

## Вариант 1

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.1. Поток энергии, излучаемый из смотрового окна плавильной печи, равен  $\Phi = 36$  Вт. Определить температуру  $T$  печи, если площадь отверстия окна  $S = 8 \text{ см}^2$ .

Ответ: 940 К.

5.2.1. Для вольфрамовой нити при температуре  $T = 3500$  К поглощательная способность  $A_T = 0,35$ . Определить радиационную температуру нити.

Ответ: 2692 К.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.1. Определите фототок насыщения в фотоэлементе, интегральная чувствительность которого составляет 100 мкА/лм, если на фотокатод падает световой поток 0,18 лм.

Ответ: 18 мкА.

6.2.1. Определите красную границу фотоэффекта для цезия, если при облучении его поверхности фиолетовыми лучами с длиной волны 400 нм, максимальная скорость фотоэлектронов равна 650 км/с.

Ответ: 640 нм.

6.3.1. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 3100 \text{ \AA}$ ). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определите работу выхода (в эВ).

Ответ: 2,3 эВ.

6.4.1. Определите энергию, массу и импульс кванта света (фотона), если его длина волны равна 0,016  $\text{\AA}$ .

Ответ:  $1,15 \cdot 10^{-13}$  Дж;  $1,37 \cdot 10^{-30}$  кг;  $4,1 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

6.5.1. Фотон с энергией  $\varepsilon$ , равной энергии покоя электрона ( $m_0c^2$ ), рассеялся на свободном электроне на угол  $\theta = 120^\circ$ . Определите энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи (в единицах  $m_0c^2$ ).

Ответ:  $\varepsilon' = 0,4 m_0c^2$ ;  $T = 0,6 m_0c^2$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.1. Определить радиус  $a_0$  первой боровской орбиты и скорость электрона  $v$  на ней. Какова напряженность электрического поля ядра на первой орбите?

Ответ:  $a_0 = 0,53 \cdot 10^{-10}$  м.

7.2.1. Волновая функция  $\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{\pi}{l}x\right)$  описывает основное состояние частицы

в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность  $\omega$  нахождения частицы в малом интервале  $\Delta l = 0,01l$  в двух случаях: 1) вблизи стенки ( $0 \leq x \leq l$ ); 2) в средней части ящика

$\left(\frac{l}{2} - \frac{\Delta l}{2} \leq x \leq \frac{l}{2} + \frac{\Delta l}{2}\right)$ .

Ответ:  $\omega_1 = 6,6 \cdot 10^{-6}$ ;  $\omega_2 = 0,02$ .

## Вариант 2

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.2. Определить энергию, излучаемую за  $t = 5$  мин из смотрового окошка площадью отверстия  $S = 8 \text{ см}^2$  плавильной печи, если ее температура  $t = 927 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ответ: 28,2 кДж.

5.2.2. Определить температуру  $T$  абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра ( $\lambda_1 = 760 \text{ нм}$ ); на фиолетовую ( $\lambda_2 = 380 \text{ нм}$ ).

Ответ: 3,8 кК; 7,6 кК.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.2. Какова средняя освещенность фотокатода площадью  $4 \text{ см}^2$ , если фототок насыщения фотоэлемента составляет 25 мкА, а его интегральная чувствительность равна 150 мкА/лм?

Ответ:  $\approx 417 \text{ лк}$ .

6.2.2. Определите работу выхода электронов (в эВ) из натрия, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 5000 \text{ \AA}$ .  $1 \text{ \AA} (\text{ангстрем}) = 10^{-10} \text{ м}$ .

Ответ: 2,49 эВ.

6.3.2. На платиновую пластинку падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 3,7 В. Если платиновую пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определите работу выхода электрона с поверхности этой пластинки (в эВ); работа выхода электрона для платины 6,3 эВ.

Ответ: 4 эВ.

6.4.2. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоящегося электрона?

Ответ:  $\approx 0,82 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$ .

6.5.2. Определите угол  $\theta$  рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии  $\Delta\lambda = 3,63 \text{ пм}$ .

Ответ:  $\theta = 120^\circ$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.2. Согласно представлениям классической электродинамики мощность излучения электрона, движущегося с ускорением  $a$  равна  $N = \frac{2e^2 a^2}{4\pi\epsilon_0 c^2}$ . Оценить время жизни

атома  $\text{He}^+$ , предполагая, что электрон равномерно вращается по круговой орбите с начальным радиусом  $10^{-10} \text{ м}$ .

Ответ:  $5 \times 10^{-11} \text{ с}$ .

7.2.2. Кинетическая энергия  $K$  электрона в атоме водорода составляет величину порядка 12 эВ. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные размеры атома  $l_{\text{min}}$ .

Ответ:  $l_{\text{min}} = 113 \text{ пм}$ .

### Вариант 3

#### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.3. Найти температуру  $T$  печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью  $S = 6,1 \text{ см}^2$  имеет мощность  $P = 34,6 \text{ Вт}$ . Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: 1 кК.

5.2.3. Определить мощность излучения единицы поверхности абсолютно черного тела, приходящегося на узкий интервал длин волн  $\Delta\lambda = 5 \text{ нм}$  около максимума спектральной плотности энергетической светимости, если температура абсолютно черного тела  $T = 2500 \text{ К}$ .

Ответ: 6,3 кВт/м<sup>2</sup>.

#### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

##### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.3. Какова площадь поверхности фотокатода фотоэлемента с интегральной чувствительностью 120 мкА/лм, если фототок насыщения равен 50 мкА, а средняя освещенность фотокатода составляет  $10^3 \text{ лк}$ ?

Ответ:  $\approx 4,2 \text{ см}^2$ .

6.2.3. Будет ли иметь место фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовые лучи с длиной волны 3000 Å? Работа выхода для серебра равна 4,7 эВ.

Ответ: Нет.

6.3.3. Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла под действием гамма-излучения с длиной волны 3 Å. Работой выхода пренебречь.

Ответ: Электрон релятивистский;  $v = 0,83 c$ ;  $v = 2,49 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

6.4.3. Определите давление света на стенки электрической 100-ваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. (Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение).

Ответ:  $\approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ .

6.5.3. Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,75 \text{ МэВ}$  рассеялся на свободном электроном под углом  $\theta = 60^\circ$ . Считая электрон до соударения с фотоном покоящимся, определите направление его движения.

Ответ:  $\varphi \approx 35^\circ$ .

#### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.3. Определить частоту света, излучаемого водородоподобным ионом при переходе электрона на уровень с главным квантовым числом  $n$ , если радиус орбиты изменился в  $k$  раз.

Ответ:  $v = \frac{Rcz^2}{n^2} (1 - k)$ , где  $R$  – постоянная Ридберга.

7.2.3. Электрон находится в одномерном с бесконечными стенками прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность  $\omega$  того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ), будет находиться в средней третьей части ящика.

Ответ:  $\omega = 0,195$ .

## Вариант 4

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.4. Какую мощность излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца  $T = 5800$  К, радиус  $R_C = 7 \cdot 10^8$  м.

Ответ:  $3,95 \cdot 10^{26}$  Вт.

5.2.4. Какую энергетическую светимость имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda = 484$  нм?

Ответ:  $73,5$  МВт/м<sup>2</sup>.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.4. Определите силу света источника, освещающего фотоэлемент пучком света в виде усеченного конуса в пределах телесного угла  $0,2\pi$  стерadian, допуская, что световой поток распределен внутри конуса равномерно. Интегральная чувствительность фотоэлемента равна  $100$  мкА/лм, а фототок насыщения составляет  $314$  мкА.

Ответ:  $5$  кд.

6.2.4. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{кр} = 3070$  Å и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона  $1$  эВ?

Ответ:  $0,8$ .

6.3.4. Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла при облучении гамма-квантами с энергией  $1,53$  МэВ; работой выхода пренебречь.

Ответ:  $2,91 \cdot 10^8$  м/с.

6.4.4. Ртутная дуга имеет мощность  $125$  Вт. Сколько квантов света испускается ежесекундно излучением двух из спектральных линий:  $\lambda_1 = 6123$  Å;  $\lambda_2 = 2537$  Å? Интенсивность этих линий равна соответственно: 1)  $2$  %; 2)  $4$  % от интенсивности ртутной дуги. Считать, что  $80$  % мощности идет на излучение.

Ответ:  $6,2 \cdot 10^{18}$  с<sup>-1</sup>;  $5,1 \cdot 10^{18}$  с<sup>-1</sup>.

6.5.4. Длина волны  $\lambda$  фотона равна комптоновской длине волны для электрона. Определите энергию  $\varepsilon$  и импульс  $P$  фотона.

Ответ:  $\varepsilon = 0,511$  МэВ;  $P = 2,7 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.4. Фотон с энергией  $15,0$  эВ выбивает электрон из покоящего атома водорода, находящегося в основном состоянии. С какой скоростью  $v$  движется электрон вдали от ядра?

Ответ:  $v = 7 \cdot 10^5$  м/с.

7.2.4. Электрон в потенциальном ящике шириной  $l$  характеризуется волновым числом  $k = \pi n / 2$ , где  $n = 1, 2, 3 \dots$ . Используя связь энергии  $E$  с волновым вектором  $k$ , получить формулу для собственных значений энергии  $E_n$ .

## Вариант 5

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**5.1.5.** Мощность излучения раскаленной металлической поверхности 0,67 кВт. Температура поверхности  $T = 2500$  К, ее площадь  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Какую мощность излучения имела бы эта поверхность, если бы она была абсолютно черной? Найти отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

Ответ: 2,2 кВт; 0,3.

**5.2.5.** В каких областях спектра лежат длины волн, соответствующие максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит: а) спираль электрической лампочки ( $T = 2900$  К); б) поверхность Солнца ( $T = 5800$  К); в) атомная бомба в момент взрыва ( $T = 10^7$  К). Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: 1 мкм; 500 нм; 300 пм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

**6.1.5.** Источник, сила света которого равна 20 кд, дает пучок света в виде усеченного конуса в пределах телесного угла  $0,1\pi$  стерадиан. Допуская, что световой поток распределён внутри конуса равномерно, определите интегральную чувствительность освещаемого данным источником фотоэлемента, если возникающий в нём фототок насыщения равен 628 мкА.

Ответ: 100 мкА/лм.

**6.2.5.** На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 2200$  Å. Определите максимальную скорость фотоэлектронов. Работа выхода для цинка составляет 4 эВ.

Ответ: 760 км/с.

**6.3.5.** Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении гамма-квантами, равна  $2,9 \cdot 10^8$  м/с. Определите энергию гамма-квантов (в МэВ). (Работой выхода можно пренебречь).

Ответ: 1,5 МэВ.

**6.4.5.** Определите массу кванта рентгеновских лучей ( $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-9}$  см) и гамма-лучей ( $\lambda = 1,24 \cdot 10^{-10}$  см).

Ответ:  $8,8 \cdot 10^{-23}$  кг;  $1,8 \cdot 10^{-30}$  кг.

**6.5.5.** Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,4$  МэВ рассеялся под углом  $\theta = 90^\circ$  на свободном электроне. Определите энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи.

Ответ:  $\varepsilon' = 0,224$  МэВ;  $T = 0,176$  МэВ.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

**7.1.5.** Какую скорость  $v$  приобретает первоначально покоившийся атом водорода при испускании фотона, соответствующего головной линии серии: а) Лаймана; б) Бальмера?

Ответ: а) 3.25 м/с; б) 0.6 м/с

**7.2.5.** Частица находится в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ) в одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками.

Определить вероятность  $\omega$  обнаружения частицы в области  $\frac{3}{8}l \leq x \leq \frac{5}{8}l$ .

Ответ:  $\omega = 0,09$ .

## Вариант 6

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.6. Температура верхних слоев звезды Сириус равна  $T = 10^4$  К. Определить поток энергии, излучаемый с поверхности площадью  $S = 5 \text{ м}^2$  этой звезды. Излучение считать близким к излучению черного тела.

Ответ: 2,8 ГВт.

5.2.6. Определить, как и во сколько раз изменится мощность  $P$  излучения абсолютно черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с  $\lambda_1 = 720 \text{ нм}$  до  $\lambda_2 = 400 \text{ нм}$ .

Ответ: Увеличится в 10,5 раза.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.6. На расстоянии 20 см от изотропного точечного источника света с силой света 20 кд, находится фотоэлемент, интегральная чувствительность которого составляет 100 мкА/лм. Направленный поток излучения от источника падает на поверхность фотокатода, площадью  $1 \text{ см}^2$  так, что угол между направлением пучка и нормалью  $\mathbf{n}$  к поверхности фотокатода составляет  $60^\circ$ . Определите фототок насыщения.

Ответ: 2,5 мкА.

6.2.6. Возникает ли фотоэффект в цинке под действием излучения, имеющего длину волны  $0,45 \text{ мкм}$ ? Работа выхода электрона для цинка равна  $4,0 \text{ эВ}$ .

Ответ: Нет.

6.3.6. Определите максимальную скорость электронов ( $v_{\text{max}}$ ), вылетающих из цинка под действием гамма-излучения с длиной волны  $0,1 \text{ \AA}$ . Как изменится  $v_{\text{max}}$ , если гамма-лучи заменить ультрафиолетовыми лучами? Работа выхода для цинка равна  $4,0 \text{ эВ}$ .

Ответ:  $1,8 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{max}}$  – уменьшится.

6.4.6. Сколько фотонов рентгеновского излучения с длиной волны  $3 \text{ нм}$  должно падать в секунду на поверхность абсолютно чёрного тела площадью  $4,8 \text{ см}^2$ , чтобы создать на него такое же давление, какое создаётся солнечным светом на чёрную поверхность, полностью поглощающую лучи и находящуюся на орбите Земли? Солнечная постоянная  $E_c = 1370 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Ответ:  $\approx 1016 \text{ с}^{-1}$ .

6.5.6. Фотон был рассеян на угол  $\theta = 90^\circ$  при соударении с электроном. Определите энергию фотона  $\varepsilon$  до рассеяния, если энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 0,4 \text{ МэВ}$ .

Ответ:  $\varepsilon = 1,85 \text{ МэВ}$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.6. Определить скорость  $v$ , приобретаемую первоначально покоившимся свободным атомом ртути при поглощении им фотона резонансной частоты (резонансной называется частота, отвечающая переходу атома на первый возбужденный уровень). Первый потенциал возбуждения атомов ртути равен  $4,9 \text{ В}$ .

Ответ:  $0,79 \text{ см/с}$ .

7.2.6. Электрон находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ) в одномерном потенциальном ящике шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность  $\omega$  обнаружения электрона в средней третьей части ящика.

Ответ:  $\omega = 0,33$ .

## Вариант 7

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.7. Определить относительное увеличение  $\Delta R_T/R_T$  энергетической светимости абсолютно черного тела при увеличении его температуры на 1 %.

Ответ: 4,05 %.

5.2.7. При нагревании абсолютно черного тела длина волны  $\lambda$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от  $\lambda_1 = 690$  нм до  $\lambda_2 = 500$  нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?

Ответ: В 3,6 раза.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.7. Определите силу света источника, находящегося на расстоянии 20 см от фотоэлемента с интегральной чувствительностью 100 мкА/лм. Направленный поток излучения от источника падает на фотокатод под углом  $30^\circ$  к его поверхности, площадью  $2 \text{ см}^2$ , а фототок насыщения составляет 10 мкА.

Ответ: 40 кд.

6.2.7. Работа выхода электрона для цезия равна  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какой длины волны свет падает на поверхность цезия, если максимальная скорость вылета из него электрона равна  $6 \cdot 10^5$  м/с. Результат представьте в нанометрах и округлите до целого числа.

Ответ: 430 нм.

6.3.7. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны 83 нм. На какое минимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью 750 В/м? Красная граница фотоэффекта для алюминия  $\lambda_{\text{кр}} = 332$  нм. Результат представьте в сантиметрах.

Ответ: 1,47 см.

6.4.7. Сколько фотонов рентгеновского излучения с длиной волны 1,5 нм должно падать в секунду на поверхность абсолютно чёрного тела площадью  $2,4 \text{ см}^2$ , чтобы создать на него такое же давление, какое создаётся солнечным светом на зеркальную поверхность, полностью отражающую солнечные лучи и находящуюся на орбите Земли? Солнечная постоянная  $E_c = 1370 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Ответ:  $5,0 \cdot 10^{15}$ .

6.5.7. Рентгеновские лучи с длиной волны на  $\lambda = 0,0708$  нм испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Определите длину волны  $\lambda'$  рентгеновских лучей, рассеянных под углом  $60^\circ$  к направлению падающих лучей.

Ответ:  $\lambda' = 0,0720$  нм.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.7. Свободный покоящийся атом лития поглотил фотон частотой  $\omega = 2,81 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$ , в результате чего перешел на первый возбужденный уровень и начал двигаться с некоторой скоростью. Затем атом вернулся в основное состояние, испустив новый фотон в направлении, перпендикулярном направлению своего движения. С какой скоростью  $v$  движется после этого атом?

Ответ: 0.12 м/с.

7.2.7. Определите, во сколько раз применяется отношение разности соседних энергетических уровней частицы  $E_{n+1, n} / E_n$  при переходе от  $n = 3$  к  $n' = 7$ .

Ответ: В 2,5 раза.

## Вариант 8

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.8. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость возросла в 2 раза?

Ответ: В 1,19 раза.

5.2.8. На какую длину волны  $\lambda$  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре человеческого тела ( $t = 37^\circ\text{C}$ ).

Ответ: 9,4 мкм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.8. Поверхность фотокатода фотоэлемента освещалась лампой с силой света 80 кд; затем эту лампу заменили другой с силой света 20 кд. Во сколько раз нужно уменьшить расстояние от лампы до фотоэлемента, чтобы значение фототока насыщения не изменилось?

Ответ: В 2 раза.

6.2.8. Максимальная кинетическая энергия электронов, вырываемых из некоторого металла светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм, равна  $3,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите работу выхода электрона из металла. Результат представьте в электрон-вольтах.

Ответ: 3 эВ.

6.3.8. При освещении фотокатода светом с длиной волны  $\lambda_1 = 400$  нм, а затем с  $\lambda_2 = 500$  нм обнаружено, что задерживающее напряжение, прекращающее фотоэффект, изменилось в 2 раза. Определите работу выхода электрона из материала фотокатода. Результат представьте в электрон-вольтах.

Ответ: 1,86 эВ.

6.4.8. Принимая Землю за абсолютно чёрное тело, определите силу давления солнечного излучения на земной шар. Радиус Земли считать равным 6400 км. Солнечная постоянная  $E_c = 1370$  Дж/м<sup>2</sup>·с.

Ответ:  $5,9 \cdot 10^8$  Н.

6.5.8. Энергия  $\varepsilon$  падающего фотона равна энергии покоя электрона. Определите долю  $\delta_1$  энергии, полученной рассеянным фотоном от падающего фотона, и долю  $\delta_2$  энергии, переданной электрону отдачи, если  $\theta = 90^\circ$ .

Ответ:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,5$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.8. Определить скорость  $v_1$ , с которой электрон движется по первой боровской орбите в атоме водорода.

Ответ:  $2,2 \cdot 10^6$  м/с.

7.2.8. Электрон с энергией  $E = 5$  эВ движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает потенциальный прямоугольный барьер шириной  $l = 0,1$  нм и высотой  $U = 10$  эВ. Определить коэффициент прозрачности  $D$  барьера.

Ответ:  $D = 0,1$ .

## Вариант 9

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.9. Какую энергетическую светимость имеет затвердевающий свинец? Отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно черного тела для данной температуры равно 0,6. Температура плавления свинца  $t = 327\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ответ:  $4,41\text{ кВт/м}^2$ .

5.2.9. При какой температуре  $T$  давление теплового излучения равно  $p = 1\text{ атм}$ ?

Ответ:  $1,4 \cdot 10^5\text{ К}$ .

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.9. Фотоэлемент находится от источника света (с силой света 20 кд) на расстоянии  $r_1 = 10\text{ см}$ ; затем фотоэлемент перемещают на большее расстояние  $r_2 = 20\text{ см}$ . Какой новый источник света нужно взять, чтобы фототок насыщения в фотоэлементе не изменился? Какова сила света этого источника?

Ответ: 80 кд.

6.2.9. При освещении фотокатода светом с длиной волны  $\lambda_1 = 350\text{ нм}$ , а затем с  $\lambda_2 = 540\text{ нм}$ , было обнаружено, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в 2 раза. Найдите работу выхода электрона с поверхности этого металла (в эВ).

Ответ: 1,9 эВ.

6.3.9. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны 140 нм? (Для меди  $A_{\text{вых}} = 4,47\text{ эВ}$ ).

Ответ: 4,4 В.

6.4.9. На каждый квадратный сантиметр чёрной поверхности каждую секунду падает  $2,8 \cdot 10^{17}$  квантов света с длиной волны 400 нм. Какое давление создаёт это излучение на поверхность?

Ответ:  $4,6 \cdot 10^{-6}\text{ Н/м}^2$ .

6.5.9. Энергия  $\epsilon$  падающего фотона равна энергии покоя электрона, а угол рассеяния фотона составляет  $180^{\circ}$ . Определите долю  $\delta$  энергии падающего фотона, полученную электроном отдачи.

Ответ:  $\delta = 0,67$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.9. Используя постоянную Планка, массу  $m_e$  и заряд  $e$  электрона, составить выражение для величины, имеющей размерность длины. Что это за величина?

7.2.9. Вероятность прохождения электроном прямоугольного потенциального барьера шириной  $l = 0,1\text{ нм}$  равна 0,5. Определить высоту барьера  $U$ , если кинетическая энергия электрона 2,0 эВ.

Ответ:  $U = 2,45\text{ эВ}$ .

## Вариант 10

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.10. При какой температуре интегральная испускательная способность абсолютно черного тела равна  $10 \text{ кВт/м}^2$ ?

Ответ:  $375 \text{ }^\circ\text{C}$ .

5.2.10. Максимум спектральной плотности энергетической светимости яркой звезды Арктур приходится на длину волны  $\lambda_{\text{max}} = 580 \text{ нм}$ . Принимая, что звезда Арктур излучает как абсолютно черное тело, определить температуру  $T$  поверхности звезды.

Ответ:  $5 \text{ кК}$ .

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.10. Во сколько раз увеличится фототок насыщения фотоэлемента, если падающий световой поток возрастает в 1,5 раза.

Ответ: В 1,5 раза.

6.2.10. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 450 \text{ нм}$  и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна  $1 \text{ эВ}$ ?

Ответ:  $0,73$ .

6.3.10. Найдите постоянную Планка, если фотоэлектроны, вырывающиеся с поверхности некоторого металла электромагнитным излучением с частотой  $\nu_1 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ , задерживаются потенциалом  $3,1 \text{ В}$ , а вырывающиеся электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda_2 = 125 \text{ нм}$  – потенциалом  $8,1 \text{ В}$ .

Ответ:  $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ .

6.4.10. Сколько энергии должно приносить световое излучение на каждый квадратный миллиметр чёрной поверхности за секунду, чтобы световое давление на эту поверхность равнялось  $1 \text{ Н/м}^2$ ?

Ответ:  $300 \text{ Дж}\cdot\text{с}^{-1}$ .

6.5.10. Фотон с длиной волны  $\lambda = 0,01 \text{ \AA}$  рассеялся на свободном электроны под углом  $\theta = 90^\circ$ . Определите, какую долю своей энергии фотон передал электрону отдачи.

Ответ:  $0,8$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.10. Используя постоянную Планка, массу  $m_e$  и заряд  $e$  электрона, составить выражение для величины, имеющей размерность энергии. Что это за величина?

7.2.10. Определить высоту барьера  $U$  прямоугольного потенциального барьера шириной  $l = 0,1 \text{ нм}$ , если коэффициент отражения электрона, имеющего энергию  $3,1 \text{ эВ}$ , равен  $0,5$ .

Ответ:  $U = 3,55 \text{ эВ}$ .

## Вариант 11

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.11. Температура  $T$  абсолютно черного тела изменилась от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость?

Ответ: В 81 раз.

5.2.11. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела равно  $4,1 \cdot 10^{11}$  Вт/м<sup>3</sup>. На какую длину оно приходится?

Ответ: 1,45 мкм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.11. Расстояние от источника света до фотоэлемента увеличили в 1,5 раза. Как изменится фототок насыщения фотоэлемента?

Ответ: Уменьшится в 2,25 раза.

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

Ответ: 4,36 нм.

6.3.11. Шар радиусом 1 см, несущий заряд  $1,11 \cdot 10^{-10}$  Кл, облучается светом с длиной волны 331 нм. Определите, на какое расстояние удалится электрон, если работа выхода электрона с поверхности металла, из которого изготовлен шар, равна  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж.

Ответ: 0,255 мм.

6.4.11. Световое давление, создаваемое зелёными лучами с длиной волны  $\lambda = 550$  нм на чёрную поверхность, равно  $1$  Н/м<sup>2</sup>. Сколько квантов света ежесекундно попадает на  $1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности?

Ответ:  $8,3 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$ .

6.5.11. Фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол  $\theta = 180^\circ$ . Определите импульс  $P$  электрона отдачи при эффекте Комптона.

Ответ:  $P = 3,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.11. Определить: а) потенциал ионизации атома водорода; б) первый потенциал возбуждения атома водорода.

Ответ: а) 13,6 В; б) 10,2 В.

7.2.11. Электрон с энергией  $E$  движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает на своем пути бесконечно длинный широкий прямоугольный потенциальный барьер высотой  $U$  такой, что  $E < U$ . Запишите уравнение Шредингера для электрона внутри барьера и вне его.

## Вариант 12

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.12. Определить, во сколько раз необходимо уменьшить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость уменьшилась в 16 раз.

Ответ: В 2 раза.

5.2.12. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости серого тела с коэффициентом поглощения  $A_T = 0,5$  приходится на длину волны  $\lambda_{\max} = 967$  нм. Определить температуру  $T$  этого тела.

Ответ: 3 кК.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.12. Определите интегральную чувствительность фотоэлемента, если при падении на поверхность его фотокатода потока  $0,1$  лм фототок насыщения составляет  $10$  мкА.

Ответ:  $100$  мкА/лм.

6.2.12. Работа выхода электрона из кадмия  $4,08$  эВ. Какими лучами нужно освещать кадмий, чтобы максимальная скорость вылетающих электронов была  $7,2 \cdot 10^5$  м/с?

Ответ:  $223$  нм.

6.3.12. Изолированная металлическая пластинка облучается монохроматическим светом с длиной волны  $450$  нм. До какого потенциала зарядится пластинка при длительном освещении, если работа выхода электрона с ее поверхности равна  $2$  эВ?

Ответ:  $0,76$  В.

6.4.12. На поверхность площадью  $S = 0,01$  м<sup>2</sup> падает световой поток, равный  $1,05$  Дж/с. Определите световое давление на эту поверхность, если она полностью отражает падающие на нее лучи.

Ответ:  $0,7$  мкПа.

6.5.12. При соударении с электроном фотон в результате эффекта Комптона был рассеян на угол  $60^\circ$ . Энергия  $\varepsilon'$  рассеянного фотона равна  $0,2$  МэВ. Определите энергию  $\varepsilon$  фотона до рассеяния.

Ответ:  $\varepsilon = 0,249$  МэВ.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.12. Найти для электрона, находящегося в атоме водорода на  $n$ -й боровской орбите, отношение магнитного момента  $\mu_n$  к механическому моменту  $M_n$ .

7.2.12. Частица с энергией  $E = 50$  В движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает на своем пути бесконечно широкий прямоугольный барьер высотой  $U = 20$  эВ. Определить коэффициент отражения  $R$  частицы от барьера.

Ответ:  $R = 0,016$ .

## Вариант 13

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.13. Поток энергии, излучаемый из смотрового окна плавильной печи, равен  $\Phi = 36$  Вт. Определить температуру  $T$  печи, если площадь отверстия окна  $S = 8 \text{ см}^2$ .

Ответ: 940 К.

5.2.13. Для вольфрамовой нити при температуре  $T = 3500$  К поглощательная способность  $A_T = 0,35$ . Определить радиационную температуру нити.

Ответ: 2692 К.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.13. Определите фототок насыщения в фотоэлементе, интегральная чувствительность которого составляет 100 мкА/лм, если на фотокатод падает световой поток 0,18 лм.

Ответ: 18 мкА.

6.2.13. Определите красную границу фотоэффекта для цезия, если при облучении его поверхности фиолетовыми лучами с длиной волны 400 нм, максимальная скорость фотоэлектронов равна 650 км/с.

Ответ: 640 нм.

6.3.13. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 3100 \text{ \AA}$ ). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определите работу выхода (в эВ).

Ответ: 2,3 эВ.

6.4.13. Определите энергию, массу и импульс кванта света (фотона), если его длина волны равна 0,016  $\text{\AA}$ .

Ответ:  $1,15 \cdot 10^{-13}$  Дж;  $1,37 \cdot 10^{-30}$  кг;  $4,1 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

6.5.13. Фотон с энергией  $\varepsilon$ , равной энергии покоя электрона ( $m_0 c^2$ ), рассеялся на свободном электроне на угол  $\theta = 120^\circ$ . Определите энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи (в единицах  $m_0 c^2$ ).

Ответ:  $\varepsilon' = 0,4 m_0 c^2$ ;  $T = 0,6 m_0 c^2$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.13. Определить радиус  $a_0$  первой боровской орбиты и скорость электрона  $v$  на ней. Какова напряженность электрического поля ядра на первой орбите?

Ответ:  $a_0 = 0,53 \cdot 10^{-10}$  м.

7.2.13. Волновая функция  $\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{\pi}{l} x\right)$  описывает основное состояние частицы

в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность  $\omega$  нахождения частицы в малом интервале  $\Delta l = 0,01l$  в двух случаях: 1) вблизи стенки ( $0$

$\leq x \leq l$ ); 2) в средней части ящика  $\left(\frac{l}{2} - \frac{\Delta l}{2} \leq x \leq \frac{l}{2} + \frac{\Delta l}{2}\right)$ .

Ответ:  $\omega_1 = 6,6 \cdot 10^{-6}$ ;  $\omega_2 = 0,02$ .

## Вариант 14

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.14. Определить энергию, излучаемую за  $t = 5$  мин из смотрового окошка площадью отверстия  $S = 8 \text{ см}^2$  плавильной печи, если ее температура  $t = 927 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ответ: 28,2 кДж.

5.2. 14. Определить температуру  $T$  абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра ( $\lambda_1 = 760 \text{ нм}$ ); на фиолетовую ( $\lambda_2 = 380 \text{ нм}$ ).

Ответ: 3,8 кК; 7,6 кК.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1. 14. Какова средняя освещенность фотокатода площадью  $4 \text{ см}^2$ , если фототок насыщения фотоэлемента составляет 25 мкА, а его интегральная чувствительность равна 150 мкА/лм?

Ответ:  $\approx 417 \text{ лк}$ .

6.2. 14. Определите работу выхода электронов (в эВ) из натрия, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 5000 \text{ \AA}$ .  $1 \text{ \AA} \text{ (ангстрем)} = 10^{-10} \text{ м}$ .

Ответ: 2,49 эВ.

6.3. 14. На платиновую пластинку падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 3,7 В. Если платиновую пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определите работу выхода электрона с поверхности этой пластинки (в эВ); работа выхода электрона для платины 6,3 эВ.

Ответ: 4 эВ.

6.4. 14. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоящегося электрона?

Ответ:  $\approx 0,82 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$ .

6.5. 14. Определите угол  $\theta$  рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии  $\Delta\lambda = 3,63 \text{ пм}$ .

Ответ:  $\theta = 120^\circ$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1. 14 Согласно представлениям классической электродинамики мощность излучения электрона, движущегося с ускорением  $a$  равна  $N = \frac{2e^2 a^2}{4\pi\epsilon_0 c^2}$ . Оценить время жизни

атома  $\text{He}^+$ , предполагая, что электрон равномерно вращается по круговой орбите с начальным радиусом  $10^{-10} \text{ м}$ .

Ответ:  $5 \times 10^{-11} \text{ с}$ .

7.2. 14. Кинетическая энергия  $K$  электрона в атоме водорода составляет величину порядка 12 эВ. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные размеры атома  $l_{\text{min}}$ .

Ответ:  $l_{\text{min}} = 113 \text{ пм}$ .

## Вариант 15

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1. 15. Найти температуру  $T$  печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью  $S = 6,1 \text{ см}^2$  имеет мощность  $P = 34,6 \text{ Вт}$ . Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: 1 кК.

5.2. 15. Определить мощность излучения единицы поверхности абсолютно черного тела, приходящегося на узкий интервал длин волн  $\Delta\lambda = 5 \text{ нм}$  около максимума спектральной плотности энергетической светимости, если температура абсолютно черного тела  $T = 2500 \text{ К}$ .

Ответ: 6,3 кВт/м<sup>2</sup>.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1. 15. Какова площадь поверхности фотокатода фотоэлемента с интегральной чувствительностью 120 мкА/лм, если фототок насыщения равен 50 мкА, а средняя освещенность фотокатода составляет  $10^3 \text{ лк}$ ?

Ответ:  $\approx 4,2 \text{ см}^2$ .

6.2. 15. Будет ли иметь место фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовые лучи с длиной волны 3000 Å? Работа выхода для серебра равна 4,7 эВ.

Ответ: Нет.

6.3. 15. Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла под действием гамма-излучения с длиной волны 3 Å. Работой выхода пренебречь.

Ответ: Электрон релятивистский;  $v = 0,83 \text{ с}$ ;  $v = 2,49 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

6.4. 15. Определите давление света на стенки электрической 100-ваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. (Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение).

Ответ:  $\approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ .

6.5. 15. Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,75 \text{ МэВ}$  рассеялся на свободном электроне под углом  $\theta = 60^\circ$ . Считая электрон до соударения с фотоном покоящимся, определите направление его движения.

Ответ:  $\varphi \approx 35^\circ$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1. 15. Определить частоту света, излучаемого водородоподобным ионом при переходе электрона на уровень с главным квантовым числом  $n$ , если радиус орбиты изменился в  $k$  раз.

Ответ:  $v = \frac{Rcz^2}{n^2} (1 - k)$ , где  $R$  – постоянная Ридберга.

7.2. 15. Электрон находится в одномерном с бесконечными стенками прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность  $\omega$  того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ), будет находиться в средней третьей части ящика.

Ответ:  $\omega = 0,195$ .

## Вариант 16

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**5.1.16.** Какую мощность излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца  $T = 5800 \text{ К}$ , радиус  $R_C = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$ .

Ответ:  $3,95 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ .

**5.2. 16.** Какую энергетическую светимость имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda = 484 \text{ нм}$ ?

Ответ:  $73,5 \text{ МВт/м}^2$ .

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

**6.1. 16.** Определите силу света источника, освещающего фотоэлемент пучком света в виде усеченного конуса в пределах телесного угла  $0,2\pi$  стерadian, допуская, что световой поток распределен внутри конуса равномерно. Интегральная чувствительность фотоэлемента равна  $100 \text{ мкА/лм}$ , а фототок насыщения составляет  $314 \text{ мкА}$ .

Ответ:  $5 \text{ кд}$ .

**6.2.16.** Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 3070 \text{ \AA}$  и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона  $1 \text{ эВ}$ ?

Ответ:  $0,8$ .

**6.3. 16.** Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла при облучении гамма-квантами с энергией  $1,53 \text{ МэВ}$ ; работой выхода пренебречь.

Ответ:  $2,91 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

**6.4. 16.** Ртутная дуга имеет мощность  $125 \text{ Вт}$ . Сколько квантов света испускается ежесекундно излучением двух из спектральных линий:  $\lambda_1 = 6123 \text{ \AA}$ ;  $\lambda_2 = 2537 \text{ \AA}$ ? Интенсивность этих линий равна соответственно: 1)  $2 \%$ ; 2)  $4 \%$  от интенсивности ртутной дуги. Считать, что  $80 \%$  мощности идет на излучение.

Ответ:  $6,2 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$ ;  $5,1 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$ .

**6.5. 16.** Длина волны  $\lambda$  фотона равна комптоновской длине волны для электрона. Определите энергию  $\varepsilon$  и импульс  $P$  фотона.

Ответ:  $\varepsilon = 0,511 \text{ МэВ}$ ;  $P = 2,7 \cdot 10^{-22} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

**7.1. 16.** Фотон с энергией  $15,0 \text{ эВ}$  выбивает электрон из покоящегося атома водорода, находящегося в основном состоянии. С какой скоростью  $v$  движется электрон вдали от ядра?

Ответ:  $v = 7 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ .

**7.2.16.** Электрон в потенциальном ящике шириной  $l$  характеризуется волновым числом  $k = \pi n / 2$ , где  $n = 1, 2, 3 \dots$ . Используя связь энергии  $E$  с волновым вектором  $k$ , получить формулу для собственных значений энергии  $E_n$ .

## Вариант 17

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**5.1.17.** Мощность излучения раскаленной металлической поверхности 0,67 кВт. Температура поверхности  $T = 2500$  К, ее площадь  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Какую мощность излучения имела бы эта поверхность, если бы она была абсолютно черной? Найти отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

Ответ: 2,2 кВт; 0,3.

**5.2.17.** В каких областях спектра лежат длины волн, соответствующие максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит: а) спираль электрической лампочки ( $T = 2900$  К); б) поверхность Солнца ( $T = 5800$  К); в) атомная бомба в момент взрыва ( $T = 10^7$  К). Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: 1 мкм; 500 нм; 300 пм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

**6.1. 17.** Источник, сила света которого равна 20 кд, дает пучок света в виде усеченного конуса в пределах телесного угла  $0,1\pi$  стерадиан. Допуская, что световой поток распределён внутри конуса равномерно, определите интегральную чувствительность освещаемого данным источником фотоэлемента, если возникающий в нём фототок насыщения равен 628 мкА.

Ответ: 100 мкА/лм.

**6.2. 17.** На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 2200$  Å. Определите максимальную скорость фотоэлектронов. Работа выхода для цинка составляет 4 эВ.

Ответ: 760 км/с.

**6.3.17.** Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении гамма-квантами, равна  $2,9 \cdot 10^8$  м/с. Определите энергию гамма-квантов (в МэВ). (Работой выхода можно пренебречь).

Ответ: 1,5 МэВ.

**6.4.17.** Определите массу кванта рентгеновских лучей ( $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-9}$  см) и гамма-лучей ( $\lambda = 1,24 \cdot 10^{-10}$  см).

Ответ:  $8,8 \cdot 10^{-23}$  кг;  $1,8 \cdot 10^{-30}$  кг.

**6.5.17.** Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,4$  МэВ рассеялся под углом  $\theta = 90^\circ$  на свободном электроне. Определите энергию  $\varepsilon'$  рассеянного фотона и кинетическую энергию  $T$  электрона отдачи.

Ответ:  $\varepsilon' = 0,224$  МэВ;  $T = 0,176$  МэВ.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

**7.1.17.** Какую скорость  $v$  приобретает первоначально покоившийся атом водорода при испускании фотона, соответствующего головной линии серии: а) Лаймана; б) Бальмера?

Ответ: а) 3.25 м/с; б) 0.6 м/с

**7.2.17.** Частица находится в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ) в одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками.

Определить вероятность  $\omega$  обнаружения частицы в области  $\frac{3}{8}l \leq x \leq \frac{5}{8}l$ .

Ответ:  $\omega = 0,09$ .

## Вариант 18

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.18. Температура верхних слоев звезды Сириус равна  $T = 10^4$  К. Определить поток энергии, излучаемый с поверхности площадью  $S = 5 \text{ м}^2$  этой звезды. Излучение считать близким к излучению черного тела.

Ответ: 2,8 ГВт.

5.2.18. Определить, как и во сколько раз изменится мощность  $P$  излучения абсолютно черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с  $\lambda_1 = 720 \text{ нм}$  до  $\lambda_2 = 400 \text{ нм}$ .

Ответ: Увеличится в 10,5 раза.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.18. На расстоянии 20 см от изотропного точечного источника света с силой света 20 кд, находится фотоэлемент, интегральная чувствительность которого составляет 100 мкА/лм. Направленный поток излучения от источника падает на поверхность фотокатода, площадью  $1 \text{ см}^2$  так, что угол между направлением пучка и нормалью  $\mathbf{n}$  к поверхности фотокатода составляет  $60^\circ$ . Определите фототок насыщения.

Ответ: 2,5 мкА.

6.2.18. Возникает ли фотоэффект в цинке под действием излучения, имеющего длину волны  $0,45 \text{ мкм}$ ? Работа выхода электрона для цинка равна  $4,0 \text{ эВ}$ .

Ответ: Нет.

6.3.18. Определите максимальную скорость электронов ( $v_{\text{max}}$ ), вылетающих из цинка под действием гамма-излучения с длиной волны  $0,1 \text{ \AA}$ . Как изменится  $v_{\text{max}}$ , если гамма-лучи заменить ультрафиолетовыми лучами? Работа выхода для цинка равна  $4,0 \text{ эВ}$ .

Ответ:  $1,8 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;  $v_{\text{max}}$  – уменьшится.

6.4.18. Сколько фотонов рентгеновского излучения с длиной волны  $3 \text{ нм}$  должно падать в секунду на поверхность абсолютно чёрного тела площадью  $4,8 \text{ см}^2$ , чтобы создать на него такое же давление, какое создаётся солнечным светом на чёрную поверхность, полностью поглощающую лучи и находящуюся на орбите Земли? Солнечная постоянная  $E_c = 1370 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с}$ .

Ответ:  $\approx 1016 \text{ с}^{-1}$ .

6.5.18. Фотон был рассеян на угол  $\theta = 90^\circ$  при соударении с электроном. Определите энергию фотона  $\varepsilon$  до рассеяния, если энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 0,4 \text{ МэВ}$ .

Ответ:  $\varepsilon = 1,85 \text{ МэВ}$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.18. Определить скорость  $v$ , приобретаемую первоначально покоившимся свободным атомом ртути при поглощении им фотона резонансной частоты (резонансной называется частота, отвечающая переходу атома на первый возбужденный уровень). Первый потенциал возбуждения атомов ртути равен  $4,9 \text{ В}$ .

Ответ:  $0,79 \text{ см/с}$ .

7.2.18. Электрон находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ) в одномерном потенциальном ящике шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность  $\omega$  обнаружения электрона в средней третьей части ящика.

Ответ:  $\omega = 0,33$ .

## Вариант 19

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**5.1.19.** Определить относительное увеличение  $\Delta R_T/R_T$  энергетической светимости абсолютно черного тела при увеличении его температуры на 1 %.

Ответ: 4,05 %.

**5.2.19.** При нагревании абсолютно черного тела длина волны  $\lambda$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от  $\lambda_1 = 690$  нм до  $\lambda_2 = 500$  нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?

Ответ: В 3,6 раза.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

**6.1.19.** Определите силу света источника, находящегося на расстоянии 20 см от фотоэлемента с интегральной чувствительностью 100 мкА/лм. Направленный поток излучения от источника падает на фотокатод под углом  $30^\circ$  к его поверхности, площадью  $2 \text{ см}^2$ , а фототок насыщения составляет 10 мкА.

Ответ: 40 кд.

**6.2.19.** Работа выхода электрона для цезия равна  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какой длины волны свет падает на поверхность цезия, если максимальная скорость вылета из него электрона равна  $6 \cdot 10^5$  м/с. Результат представьте в нанометрах и округлите до целого числа.

Ответ: 430 нм.

**6.3.19.** Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны 83 нм. На какое минимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью 750 В/м? Красная граница фотоэффекта для алюминия  $\lambda_{\text{кр}} = 332$  нм. Результат представьте в сантиметрах.

Ответ: 1,47 см.

**6.4.19.** Сколько фотонов рентгеновского излучения с длиной волны 1,5 нм должно падать в секунду на поверхность абсолютно чёрного тела площадью  $2,4 \text{ см}^2$ , чтобы создать на него такое же давление, какое создаётся солнечным светом на зеркальную поверхность, полностью отражающую солнечные лучи и находящуюся на орбите Земли? Солнечная постоянная  $E_c = 1370$  Дж/м<sup>2</sup>·с.

Ответ:  $5,0 \cdot 10^{15}$ .

**6.5.19.** Рентгеновские лучи с длиной волны на  $\lambda = 0,0708$  нм испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Определите длину волны  $\lambda'$  рентгеновских лучей, рассеянных под углом  $60^\circ$  к направлению падающих лучей.

Ответ:  $\lambda' = 0,0720$  нм.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

**7.1.19.** Свободный покоящийся атом лития поглотил фотон частотой  $\omega = 2,81 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$ , в результате чего перешел на первый возбужденный уровень и начал двигаться с некоторой скоростью. Затем атом вернулся в основное состояние, испустив новый фотон в направлении, перпендикулярном направлению своего движения. С какой скоростью  $v$  движется после этого атом?

Ответ: 0.12 м/с.

**7.2.19.** Определите, во сколько раз применяется отношение разности соседних энергетических уровней частицы  $E_{n+1, n} / E_n$  при переходе от  $n = 3$  к  $n' = 7$ .

Ответ: В 2,5 раза.

## Вариант 20

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**5.1.20.** Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость возросла в 2 раза?

Ответ: В 1,19 раза.

**5.2.20.** На какую длину волны  $\lambda$  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре человеческого тела ( $t = 37^\circ\text{C}$ ).

Ответ: 9,4 мкм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

**6.1.20.** Поверхность фотокатода фотоэлемента освещалась лампой с силой света 80 кд; затем эту лампу заменили другой с силой света 20 кд. Во сколько раз нужно уменьшить расстояние от лампы до фотоэлемента, чтобы значение фототока насыщения не изменилось?

Ответ: В 2 раза.

**6.2.20.** Максимальная кинетическая энергия электронов, вырываемых из некоторого металла светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм, равна  $3,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите работу выхода электрона из металла. Результат представьте в электрон-вольтах.

Ответ: 3 эВ.

**6.3.20.** При освещении фотокатода светом с длиной волны  $\lambda_1 = 400$  нм, а затем с  $\lambda_2 = 500$  нм обнаружено, что задерживающее напряжение, прекращающее фотоэффект, изменилось в 2 раза. Определите работу выхода электрона из материала фотокатода. Результат представьте в электрон-вольтах.

Ответ: 1,86 эВ.

**6.4.20.** Принимая Землю за абсолютно чёрное тело, определите силу давления солнечного излучения на земной шар. Радиус Земли считать равным 6400 км. Солнечная постоянная  $E_c = 1370$  Дж/м<sup>2</sup>·с.

Ответ:  $5,9 \cdot 10^8$  Н.

**6.5.20.** Энергия  $\varepsilon$  падающего фотона равна энергии покоя электрона. Определите долю  $\delta_1$  энергии, полученной рассеянным фотоном от падающего фотона, и долю  $\delta_2$  энергии, переданной электрону отдачи, если  $\theta = 90^\circ$ .

Ответ:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,5$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

**7.1.20.** Определить скорость  $v_1$ , с которой электрон движется по первой бортовой орбите в атоме водорода.

Ответ:  $2,2 \cdot 10^6$  м/с.

**7.2.20.** Электрон с энергией  $E = 5$  эВ движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает потенциальный прямоугольный барьер шириной  $l = 0,1$  нм и высотой  $U = 10$  эВ. Определить коэффициент прозрачности  $D$  барьера.

Ответ:  $D = 0,1$ .

## Вариант 21

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.21. Какую энергетическую светимость имеет затвердевающий свинец? Отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно черного тела для данной температуры равно 0,6. Температура плавления свинца  $t = 327\text{ }^\circ\text{C}$ .

Ответ:  $4,41\text{ кВт/м}^2$ .

5.2.21. При какой температуре  $T$  давление теплового излучения равно  $p = 1\text{ атм}$ ?

Ответ:  $1,4 \cdot 10^5\text{ К}$ .

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.21. Фотоэлемент находится от источника света (с силой света 20 кд) на расстоянии  $r_1 = 10\text{ см}$ ; затем фотоэлемент перемещают на большее расстояние  $r_2 = 20\text{ см}$ . Какой новый источник света нужно взять, чтобы фототок насыщения в фотоэлементе не изменился? Какова сила света этого источника?

Ответ: 80 кд.

6.2.21. При освещении фотокатода светом с длиной волны  $\lambda_1 = 350\text{ нм}$ , а затем с  $\lambda_2 = 540\text{ нм}$ , было обнаружено, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в 2 раза. Найдите работу выхода электрона с поверхности этого металла (в эВ).

Ответ: 1,9 эВ.

6.3.21. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны 140 нм? (Для меди  $A_{\text{вых}} = 4,47\text{ эВ}$ ).

Ответ: 4,4 В.

6.4.21. На каждый квадратный сантиметр чёрной поверхности каждую секунду падает  $2,8 \cdot 10^{17}$  квантов света с длиной волны 400 нм. Какое давление создаёт это излучение на поверхность?

Ответ:  $4,6 \cdot 10^{-6}\text{ Н/м}^2$ .

6.5.21. Энергия  $\epsilon$  падающего фотона равна энергии покоя электрона, а угол рассеяния фотона составляет  $180^\circ$ . Определите долю  $\delta$  энергии падающего фотона, полученную электроном отдачи.

Ответ:  $\delta = 0,67$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.21. Используя постоянную Планка, массу  $m_e$  и заряд  $e$  электрона, составить выражение для величины, имеющей размерность длины. Что это за величина?

7.2.21. Вероятность прохождения электроном прямоугольного потенциального барьера шириной  $l = 0,1\text{ нм}$  равна 0,5. Определить высоту барьера  $U$ , если кинетическая энергия электрона 2,0 эВ.

Ответ:  $U = 2,45\text{ эВ}$ .

## Вариант 22

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.22. При какой температуре интегральная испускательная способность абсолютно черного тела равна  $10 \text{ кВт/м}^2$ ?

Ответ:  $375 \text{ }^\circ\text{C}$ .

5.2.22. Максимум спектральной плотности энергетической светимости яркой звезды Арктур приходится на длину волны  $\lambda_{\text{max}} = 580 \text{ нм}$ . Принимая, что звезда Арктур излучает как абсолютно черное тело, определить температуру  $T$  поверхности звезды.

Ответ:  $5 \text{ кК}$ .

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.22. Во сколько раз увеличится фототок насыщения фотоэлемента, если падающий световой поток возрастает в 1,5 раза.

Ответ: В 1,5 раза.

6.2.22. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_{\text{кр}} = 450 \text{ нм}$  и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна  $1 \text{ эВ}$ ?

Ответ:  $0,73$ .

6.3.22. Найдите постоянную Планка, если фотоэлектроны, вырывающиеся с поверхности некоторого металла электромагнитным излучением с частотой  $\nu_1 = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ , задерживаются потенциалом  $3,1 \text{ В}$ , а вырывающиеся электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda_2 = 125 \text{ нм}$  – потенциалом  $8,1 \text{ В}$ .

Ответ:  $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ .

6.4.22. Сколько энергии должно приносить световое излучение на каждый квадратный миллиметр чёрной поверхности за секунду, чтобы световое давление на эту поверхность равнялось  $1 \text{ Н/м}^2$ ?

Ответ:  $300 \text{ Дж}\cdot\text{с}^{-1}$ .

6.5.22. Фотон с длиной волны  $\lambda = 0,01 \text{ \AA}$  рассеялся на свободном электроне под углом  $\theta = 90^\circ$ . Определите, какую долю своей энергии фотон передал электрону отдачи.

Ответ:  $0,8$ .

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.22. Используя постоянную Планка, массу  $m_e$  и заряд  $e$  электрона, составить выражение для величины, имеющей размерность энергии. Что это за величина?

7.2.22. Определить высоту барьера  $U$  прямоугольного потенциального барьера шириной  $l = 0,1 \text{ нм}$ , если коэффициент отражения электрона, имеющего энергию  $3,1 \text{ эВ}$ , равен  $0,5$ .

Ответ:  $U = 3,55 \text{ эВ}$ .

## Вариант 23

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.23. Температура  $T$  абсолютно черного тела изменилась от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость?

Ответ: В 81 раз.

5.2.23. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела равно  $4,1 \cdot 10^{11}$  Вт/м<sup>3</sup>. На какую длину оно приходится?

Ответ: 1,45 мкм.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА.

#### ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.23. Расстояние от источника света до фотоэлемента увеличили в 1,5 раза. Как изменится фототок насыщения фотоэлемента?

Ответ: Уменьшится в 2,25 раза.

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

Ответ: 4,36 нм.

6.3.23. Шар радиусом 1 см, несущий заряд  $1,11 \cdot 10^{-10}$  Кл, облучается светом с длиной волны 331 нм. Определите, на какое расстояние удалится электрон, если работа выхода электрона с поверхности металла, из которого изготовлен шар, равна  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж.

Ответ: 0,255 мм.

6.4.23. Световое давление, создаваемое зелёными лучами с длиной волны  $\lambda = 550$  нм на чёрную поверхность, равно  $1$  Н/м<sup>2</sup>. Сколько квантов света ежесекундно попадает на  $1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности?

Ответ:  $8,3 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$ .

6.5.23. Фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол  $\theta = 180^\circ$ . Определите импульс  $P$  электрона отдачи при эффекте Комптона.

Ответ:  $P = 3,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.23. Определить: а) потенциал ионизации атома водорода; б) первый потенциал возбуждения атома водорода.

Ответ: а) 13,6 В; б) 10,2 В.

7.2.23. Электрон с энергией  $E$  движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает на своем пути бесконечно длинный широкий прямоугольный потенциальный барьер высотой  $U$  такой, что  $E < U$ . Запишите уравнение Шредингера для электрона внутри барьера и вне его.

## Вариант 24

### 5. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

5.1.24. Определить, во сколько раз необходимо уменьшить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость уменьшилась в 16 раз.

Ответ: В 2 раза.

5.2.24. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости серого тела с коэффициентом поглощения  $A_T = 0,5$  приходится на длину волны  $\lambda_{\max} = 967$  нм. Определить температуру  $T$  этого тела.

Ответ: 3 кК.

### 6. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА. ЭФФЕКТ КОМПТОНА

6.1.24. Определите интегральную чувствительность фотоэлемента, если при падении на поверхность его фотокатода потока  $0,1$  лм фототок насыщения составляет  $10$  мкА.

Ответ:  $100$  мкА/лм.

6.2.24. Работа выхода электрона из кадмия  $4,08$  эВ. Какими лучами нужно освещать кадмий, чтобы максимальная скорость вылетающих электронов была  $7,2 \cdot 10^5$  м/с?

Ответ:  $223$  нм.

6.3.24. Изолированная металлическая пластинка облучается монохроматическим светом с длиной волны  $450$  нм. До какого потенциала зарядится пластинка при длительном освещении, если работа выхода электрона с ее поверхности равна  $2$  эВ?

Ответ:  $0,76$  В.

6.4.24. На поверхность площадью  $S = 0,01$  м<sup>2</sup> падает световой поток, равный  $1,05$  Дж/с. Определите световое давление на эту поверхность, если она полностью отражает падающие на нее лучи.

Ответ:  $0,7$  мкПа.

6.5.24. При соударении с электроном фотон в результате эффекта Комптона был рассеян на угол  $60^\circ$ . Энергия  $\varepsilon'$  рассеянного фотона равна  $0,2$  МэВ. Определите энергию  $\varepsilon$  фотона до рассеяния.

Ответ:  $\varepsilon = 0,249$  МэВ.

### 7. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ФИЗИКА АТОМА

7.1.24. Найти для электрона, находящегося в атоме водорода на  $n$ -й боровской орбите, отношение магнитного момента  $\mu_n$  к механическому моменту  $M_n$ .

7.2.24. Частица с энергией  $E = 50$  В движется в положительном направлении оси  $x$  и встречает на своем пути бесконечно широкий прямоугольный барьер высотой  $U = 20$  эВ. Определить коэффициент отражения  $R$  частицы от барьера.

Ответ:  $R = 0,016$ .