии.
 Ответ: $\Delta E \geq 6,6 \cdot 10^{-8} \text{ эВ}$.

7. Электрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-11} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти наименьшее значение энергии электрона.
 Ответ: $E_{\text{min}} = 3,7 \text{ кэВ}$.

8. Фотон с энергией $E = 12,12 \text{ эВ}$, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния.
 Ответ: $n = 3$.

9. Найти массу радона, активность которого равна $1 \text{ Кюри} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ расп/с}$. Период полураспада радона $T_{1/2} = 3,8 \text{ дня}$.
 Ответ: $m = 6,5 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X: $X(p, \alpha)^{20}\text{Ne}$.

Ответ: $^{23}_{11}\text{Na}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядра ^4_2He .
 Ответ: $\varepsilon_{\text{уд}} = 7,07 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Определите, какая энергия необходима, чтобы разделить ядро ^9_4Be на две α -частицы и нейтрон.

Ответ: $Q = 1,57 \text{ МэВ}$.

2013__зММБ-13-1__Досмухаметов С.К.

1. Определите мощность теплового излучения абсолютно черного тела, если длина волны, которая соответствует максимуму энергии в спектре излучения, $\lambda_m = 680$ нм, а площадь излучающей поверхности $S = 10 \text{ см}^2$.
Ответ: $N = 19 \text{ кВт}$.

2. Работа выхода электронов с поверхности натрия равна $A_{\text{вых}} = 2,3 \text{ эВ}$. Какой длины волны свет необходимо направить, чтобы максимальная скорость электронов была равна $1,5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$?
Ответ: $\lambda = 143 \text{ нм}$.

3. Определите энергию ϵ и импульс p кванта излучения с длиной волны $\lambda = 5,5 \text{ мкм}$.

Ответ: $\epsilon = 0,226 \text{ эВ}$; $p = 1,2 \cdot 10^{-28} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

4. Определить энергию, приходящуюся на электрон отдачи при эффекте Комптона, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/3$? Энергия фотона до рассеяния $\epsilon_1 = 0,46 \text{ МэВ}$.
Ответ: $T_e = 0,14 \text{ МэВ}$.

5. При какой скорости V электрона его дебройлевская длина волны будет равна: 1) 650 нм , 2) 3 пм ?

Ответ: $V_1 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ м/с}$, $V_2 = 1,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

6. Длина волны излучаемого атомом фотона составляет $0,6 \text{ мкм}$. Время жизни атома в возбужденном состоянии 10^{-8} с . Определите отношение естественной ширины энергетического уровня к энергии, излученной атомом.
Ответ: $\Delta E/E \sim 3 \cdot 10^{-8}$.

7. В прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с абсолютно непроницаемыми "стенками" находится частица в основном состоянии. Найти вероятность нахождения этой частицы в области $L/4 < x < 3L/4$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии.
Ответ: $\omega = 0,818$.

8. Вычислить постоянную Ридберга R' , если известно, что для ионов гелия He^+ разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана $\Delta\lambda = 133,7 \text{ нм}$.
Ответ: $R' = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

9. Активность некоторого препарата уменьшается в пять раз за 14 дней. Определить его период полураспада.
Ответ: $T = 6 \text{ дней}$.

10. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}^{234}_{90}\text{Th}$ превращается в таллий ${}^{206}_{81}\text{Tl}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом?
Ответ: 7α и $5 \beta^-$.

11. Определите, какая необходима энергия, чтобы разделить ядро ${}^{12}_6\text{C}$ на три α -частицы.

Ответ: $E = 7,27 \text{ МэВ}$.

12. Найти энергию ядерных реакций: 1) ${}^3_1\text{H} (p, \gamma) {}^4_2\text{He}$, 2) ${}^2_1\text{H} (d, \gamma) {}^4_2\text{He}$. Выделяется или поглощается энергия в этих реакциях?
Ответ: $Q_1 = 19,81 \text{ МэВ}$; $Q_2 = 23,85 \text{ МэВ}$.

1. Абсолютно чёрное тело находится при температуре $T_1 = 2900$ К. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 4$ мкм. Определить температуру T_2 , до которой охладилось тело. Ответ: $T_2 = 580$ К.

2. Какую максимальную скорость могут получить вырванные из калия электроны при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 0,2$ мкм? Работа выхода для калия равна $A_{\text{вых}} = 2$ эВ.

Ответ: $v_{\text{max}} = 1,22 \cdot 10^6$ м/с.

3. Световой поток падает нормально на поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,6$, при этом он производит давление $p = 0,2$ Па. Определить энергетическую освещенность поверхности.

Ответ: $E_e = 37,5$ МВт/м²

4. Длина волны λ фотона равна комптоновской длине λ_c электрона. Фотон рассеялся на свободном электроном на угол $\theta = 60^\circ$. Определить энергию и скорость электрона отдачи.

Ответ: $\varepsilon = 0,17$ МэВ, $v = 1,99 \cdot 10^8$ м/с.

5. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 511$ кВ. Найдите длину волны де Бройля для этого электрона. Ответ: $\lambda_B = 1,4$ пм.

6. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии составляет около 10^{-8} с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны которого равна 400 нм. Оценить относительную ширину $\Delta E/E$ излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов. Ответ: $\Delta E/E \sim 2 \cdot 10^{-8}$.

7. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной l . Вычислите вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n=2$), будет обнаружен в средней трети ящика. Ответ: $\omega = 0,195$.

8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестого энергетического уровня на второй. К какой серии относится эта линия и какая она по счёту в этой серии? Ответ: $\lambda = 0,41$ мкм; 4-ая линия серии Бальмера.

9. Определите период полураспада $T_{1/2}$ радиоактивного изотопа, если $5/8$ начального количества ядер этого изотопа распалось за время $t = 849$ с. Ответ: $T_{1/2} = 10$ мин.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{260}_{104}\text{Ku} + 4 {}^1_0\text{n}$.

Ответ: ${}^{22}_{10}\text{Ne}$.

11. Определите удельную энергию связи для ядер ${}^2_1\text{H}$ и ${}^3_1\text{H}$.

Ответ: $\varepsilon_{\text{уд1}} = 1,11$ МэВ/нуклон; $\varepsilon_{\text{уд2}} = 2,82$ МэВ/нуклон.

12. Ядро атома лития ${}^7_3\text{Li}$ бомбардируются протонами, кинетическая энергия которых 1,4 МэВ. Образующиеся при этом две α -частицы летят с одинаковой скоростью. Определите кинетическую энергию каждой α -частицы. Ответ: $T = 9,37$ МэВ.

2013__зММб-13-1__Резерв_1

1. Чёрное тело нагрели от температуры $T_1 = 600 \text{ K}$ до температуры $T_2 = 2400 \text{ K}$. Определите, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость тела и на сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости? Ответ: $n = 256$; $\Delta\lambda = -3,63 \text{ мкм}$.

2. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении фотонами, $V_{\max} = 0,88c$. Определить энергию фотонов. Ответ: $\varepsilon = 0,565 \text{ МэВ}$.

3. Давление света с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$, падающего нормально на чёрную поверхность, $P = 3 \text{ кПа}$. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 20 \text{ сек}$ на площадь $S = 1 \text{ мм}^2$ этой поверхности.

Ответ: $N = 5,43 \cdot 10^{25}$.

4. На какой угол был рассеян фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,36 \text{ МэВ}$ на свободном электроне, если кинетическая энергия отдачи электрона составляет $T_e = 0,68 \text{ МэВ}$. Ответ: $\theta \approx 51^\circ$.

5. Определите, при каком числовом значении кинетической энергии T длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны $\lambda_c = h/mc$. Ответ: $T = 0,212 \text{ МэВ}$.

6. Электрон с кинетической энергией $T = 4 \text{ эВ}$ локализован в области размером $\ell = 1 \text{ мкм}$. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.

7. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбуждённом состоянии ($n=2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $3L/8 \leq x \leq 5L/8$. Ответ: $\omega = 0,091$.

8. Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией $17,7 \text{ эВ}$. Определить скорость электрона за пределами атома. Ответ: $v = 1,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

9. Сколько α -частиц выбрасывает торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$ массой $m = 1 \text{ кг}$ за $t = 1 \text{ год}$? Период полураспада тория $T_{1/2} = 1,39 \cdot 10^4 \text{ лет}$. Ответ: $N_\alpha = 1,29 \cdot 10^{20}$.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X : $X(\alpha, p){}^{17}\text{O}$.

Ответ: ${}_{7}^{14}\text{N}$.

11. Какую наименьшую энергию нужно затратить, чтобы разделить ядро ${}^4_2\text{He}$ на две одинаковые части.

Ответ: $E = 23,85 \text{ МэВ}$.

12. Определить энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be}(p, \alpha){}^6_3\text{Li}$, ядро-мишень ${}^9_4\text{Be}$ считать неподвижным.

Ответ: $Q = 2,13 \text{ МэВ}$.

2013__зММ6-13-1__Резерв_2

1. Поток излучения первой плавильной печи через смотровое окошечко площадью $S_1 = 8 \text{ см}^2$ составляет $\Phi_{e1} = 94 \text{ Вт}$. А из смотрового окошечка второй печи, имеющего площадь $S_2 = 9 \text{ см}^2$, излучается поток энергии $\Phi_{e2} = 51 \text{ Вт}$. Чему равно отношение температуры внутри первой печи к температуре внутри второй печи?

Ответ: $n = 1,2$.

2. На цинковую пластину ($A_{\text{вых}} = 3,74 \text{ эВ}$) направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 2 \text{ В}$. Определить длину волны λ света, падающего на пластину.

Ответ: $\lambda = 2,16 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

3. Электрическая лампа рассчитана на мощность $N = 45 \text{ Вт}$. Вычислить давление лучистой энергии на зеркальную поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 1$, расположенную нормально к падающим лучам на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ от лампы.

Ответ: $p = 24 \text{ нПа}$.

4. Какая часть энергии падающего фотона приходится на электрон отдачи при комптоновском эффекте, если рассеяние фотона произошло на угол $\pi/6$. Длина волны падающего фотона $\lambda_1 = 12 \text{ пм}$.

Ответ: $T/\epsilon_1 = 0,03$.

5. Определить длину волны де Бройля λ_B для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda = 3 \text{ нм}$.

Ответ: $\lambda_B = 0,06 \text{ нм}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-10} \text{ м}$.

Ответ: $T_{\min} = 3,8 \text{ эВ}$.

7. Найти наименьшее значение энергии нейтрона, находящегося в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-15} \text{ м}$.

Ответ: $E_{\min} = 3,26 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$.

8. Во сколько раз изменится период вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в основное состояние атом излучал фотон с длиной волны $\lambda = 97,5 \text{ нм}$?

Ответ: в 64 раза.

9. Сколько ядер распадается за 1 с в куске урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ массой 1 кг ? Период полураспада $T_{1/2} = 4,51 \cdot 10^9 \text{ лет}$.

Ответ: $\Delta N = 1,23 \cdot 10^7 \text{ расп/с}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}_{95}^{243}\text{Am} \rightarrow {}_{103}^{256}\text{Lr} + 5 {}_0^1\text{n}$.

Ответ: ${}_{8}^{18}\text{O}$.

11. Определите энергию связи для ядра атома ${}_{11}^{23}\text{Na}$.

Ответ: $E_{\text{св}} = 186,56 \text{ МэВ}$.

12. Ядро бора ${}_{5}^{10}\text{B}$ захватывает нейтрон, в результате чего получается ядро лития ${}_{3}^7\text{Li}$ и гелия. Напишите ядерную реакцию. Какая энергия высвобождается в ней?

Ответ: $Q = 2,79 \text{ МэВ}$.

2013__зММ6-13-1__Резерв_3

1. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при температуре 0 °С? Чему равна энергетическая светимость тела при этой температуре?

Ответ: $\lambda_m = 10,6$ мкм; $R_e = 315$ Вт/м².

2. На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,08$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0,3$ мкм. Найти значение задерживающей разности потенциалов U_3 , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.

Ответ: $U_3 = 11,38$ В.

3. Энергия фотона 1,2 МэВ. Определите импульс фотона. Какого типа это излучение?

Ответ: $p = 6,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; γ -излучение.

4. Фотон при эффекте Комптона рассеялся на свободном электроны на угол $\pi/4$. Определить энергию падающего фотона, если длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 11,3$ пм.

Ответ: $\epsilon_1 = 0,12$ МэВ.

5. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 200$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 2$ пм. Найдите массу частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

Ответ: $m = 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг.

6. Электрон с кинетической энергией $T = 15$ эВ находится в металлической пылинке диаметром $d = 0,5$ мкм. Оценить относительную неточность $\Delta v/v$, с которой может быть определена скорость электрона.

Ответ: $\Delta v/v \sim 10^{-4}$.

7. Волновая функция $\Psi(x) = (2/L)^{1/2} \sin(\pi x/L)$ описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной L . Вычислите вероятность нахождения частицы в малом интервале $\Delta L = 0,01L$ в средней части ящика $(L-\Delta L)/2 \leq x \leq (L+\Delta L)/2$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии.

Ответ: $\omega = 0,02$.

8. В ионе лития Li^{++} электрон перешёл с четвёртого энергетического уровня на второй. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом лития.

Ответ: $\lambda = 54$ нм.

9. Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадается за два месяца?

Ответ: 44%.

10. Радиоактивный изотоп урана ${}_{92}^{238}U$ претерпевает последовательно α -распад, два β^- -распада и еще два α -распада. Какой изотоп образуется в результате этой серии распадов?

Ответ: ${}_{88}^{226}Ra$.

11. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определите массу нейтрального атома, имеющего это ядро.

Ответ: $m_A = 3,01603$ а.е.м.

12. Определить энергию ядерной реакции ${}^9_4Be(n, \gamma){}^{10}_4Be$, если известно, что энергия связи ядра 9_4Be $E_1 = 58,16$ МэВ, а ядра ${}^{10}_4Be$ $E_2 = 64,98$ МэВ.

Ответ: $Q = 6,82$ МэВ.

1. Мощность излучения абсолютно чёрного тела равна 10^5 кВт. Найти площадь излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, равна $7 \cdot 10^{-5}$ см. Ответ: $S = 6 \text{ м}^2$.

2. Определить максимальную скорость, которую может получить электрон, вырванный из платины под действием излучения с длиной волны $\lambda = 203 \text{ нм}$. Работа выхода электрона $A_{\text{вых}} = 5,29 \text{ эВ}$.

Ответ: $V_{\text{max}} = 5,4 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

3. Найти длину волны и частоту излучения, если энергия фотонов равна энергии покоя электрона. Какого типа это излучение? Ответ: $\lambda = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}$, $\nu = 1,2 \cdot 10^{20} \text{ Гц}$, γ -излучение.

4. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 10 \text{ пм}$ рассеялся на свободном электроне, причём угол рассеяния $\theta = \pi/4$. Определить длину волны рассеянного фотона и его энергию. Ответ: $\lambda = 10,7 \text{ пм}$; $\varepsilon = 0,116 \text{ МэВ}$.

5. Найдите длину волны де Бройля λ для электрона, обладающего кинетической энергией $E_k = 3 \text{ МэВ}$.

Ответ: $\lambda = 0,36 \text{ пм}$.

6. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-10} \text{ м}$. Ответ: $T_{\text{min}} = 3,8 \text{ эВ}$.

7. Нейтрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $d = 10^{-10} \text{ м}$ с абсолютно непроницаемыми стенками. Найдите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней нейтрона. Ответ: $\Delta E_{\text{min}} = 0,062 \text{ эВ}$.

8. Определить энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Лаймана.

Ответ: $10,2 \text{ эВ}$.

9. Вычислить удельные активности изотопов иридия ^{192}Ir и урана ^{235}U , периоды полураспада которых равны соответственно 75 суток и $7,1 \cdot 10^8$ лет.

Ответ: $A_{\text{уд1}} = 3,35 \cdot 10^{17} \text{ расп/с·кг}$; $A_{\text{уд2}} = 7,93 \cdot 10^7 \text{ расп/с·кг}$.

10. В результате серии радиоактивных распадов радий $^{223}_{88}\text{Ra}$ превращается в свинец $^{207}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β^- -распадов он испытывает при этом? Ответ: 4α и $2 \beta^-$.

11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $^{23}_{11}\text{Na}$.

Ответ: $E = 12,41 \text{ МэВ}$.

12. При соударении γ -кванта с дейтроном, последний может расщепиться на два нуклона. Написать уравнение ядерной реакции и определить минимальную энергию γ -кванта, способного вызвать такое расщепление. Ответ: $T_\gamma = 2,22 \text{ МэВ}$.

1. Чему равно отношение потоков энергии, излучаемых из смотровых окошек двух плавильных печей, если внутри первой печи поддерживается температура $T_1 = 1100$ К и площадь ее смотрового окошечка составляет $S_1 = 8 \text{ см}^2$, а температура внутри второй печи $T_2 = 1000$ К и площадь смотрового окошечка $S_2 = 9 \text{ см}^2$?

Ответ: $n = 1,3$.

2. Определить максимальную скорость фотоэлектронов и красную границу фотоэффекта, если электроны вырываются с поверхности никеля ультрафиолетовым излучением с длиной волны $0,2 \text{ мкм}$. Работа выхода $A_{\text{вых}} = 5 \text{ эВ}$.

Ответ: $V_{\text{max}} = 6,5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$; $\lambda_{\text{max}} = 248 \text{ нм}$.

3. Определите энергию ϵ и импульс p кванта излучения с длиной волны $\lambda = 5,5 \text{ мкм}$.

Ответ: $\epsilon = 0,226 \text{ эВ}$; $p = 1,2 \cdot 10^{-28} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

4. На какой угол был рассеян фотон с энергией $\epsilon_1 = 1,36 \text{ МэВ}$ на свободном электроне, если кинетическая энергия отдачи электрона составляет $T_e = 0,68 \text{ МэВ}$.

Ответ: $\theta \approx 51^\circ$.

5. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 511 \text{ кВ}$. Найдите длину волны де Бройля для этого электрона.

Ответ: $\lambda_B = 1,4 \text{ пм}$.

6. Длительность возбуждённого состояния атома водорода соответствует примерно $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$. Определить неопределённость энергии в этом состоянии.

Ответ: $\Delta E \geq 6,6 \cdot 10^{-8} \text{ эВ}$.

7. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" шириной L с бесконечно высокими "стенками" находится в возбуждённом состоянии ($n=2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $3L/8 \leq x \leq 5L/8$.

Ответ: $\omega = 0,091$.

8. Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией $17,7 \text{ эВ}$. Определить скорость электрона за пределами атома.

Ответ: $v = 1,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

9. Определить период полураспада висмута ${}_{83}^{210}\text{Bi}$, если известно, что висмут массой $m = 1 \text{ г}$ выбрасывает $N = 4,6 \cdot 10^{15}$ β -частиц за $t = 1 \text{ с}$.

Ответ: $T = 4,32 \cdot 10^5 \text{ с}$.

10. Определите, с каким атомным ядром была осуществлена реакция $X + {}_0^1n \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 2{}_0^1n$.

Ответ: ${}_{92}^{235}\text{U}$.

11. Определите энергию E , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}_{11}^{23}\text{Na}$.

Ответ: $E = 12,41 \text{ МэВ}$.

12. Ядро атома лития ${}_3^7\text{Li}$ бомбардируются протонами, кинетическая энергия которых $1,4 \text{ МэВ}$. Образующиеся при этом две α -частицы летят с одинаковой скоростью. Определите кинетическую энергию каждой α -частицы.

Ответ: $T = 9,37 \text{ МэВ}$.

1. Муфельная печь, потребляющая мощность 1 кВт, имеет отверстие площадью 40 см^2 . Определить долю мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1200 К. Считать, что отверстие печи излучает как абсолютно черное тело. Ответ: $n = 0,53$.

2. Работа выхода электрона с поверхности цезия равна $A_{\text{вых}} = 1,89 \text{ эВ}$. С какой скоростью вылетают электроны из цезия, если металл освещён жёлтым светом с длиной волны $\lambda = 0,589 \text{ мкм}$?

Ответ: $v_{\text{max}} = 2,76 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

3. Световой поток с мощностью излучения $N = 2,3 \text{ Вт}$ падает нормально на зеркальную поверхность. Определить силу давления, испытываемую этой поверхностью. Ответ: $F = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$

4. Определить скорость электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол $\theta = 180^\circ$. Ответ: $v = 2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

5. Определить длину волны де Бройля λ_B для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda = 3 \text{ нм}$.

Ответ: $\lambda_B = 0,06 \text{ нм}$.

6. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, если допускаемая неточность Δv составляет 10 % от её величины. Указать, применимо ли понятие траектории в данном случае. Ответ: $\Delta x = 0,5 \text{ нм}$.

7. Волновая функция $\Psi(x) = (2/L)^{1/2} \sin(\pi x/L)$ описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной L . Вычислите вероятность нахождения частицы в малом интервале $\Delta L = 0,01L$ в средней части ящика $(L-\Delta L)/2 \leq x \leq (L+\Delta L)/2$. Поясните физический смысл полученного результата, изобразив графически плотность вероятности обнаружения частицы в данном состоянии.

Ответ: $\omega = 0,02$.

8. В ионе лития Li^{++} электрон перешёл с четвёртого энергетического уровня на второй. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом лития. Ответ: $\lambda = 54 \text{ нм}$.

9. Сколько атомов радона распадётся за сутки из 1 млн. атомов? Период полураспада радона $T_{1/2} = 3,8 \text{ дня}$.

Ответ: $\Delta N = 1,67 \cdot 10^5 \text{ атомов}$.

10. Следующую ядерную реакцию напишите в развернутом виде и определите X: $X(t, \alpha)^{22}Na$.

Ответ: $^{23}_{12}Mg$.

11. Определите удельную энергию связи для ядер 2_1H и 3_1H .

Ответ: $\varepsilon_{y1} = 1,11 \text{ МэВ/нуклон}$; $\varepsilon_{y2} = 2,82 \text{ МэВ/нуклон}$.

12. Ядро бора $^{10}_5B$ захватывает нейтрон, в результате чего получается ядро лития 7_3Li и гелия. Напишите ядерную реакцию. Какая энергия высвобождается в ней? Ответ: $Q = 2,79 \text{ МэВ}$.