

НОВОСИБИРСКИЙ ГАУ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

**ОПТИКА.
АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

Сборник
индивидуальных заданий

Новосибирск 2016

УДК: 53(075)

Кафедра теоретической и прикладной физики

Составители: доц. И.М. Дзю,
д.т.н, проф. С.В. Викулов,
д-р физ. мат. наук, проф. М.П. Синюков,
к.б.н., доц Е.Л. Дзю,
ст.преп. А.П. Минаев

Рецензент: канд. физ. мат. наук, доц. В.И. Сигимов (НГУВТ)

Сборник индивидуальных заданий по физике. Физика. Оптика. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инж. инст.; сост.: И.М. Дзю, С.В. Викулов, М.П. Синюков, Е.Л. Дзю, А.П. Минаев – Новосибирск, 2016. – 121 с.

Сборник индивидуальных заданий по физике (Оптика. Атомная и ядерная физика) составлен в соответствии с действующей программой курса физики. Каждое индивидуальное задание содержит 11 задач, охватывающие основные понятия по оптики, атомной и ядерной физики. Предназначено для студентов всех форм и направлений подготовки, реализуемым в НГАУ.

Утверждено и рекомендовано к изданию методическим советом Инженерного института, протокол №7 от 1 марта 2016 г.

Новосибирский ГАУ, 2016

ОПТИКА. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ

Элементы геометрической оптики

- Законы отражения и преломления света

$$i'_1 = i_1, \quad \frac{\sin i_1}{\sin i'_2} = n,$$

где i_1 – угол падения; i'_1 – угол отражения; i'_2 – угол преломления;
 $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ – относительный показатель преломления второй среды относительно первой; n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления первой и второй среды.

- Предельный угол полного отражения при распространении света из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную

$$\sin i_{\text{пр}} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}.$$

- Формула сферического зеркала

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{R} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

где a и b – соответственно расстояния от полюса зеркала до предмета и изображения; f – фокусное расстояние зеркала; R – радиус кривизны зеркала.

- Оптическая сила тонкой линзы

$$\Phi = \frac{1}{f} = (N - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

где f – фокусное расстояние линзы; $N = \frac{n}{n_1}$ – относительный показатель преломления (n и n_1 – соответственно абсолютные показатели преломления линзы и окружающей среды); R_1 и R_2 – радиусы кривизны поверхностей ($R > 0$ для выпуклой поверхности; $R < 0$ для вогнутой); a и b – соответственно расстояния от оптического центра линзы до предмета и изображения.

- Сила излучения

$$I_e = \frac{\Phi_e}{\omega},$$

где Φ_e – поток излучения источника; ω – тесный угол, в пределах которого это излучение распространяется.

- Полный световой поток, испускаемый изотропным точечным источником,

$$\Phi_0 = 4\pi I,$$

где I – сила света источника.

- Светимость поверхности

$$R = \frac{\Phi}{S},$$

где Φ – световой поток, испускаемый поверхностью; S – площадь этой поверхности.

- Яркость B_ϕ светящейся поверхности в некотором направлении φ

$$B_\phi = \frac{I}{(S \cos \varphi)},$$

где I – сила света; S – площадь поверхности; φ – угол между нормалью к элементу поверхности и направлением наблюдения.

- Освещенность E поверхности

$$E = \frac{\Phi}{S}; \quad E = \frac{I}{r^2} \cos \varphi,$$

где Φ – световой поток, падающий на поверхность; S – площадь этой поверхности; r – расстояние от источника света до освещаемого места.

Интерференция света

- Скорость света в среде

$$v = \frac{c}{n},$$

где c – скорость распространения света в вакууме; n – абсолютный показатель преломления среды.

- Разность фаз двух когерентных волн

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda_0}(L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta,$$

где $L = sn$ – оптическая длина пути (s – геометрическая длина пути световой волны в среде; n – показатель преломления этой среды); $\Delta = L_2 - L_1$ – оптическая разность хода двух световых волн; λ_0 – длина волны в вакууме.

- Условие интерференционных максимумов

$$\Delta = \pm m \lambda_0, \quad (m = 0, 1, 2, \dots).$$

- Ширина интерференционной полосы

$$\Delta x = \frac{l}{d} \lambda_0,$$

где d – расстояние между двумя когерентными источниками, находящимися на расстоянии l от экрана, параллельно обоим источникам, при $l \gg d$.

- Условия максимумов и минимумов при интерференции света, отраженного от верхней и нижней поверхностей тонкой плоскопараллельной пленки, находящейся в воздухе ($n_0 = 1$),

$$2dn \cos r \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda_0}{2} = m \lambda_0, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

$$2dn \cos r \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda_0}{2} = (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

где d – толщина пленки; n – ее показатель преломления; i – угол падения;

r – угол преломления. В общем случае член $\pm \frac{\lambda_0}{2}$ обусловлен потерей полуволны при отражении света от границы раздела.

- Радиусы светлых колец Ньютона в отраженном свете (или темных в проходящем свете)

$$r_m = \sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda_0 R}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

где m – номер кольца; R – радиус кривизны линзы.

- Радиусы темных колец Ньютона в отраженном свете (или светлых в проходящем свете)

$$r_m^* = \sqrt{m \lambda_0 R} \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

- Радиус внешней границы m -й зоны Френеля для сферической волны

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} \cdot m \lambda},$$

где m – номер зоны Френеля; λ – длина волны; a и b – соответственно расстояния диафрагмы с круглым отверстием от точечного источника и экрана, на котором дифракционная картина наблюдается.

- Условия дифракционных максимумов и минимумов от одной щели, на которую свет падает нормально:

$$a \sin \varphi = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad a \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

где a – ширина щели; φ – угол дифракции; m – порядок спектра; λ – длина волны.

- Условия главных максимумов и дополнительных минимумов дифракционной решетки, на которую свет падает нормально:

$$d \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots);$$

$$d \sin \varphi = \pm m' \frac{\lambda}{N}, \quad (m' = 1, 2, 3, \dots, \text{ кроме } 0, N, 2N, \dots),$$

где d – период дифракционной решетки; N – число штрихов решетки.

- Период дифракционной решетки

$$d = \frac{1}{N_0}$$

N_0 – число щелей, приходящихся на единицу длины решетки.

- Условие дифракционных максимумов от пространственной решетки (формула Вульфа – Брэггов)

$$2d \sin \theta = m \lambda, \quad (m = 0, 1, 2, \dots);$$

где d – расстояние между атомными плоскостями кристалла; θ – угол скольжения.

- Угловая дисперсия дифракционной решетки

$$D_\varphi = \frac{\delta \varphi}{\delta \lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi}.$$

- Разрешающая способность дифракционной решетки

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = mN,$$

где λ , $(\lambda + \delta\lambda)$ – длины волн двух соседних спектральных линий, разрешаемых решеткой; m – порядок спектра; N – общее число штрихов решетки.

Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

- Связь угла φ отклонения лучей призмой и преломляющего угла A призмы

$$\varphi = A(n - 1),$$

где n – показатель преломления призмы.

- Связь между показателем преломления и диэлектрической проницаемостью вещества

$$n = \sqrt{\varepsilon}.$$

- Закон ослабления света в веществе (закон Бугера)

$$I = I_0 e^{-\alpha x},$$

где I и I_0 – интенсивности плоской монохроматической световой волны соответственно на входе и выходе слоя поглощающего вещества толщиной x ; α – коэффициент поглощения.

- Эффект Вавилова – Черенкова

$$\cos\theta = \frac{c}{nv},$$

где θ – угол между направлением распространения излучения и вектором скорости частицы; n – показатель преломления среды.

Поляризация света

- Степень поляризации света

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}},$$

где I_{\max} и I_{\min} – соответственно максимальная и минимальная интенсивности частично поляризованного света, пропускаемого анализатором.

- Закон Малюса:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha,$$

I – интенсивность плоскополяризованного света, прошедшего через анализатор; I_0 – интенсивность плоскополяризованного света, падающего на анализатор; α – угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

- Закон Брюстера:

$$\operatorname{tg} i_B = n_{21},$$

где i_B – угол падения, при котором отраженный от диэлектрика луч является плоскополяризованным; n_{21} – относительный показатель преломления.

- Оптическая разность хода для пластинки в четверть длины волны

$$\Delta = (n_0 - n_e)d = \pm \left(m + \frac{1}{4} \right) \lambda_0, \quad (m = 0, 1, 2, \dots);$$

где знак плюс соответствует отрицательным кристаллам, минус – положительным; λ_0 – длина волны в вакууме.

- Угол поворота плоскости поляризации:

– для оптически активных кристаллов и чистых жидкостей

$$\varphi = \alpha d;$$

– для оптически активных растворов

$$\varphi = \alpha C d,$$

где d – длина пути, пройденного светом в оптически активном веществе; α_0 – удельное вращение; C – массовая концентрация оптически активного вещества в растворе.

Квантовая природа излучения

- Закон Стефана – Больцмана

$$R_e = \sigma T^4, \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Bm}{m^2 K^4}$$

где R_e – энергетическая светимость (излучательность) черного тела; σ – постоянная Стефана – Больцмана; T – термодинамическая температура.

- Связь энергетической светимости R_e и спектральной плотности энергетической светимости $r_{\nu, T}$ ($r_{\lambda, T}$) черного тела

$$R_e = \int_0^{\infty} r_{\nu, T} d\nu = \int_0^{\infty} r_{\lambda, T} d\lambda.$$

- Энергетическая светимость серого тела:

$$R_T^c = A_T \sigma T^4,$$

где A_T – поглощательная способность серого тела.

- Закон смещения Вина

$$b = 2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K, \quad \lambda_{\max} = \frac{b}{T},$$

где λ_{\max} – длина волны, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости черного тела; b – постоянная Вина.

- Зависимость максимальной спектральной плотности энергетической светимости черного тела от температуры:

$$(r_{\lambda, T})_{\max} = C T^5,$$

где

$$C = 1,30 \cdot 10^{-5} \frac{Bm}{(m^3 \cdot K^5)}.$$

- Формула Рэлея – Джинса для спектральной плотности энергетической

совместимости черного тела

$$r_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} hT, \quad h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

где h – постоянная Планка.

- Энергия кванта

$$\varepsilon_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с – постоянная Планка.

- Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

$$\varepsilon = h\nu = A + T_{\max},$$

где $\varepsilon = h\nu$ – энергия фотона, падающего на поверхность металла; A – работа выхода электрона из металла; T_{\max} – максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона.

- «Красная граница» фотоэффекта для данного металла

$$\nu_0 = \frac{A}{h} \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A},$$

где λ_0 – максимальная длина волны излучения (ν_0 – соответственно минимальная частота), при которой фотоэффект еще возможен.

- Масса и импульс фотона

$$m_y = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}; \quad \rho_y = \frac{h\nu}{c},$$

где $h\nu$ – энергия фотона.

- Давление, производимое светом при нормальном падении на поверхность,

$$\rho = \frac{E_e}{c} (1 + \rho) = w(1 + \rho),$$

где $E_e = Nh\nu$ – облученность поверхности (энергия всех фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени); ρ – коэффициент отражения; w – объемная плотность энергии излучения.

- Изменение длины волны рентгеновского излучения при комптоновском рассеянии:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos\theta) = \frac{2h}{m_0c} \sin^2 \frac{\theta}{2} = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2},$$

где λ и λ' – длины волн падающего и рассеянного излучений; m_0 – масса электрона; θ – угол рассеяния; $\lambda_c = \frac{h}{(m_0c)}$ – комптоновская длина волны.

$$\lambda_k = \frac{h}{m_0c} = 2,43 \cdot 10^{-11} \text{ м.}$$

ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ АТОМОВ, МОЛЕКУЛ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Теория атома водорода по Бору

- Обобщенная формула Бальмера, описывающая серии в спектре водорода,

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

где ν – частота спектральных линий в спектра атома водорода; R – постоянная Ридберга; m определяет серию ($m = 1, 2, 3, \dots$); n определяет отдельные линии соответствующей серии ($n = m + 1, m + 2, \dots$): $m = 1$ (серия Лаймана), $m = 2$ (серия Бальмера), $m = 3$ (серия Пашена), $m = 4$ (серия Брэкета), $m = 5$ (серия Пфунда), $m = 6$ (серия Хэмфри).

- Первый постулат Бора (постулат стационарных состояний)

$$m_e v r = n \hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots),$$

где m_e – масса электрона; v – скорость электрона в n -й орбите радиусом r_n .

- Второй постулат Бора (правило частот):

$$h\nu = E_n - E_m,$$

где E_n и E_m соответственно энергии стационарных состояний атома до и после излучения (поглощения).

- Энергия электрона на n -й стационарной орбите:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{Z^2 m_e e^4}{8 h^2 \varepsilon_0^2} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots),$$

$$r_n = n^2 \cdot \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}; \quad v_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{e^2}{2 \varepsilon_0 h},$$

где Z – порядковый номер элемента в системе Менделеева; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная.

Элементы квантовой механики

- Связь дебройлевской длины волны частицы с импульсом p :

$$\lambda = \frac{h}{p}.$$

- Фазовая скорость свободно движущейся со скоростью v частицы массой m :

$$v_{\text{фаз}} = \frac{\omega}{k} = \frac{E}{p} = \frac{c^2}{v},$$

где $E = \hbar \omega$ – энергия частицы (ω – круговая частота); $p = \hbar k$ – импульс ($k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число).

- Групповая скорость свободно движущейся частицы

$$u = \frac{d\omega}{dk} = \frac{dE}{dp}.$$

- Соотношения неопределенностей:

для координаты и импульса частицы

$$\Delta x \Delta p_x \geq h, \quad \Delta y \Delta p_y \geq h, \quad \Delta z \Delta p_z \geq h,$$

где $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ – неопределенности координат; $\Delta p_x, \Delta p_y, \Delta p_z$ – неопределенности соответствующих проекций импульса частицы на оси координат;

для энергии и времени:

$$\Delta E \Delta t \geq h,$$

где ΔE – неопределенность энергии данного квантового состояния; Δt – время пребывания системы в данном состоянии.

Элементы физики атомов и молекул

- Потенциальная энергия $U(r)$ взаимодействия электрона с ядром в водородоподобном атоме

$$U(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r},$$

где r – расстояние между электроном и ядром; Z – порядковый номер элемента; ϵ_0 – электрическая постоянная.

- Собственное значение энергии E_n электрона в водородоподобном атоме

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{Z^2 m e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}, \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$

- Энергия ионизации атома водорода

$$E_i = -E_1 = \frac{m e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}.$$

- Момент импульса (механический орбитальный момент) электрона

$$L_l = \hbar \sqrt{l(l+1)},$$

где l – орбитальное квантовое число, принимающее при заданном n следующие значения: $l = 0, 1, \dots, n-1$ (всего n значений).

- Проекция момента импульса на направление Z внешнего магнитного поля

$$L_{1z} = \hbar m_l,$$

где m_l – магнитное квантовое число, принимающее при заданном l следующие значения: $m_l = 0, \pm 1, \dots, \pm l$ (всего $(2l+1)$ значений).

- Правила отбора для орбитального и магнитного квантовых чисел

$$\Delta l = \pm 1 \quad \text{и} \quad \Delta m_l = 0, \pm 1.$$

- Принцип Паули

$$Z(n, l, m_l, m_s) = 0 \quad \text{или} \quad 1$$

где $Z(n, l, m_l, m_s)$ – число электронов, находящихся в квантовом состоянии, описываемом набором четырех квантовых чисел: n – главного, l – орбитального, m_l – магнитного, m_s – магнитного спинового.

- Максимальное число электронов $Z(n)$, находящихся в состояниях, определяемых главным квантовым числом n ,

$$Z(n) = \sum_{l=1}^{n-1} 2(2l+1) = 2n^2.$$

- Коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра

$$\lambda_{\min} = ch / (eU), \quad \lambda_{\min} = \frac{ch}{(eU)},$$

где e – заряд электрона; U – разность потенциалов, приложенная к рентгеновской трубке.

- Закон Мозли, определяющий частоты спектральных линий характеристического рентгеновского излучения,

$$\nu = R(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

где R – постоянная Ридберга; Z – порядковый номер элемента в периодической системе; σ – постоянная экранирования; m определяет рентгеновскую серию ($m = 0, 1, 2, 3, \dots$); n определяет отдельные линии соответствующей серии

ВАРИАНТ 1

1. Свет длиной волны 0,45 мкм падает перпендикулярно на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,2, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,2. Найти три первые, минимально возможные, толщины пластины, при которых свет полностью пройдет.

Ответ: 0,094; 0,28; 0,47 мкм.

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м. Найти разность Δr между радиусами светлых колец с порядковыми номерами $k_1 = 3$ и $k_2 = 4$. Радиус кривизны линзы $R = 8$ м. Наблюдение ведется в отраженном свете.

Ответ: $\Delta r = 6,2$ м.

3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с $\lambda = 0,6$ мкм. Угол дифракции для пятого максимума равен 30° , а минимальная разрешающая решеткой разность длин волн составляет $\Delta\lambda = 0,2$ нм. Определить:

- 1) постоянную дифракционной решетки;
- 2) длину дифракционной решетки.

Ответ: 6 мкм; 3,6 мм.

4. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок света. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница ($\lambda = 7,80 \cdot 10^{-7}$ м) спектра третьего порядка?

Ответ: $5,85 \cdot 10^{-3}$ м.

5. Световой луч идет из воздуха последовательно через слой воды ($n = 1,333$), глицерина ($n = 1,47$), причем отраженный от поверхности глицерина луч максимально поляризован. Под каким углом падает луч на поверхность воды?

Ответ: $80,92^\circ$.

6. Принимая температуру накала нити электрической лампы за 2625°C , определить длину волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения этой лампы.

Ответ: 1 мкм.

7. Определить энергию фотона, при которой его масса равна массе покоя электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

Ответ: 0,512 МэВ.

8. В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны излучения, испущенного ионом лития.

Ответ: 53,9 нм.

9. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

Ответ: $2,47 \cdot 10^{15}$ Гц.

10. Имеется урановый препарат активностью 20,7 МБк. Определить в препарате массовую долю изотопа ^{235}U с периодом полураспада $7,1 \cdot 10^8$ лет.

Ответ: 0,26.

11. Найти энергию ядерной реакции ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow 2 \cdot {}^4_2\text{He} + \Delta E$.

Ответ: 22,45 МэВ.

ВАРИАНТ 2

1. Свет длиной волны 0,63 мкм падает под углом 30° к нормали на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,4, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,4. Найти две первые (минимально возможные) толщины пластины, при которых свет полностью отразится.

Ответ: 0,24; 0,48 мкм.

2. Определить под каким углом к нормали к экрану виден первый интерференционный максимум в опыте Юнга из точки, лежащей по середине между щелями. Расстояние между щелями 0,8 мм. Длина волны света 0,55 мкм. Расстояние до экрана 2 м.

Ответ: 2,4 мин дуги.

3. Сравнить максимальную разрешающую способность для красной линии кадмия $\lambda = 644$ нм двух дифракционных решеток одинаковой длины 5 мм, но разных периодов 4 и 8 мкм.

Ответ: $R_1 > R_2$

4. На дифракционную решетку, содержащую 600 штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 1,2 м. Граница видимого спектра: $\lambda_{\text{кр}} = 7,80 \cdot 10^{-7}$ м; $\lambda_{\text{ф}} = 4,0 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: 0,334 м.

5. Угол полного внутреннего отражения на границе алмаз – воздух равен $24,44^\circ$. Определить угол Брюстера.

Ответ: $67,42^\circ$.

6. Определить длину волны, на которую приходится максимум энергии в спектре звезды, имеющей температуру 30 000 К.

Ответ: 96 нм.

7. Определить, с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона, длина волны которого $\lambda = 0,5$ мкм.

Ответ: $1,45 \cdot 10^3$ м/с.

8. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую, потенциальную и полную энергию электрона.

Ответ: 1,5; –3; –1,5 эВ.

9. Электрон обладает кинетической энергией 1,02 МэВ. Во сколько раз нужно

изменить кинетическую энергию электрона, чтобы длина волны де Бройля изменилась в 2 раза?

Ответ: в 2 раза.

10. Определить массу m_2 радона ^{222}Rn , находящегося в радиоактивном равновесии с радием ^{226}Ra массой $m_1 = 1$ г. Периоды полураспада радона и радия 3,82 суток и 1600 лет соответственно.

Ответ: 6,33 мкг.

11. Определить энергию, выделяющуюся при синтезе 1 кг ядер $^{17}_8\text{O}$.

Ответ: $4,66 \cdot 10^8$ Дж.

ВАРИАНТ 3

1. Свет длиной волны 0,6 мкм падает под углом 30° к нормали на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,3, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,3. Найти две первые (минимально возможные) толщины пластины, при которых свет полностью пройдет.

Ответ: 0,125; 0,375 мкм.

2. Определить под каким углом к нормали к экрану виден третий интерференционный минимум в опыте Юнга из точки, лежащей посередине между щелями. Расстояние между щелями 0,8 мм. Длина волны света 0,55 мкм. Расстояние до экрана 2 м.

Ответ: 6 мин дуги.

3. Определить постоянную дифракционной решетки, если она в первом порядке разрешает две спектральные линии калия $\lambda_1 = 578$ нм и $\lambda_2 = 580$ нм. Длина решетки 1 см.

Ответ: 34,6 мкм.

4. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя симметричными дифракционными максимумами первого порядка.

Ответ: $\Delta\varphi = 30^\circ$.

5. На поверхности льда ($n = 1,31$) лежит пластинка плексигласа ($n = 1,5$). Под каким углом должны падать лучи Солнца на плексиглас, чтобы отраженные ото льда лучи были максимально поляризованы?

Ответ: $80,64^\circ$.

6. Какое количество энергии излучает один квадратный сантиметр затвердевающего свинца за 5 с? Отношение энергетических светимостей поверхности свинца и абсолютно черного тела для этой температуры считать равным 0,6.

Ответ: 2,3 Дж.

7. Определить длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 9,8$ В.

Ответ: 392 нм.

8. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией 10 эВ. Определить энергию фотона.

Ответ: 9,94 эВ.

9. Вычислить длину волны атома водорода и атома урана, если известно, что кинетическая энергия каждой частицы равна 100 эВ.

Ответ: 0,087; 0,00186 нм.

10. Счетчик Гейгера, установленный вблизи препарата радиоактивного изотопа серебра, регистрирует поток β -частиц. При первом измерении поток был равен 87 с^{-1} , а через 24 ч поток уменьшился до 22 с^{-1} . Определить период полураспада изотопа.

Ответ: 0,5 суток.

11. Для ядер ${}_{80}^{200}\text{Hq}$ найти энергию связи и вычислить дефект массы, приходящийся на один нуклон.

Ответ: 1585,4 МэВ; $8,51 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 4

1. Стеклопластиковая пластинка толщиной 0,53 мкм и показателем преломления 1,4, находится на прозрачной подложке с показателем преломления 1,2. Найти длину волны видимого света, при которой свет полностью отразится от пластины, если будет падать на нее перпендикулярно.

Ответ: 0,59 мкм.

2. Пусть интерферируют три когерентные волны с интенсивностью I . Какая максимальная интенсивность в интерференционной картинке на экране от этих волн.

Ответ: $9I$.

3. Постоянная дифракционной решетки длиной 2,5 см равна 5 мкм. Определить разность длин волн, разрешаемую этой решеткой, для света длиной волны 0,5 мкм в спектре второго порядка.

Ответ: $50 \cdot 10^{-12}$ м.

4. На непрозрачную пластину с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м). Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному максимуму, $\varphi = 20^\circ$. Определить ширину щели.

Ответ: $4,4 \cdot 10^{-6}$ м.

5. В стеклянный сосуд ($n = 1,6$) налит глицерин ($n = 1,47$), а поверх него вода ($n = 1,33$). Под каким углом выйдет из дна сосуда луч света, если на границе между водой и глицерином отраженный луч максимально поляризован?

Ответ: $30,3^\circ$.

6. Раскаленная металлическая поверхность площадью 10 см^2 излучает за 4 мин $1,6 \cdot 10^5$ Дж. Температура поверхности равна 2500 К.

Найти:

1) какова было бы излучение этой поверхности, если бы она была абсолютно черной;

2) каково отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

Ответ: $1,33 \cdot 10^5$ Дж; $k = 0,3$.

7. Определить температуру, при которой средняя энергия молекул трехатомного газа равна энергии фотонов, соответствующих излучению $\lambda = 600$ нм.

Ответ: 8000 К.

8. Определить по теории Бора радиус первой боровской орбиты и скорость электрона на ней.

Ответ: $0,53 \cdot 10^{10}$ м; $2,2 \cdot 10^6$ м/с.

9. Определить длину волны де Бройля протона, кинетическая энергия которого равна энергии покоя электрона.

Ответ: $4 \cdot 10^{-14}$ м.

10. Через сколько времени распадется 80 % атомов радиоактивного изотопа хрома $^{51}_{24}\text{Cr}$, если его период полураспада 27,8 суток?

Ответ: 64,5 суток.

11. Найти дефект массы и удельную энергию связи в ядрах $^{23}_{12}\text{Mg}$.

Ответ: 0,1951 а.е.м.; 7,902 МэВ.

ВАРИАНТ 5

1. Стеклянная пластинка толщиной 0,46 мкм и показателем преломления 1,5 находится на прозрачной подложке с показателем преломления 1,3. Найти длину волны видимого света, при которой свет полностью пройдет сквозь пластину, если будет падать на нее перпендикулярно.

Ответ: 0,69 мкм.

2. Пусть интерферируют четыре когерентные волны с интенсивностью I . Какая максимальная интенсивность в интерференционной картинке на экране от этих волн.

Ответ: $16I$.

3. Дифракционная решетка имеет 1000 штрихов и постоянную 10 мкм. Определить угловую дисперсию для угла дифракции 30° в спектре третьего порядка.

Ответ: $3,46 \cdot 10^5$ рад/м.

4. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 4,1 \cdot 10^{-7}$ м). Угол между направлениями на максимумы первого и второго порядков равен $2^\circ 21'$. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки.

Ответ: $N_0 = 100 \text{ мм}^{-1}$.

5. Луч света, проходя через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,6$) сосуд, отражается от дна, причем отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $45,25^\circ$. Найти показатель преломления жидкости. Под каким углом должен падать на дно сосуда луч

света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1,686; 82,4°.

6. Какое количество энергии излучает Солнце за 5 мин? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температуру поверхности Солнца принять равной 5800° К.

Ответ: $32,5 \cdot 10^{21}$ кВт·ч.

7. Определить с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона, длина волны которого $\lambda = 0,5$ мкм.

Ответ: $9,34 \cdot 10^5$ м/с.

8. Определить, во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона у атома водорода, находящегося в основном состоянии, при возбуждении его квантом с энергией 12,09 эВ.

Ответ: в 9 раз.

9. Найти скорость и кинетическую энергию нейтрона, дебройлевская длина волны которого равна 0,1 нм.

Ответ: 3,96 км/с; 0,082 эВ.

10. Определить промежуток времени, в течение которого активность изотопа стронция ^{90}Sr уменьшится в 10 раз? В 100 раз? Период полураспада стронция 28 лет.

Ответ: 93 года; 186 лет.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи в ядрах ^1_1H и ^4_2He ?

Ответ: 21,21 МэВ.

ВАРИАНТ 6

1. Стекла́нная пластинка толщиной 0,53 мкм и показателем преломления 1,4, находится на прозрачной подложке с показателем преломления 1,2. Найти длину волны видимого света, при которой свет полностью отразится от пластины, если будет падать на нее под углом 30° к нормали.

Ответ: 0,55 мкм.

2. Пусть интерферируют пять когерентных волн с интенсивностью I . Какая максимальная интенсивность в интерференционной картинке на экране от этих волн.

Ответ: 25I.

3. Угловая дисперсия дифракционной решетки для 500 нм в спектре второго порядка равна $4,08 \cdot 10^5$ рад/м. Определить постоянную дифракционной решетки.

Ответ: 5 мкм.

4. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на 1 мм, нормально падает монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум второго порядка. Чтобы навести трубу на другой

максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол 16° . Определить длину волны света, падающего на решетку.

Ответ: $6,95 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

5. Луч света проходя через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,8$) сосуд, отражается от дна, причем отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $50,19^\circ$. Найти:

1) показатель преломления жидкости;

2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в стекле, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1) 1,5; 2) $56,44^\circ$.

6. Диаметр вольфрамовой спирали в электрической лампочке равен 0,3 мм, длина спирали 5 см. При включении лампочки в цепь напряжением в 127 В через лампочку течет ток силой 0,31 А. Найти температуру лампочки. Считать, что по установлении равновесия все выделяющиеся в нити тепло теряется в результате лучеиспускания. Отношение энергетических светимостей вольфрама и абсолютно черного тела считать для этой температуры равным 0,31.

Ответ: 2500 К.

7. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона длиной волны $\lambda = 5200 \text{ А}$.

Ответ: $v = 9,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для электрона, находящегося на первой и второй орбитах в атоме водорода, отношение радиусов орбит; на какой орбите и во сколько раз полная энергия электрона больше?

Ответ: 1/4; в 4 раза.

9. Найти скорость и кинетическую энергию электрона, дебройлевская длина волны которого равна 0,1 нм.

Ответ: 7270 км/с; 150 эВ.

10. Какая часть атомов радиоактивного изотопа кобальта $^{58}_{27}\text{Co}$ распадается за 20 суток, если период его полураспада 72 суток? Сколько времени понадобится, чтобы распалась такая же часть атомов изотопа $^{60}_{27}\text{Co}$, период полураспада которого 5,3 года?

Ответ: 17,5 %; 1,5 года.

11. Вычислить энергию ядерной реакции $^6_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^3_2\text{He}$.

Ответ: 4,02 МэВ.

ВАРИАНТ 7

1. Стеклопластиковая пластинка толщиной 0,53 мкм и показателем преломления 1,4 находится на прозрачной подложке с показателем преломления 1,2. Найти длину волны видимого света, при которой свет полностью отразится от пластины, если будет падать на нее под углом 30° к нормали.

Ответ: 0,65 мкм.

2. Оценить уширение первого светлого кольца Ньютона в проходящем свете за

счет немонахроматичности в 2 нм. Средняя длина волны света 500 нм. Радиус кривизны линзы 3 м.

Ответ: 0,8 мкм.

3. Дифракционная решетка длиной 5 мм может разрешить в первом порядке две спектральные линии $\lambda_1 = 589$ нм и $\lambda_2 = 589,6$ нм. Определить под каким углом в спектре третьего порядка будет наблюдаться свет с $\lambda_3 = 600$ нм, падающий на решетку нормально.

Ответ: $20^\circ 42'$.

4. Расстояние между штрихами дифракционной решетки $d = 4 \cdot 10^{-6}$ м. На решетку падает нормально свет длиной волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м. Максимум, какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Ответ: 6.

5. Под каким углом к горизонту должны падать солнечные лучи на горизонтальную поверхность льда реки ($n = 1,31$), чтобы отраженный от поверхности воды луч Солнца ($n = 1,333$) оказался максимально поляризованным?

Ответ: $20,88^\circ$.

6. Температура вольфрамовой спирали в 25-ваттной электрической лампочке равна 2450 К. Отношение ее энергетической светимости к энергетической светимости АЧТ при данной температуре равно 0,3. Найти величину излучающей поверхности спирали.

Ответ: $4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$.

7. Давление монохроматического света длиной волны $\lambda = 500$ нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равна 0,12 мкПа. Определить число фотонов, падающих каждую секунду на 1 м^2 поверхность.

Ответ: $9,05 \cdot 10^{19}$.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для однократно ионизованного иона гелия (He^+):

- 1) радиус первой орбиты;
- 2) скорость электрона на этой орбите.

Ответ: $2,66 \cdot 10^{11} \text{ м}$; $4,32 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

9. На сколько отличаются дебройлевские длины волн протона и атома водорода, движущихся с одинаковой кинетической энергией 1 эВ?

Ответ: $7,8 \cdot 10^{-15} \text{ м}$.

10. Во сколько раз уменьшится число атомов одного из изотопов радона за 1,91 сутки? Период полураспада этого изотопа 3,82 суток.

Ответ: 1,41.

11. Найти удельную энергию связи (т. е. энергию, приходящуюся на один нуклон) в ядрах $^{10}_4\text{Be}$, $^{31}_{14}\text{Si}$. Массы изотопов бериллия и кремния равны соответственно 10,01210 и 30,98491 а.е.м.

Ответ: 6,93; 8,47 МэВ.

ВАРИАНТ 8

1. Свет длиной волны 0,6 мкм падает перпендикулярно на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,3, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,3. Найти три первые, минимально возможные, толщины пластины, при которых свет полностью отразится.

Ответ: 0,23; 0,46; 0,7 мкм.

2. Оценить уширение второго светлого кольца Ньютона в проходящем свете за счет немонохроматичности в 2 нм. Средняя длина волны света 500 нм. Радиус кривизны линзы 3 м.

Ответ: 1,13 мкм.

3. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим монохроматическим светом, отклоняет спектр третьего порядка на угол 30° . На какой угол отклоняет она спектр четвертого порядка?

Ответ: $41^\circ 50'$.

4. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м), если расстояние от волнового фронта до точки наблюдения равно 1 м.

Ответ: 1,58 мм.

5. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом, равен 47° . Каков должен быть угол падения луча на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован? Какова скорость распространения света в этой жидкости?

Ответ: $53,82^\circ$; $2,194 \cdot 10^8$ м/с.

6. Найти величину солнечной постоянной, т. е. количество лучистой энергии, посылаемой Солнцем каждую секунду через площадку в 1 м^2 , перпендикулярную к солнечным лучам и находящуюся на таком же расстоянии от него, что и Земля. Температуру поверхности Солнца принять равной 5800 К. Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: $1,37 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$.

7. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Определить световое давление, оказываемое на поверхность.

Ответ: 667 нПа.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для однократно ионизованного иона гелия (He^+):

- 1) потенциал ионизации;
- 2) первый потенциал возбуждения.

Ответ: 54 В; 40,8 В.

9. Подсчитать дебройлевскую длину волны, соответствующую средней энергии теплового движения атомов гелия при комнатной температуре.

Ответ: 0,074 нм.

10. Период полураспада полония ^{210}Po 140 дней. Испуская α -частицу, полоний превращается в стабильный свинец. Найти, сколько свинца выделит за 100 дней 1 мг полония.

Ответ: 0,38 мг.

11. Для ядер $^{24}_{12}\text{Mg}$ найти удельную энергию связи и вычислить дефект массы.

Ответ: 8,262 МэВ; 0,21289 а.е.м.

ВАРИАНТ 9

1. Свет длиной волны 0,7 мкм падает перпендикулярно на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,2, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,2. Найти три первые, минимально возможные, толщины пластины, при которых свет полностью пройдет.

Ответ: 0,15; 0,44; 0,73 мкм.

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается светом средней длиной волны 0,5 мкм. Немонохроматичность света составляет 2 нм. Радиус кривизны линзы 3 м. Оценить максимальное наблюдаемое количество колец. Принять за это количество порядковый номер кольца, уширение которого за счет немонохроматичности совпадает с расстоянием между соседними кольцами.

Ответ: 250.

3. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения. Расстояние между атомными плоскостями равно 0,280 нм. Под углом 65 ° к атомной плоскости наблюдается дифракционный максимум первого порядка. Определить длину волны рентгеновского излучения.

Ответ: 0,506 нм.

4. Плоская световая волна ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м) падает на диафрагму с круглым отверстием диаметра 1 см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открыло одну зону Френеля?

Ответ: 50 м.

5. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом, равен 24,44°. Каков должен быть угол падения луча на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован? Какова скорость распространения света в этой жидкости?

Ответ: 67,52°; $1,24 \cdot 10^8$ м/с.

6. Считая, что атмосфера поглощает 10 % лучистой энергии, посылаемой Солнцем, найти мощность, получаемую от Солнца горизонтальным участком земли площадью в 0,5 га. Высота Солнца над горизонтом равна 30°.

Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: $3,1 \cdot 10^6$ Вт.

7. Определить давление света на стенки электрической 150-ваттной лампочки, принимая, что вся потребляемая мощность идет на излучение, и

стенка лампочки отражает 15 % падающего света. Считать лампочку сферическим сосудом радиуса 4 см.

Ответ: 28,6 мкПа.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для однократно ионизованного иона гелия (He^+) длину волны в спектре, соответствующую переходу электрона со второй орбиты на первую.

Ответ: 30,3 нм.

9. На сколько изменится длина волны де Бройля при переходе электрона со второй орбиты на первую в атоме водорода?

Ответ: 0,332 нм.

10. Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которого 71,3 дня, распадется за месяц?

Ответ: 1/4.

11. Изменение массы при образовании ядра ${}_{11}^{23}\text{Na}$ равно 0,16049 а.е.м. Найти массу атома.

Ответ: 23,03087 а.е.м.

ВАРИАНТ 10

1. На объектив с показателем преломления 1,4 нанесена «просветляющая» пленка с показателем преломления 1,2. Найти ее минимальную толщину, при которой свет в средней части спектра (550 нм) практически не будет отражаться от объектива.

Ответ: 0,11 мкм.

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается светом со средней длиной волны 0,6 мкм. Немонохроматичность света составляет 0,01 мкм. Радиус кривизны линзы 3 м. Оценить максимальное наблюдаемое количество колец. Принять за это количество порядковый номер кольца, уширение которого за счет немонхроматичности совпадает с расстоянием между соседними кольцами.

Ответ: 60.

3. Параллельный пучок рентгеновского излучения длиной волны 0,245 нм падает на грань монокристалла каменной соли. Определить расстояние между атомными плоскостями монокристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается при падении луча под углом скольжения 61° .

Ответ: 0,28 нм.

4. Плоская световая волна ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1 см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка, наблюдения, чтобы отверстие открывало две зоны Френеля?

Ответ: 25 м.

5. Световой луч падает на поверхность слюды ($n = 1,56$). Определить угол Брюстера, а также на какой угол нужно повернуть николь, поставленный на

пути отраженного плоскополяризованного луча, чтобы его интенсивность уменьшилась в шесть раз?

Ответ: $49,49^\circ$; $65,9^\circ$.

6. Найти, какое количество энергии с 5 см^2 поверхности за 2 с излучает АЧТ, если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны в 4840 \AA .

Ответ: $73,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$.

7. Давление монохроматического света длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$ на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению, равно $0,15 \text{ мкПа}$. Определить число фотонов, падающих на поверхность площадью 40 см^2 за одну секунду.

Ответ: $4,52 \cdot 10^{17}$.

8. В спектре атомарного водорода интервал между первыми двумя линиями, принадлежащими серии Бальмера, составляет $1,7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Определить постоянную Ридберга.

Ответ: $1,09 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

9. На сколько изменится длина волны де Бройля при переходе электрона со второй орбиты на первую в однократно ионизированном атоме гелия?

Ответ: $0,166 \text{ нм}$.

10. Сколько β -частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа Na^{24} , период полураспада которого 15 ч ?

Ответ: $1,2 \cdot 10^{15}$.

11. Для ядер $^{113}_{48}\text{Cd}$ найти удельную энергию связи и вычислить дефект массы.

Ответ: $8,51 \text{ МэВ}$; $1,03301 \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 11

1. Найти показатель преломления плоскопараллельной стеклянной пластинки толщиной $0,32 \text{ мкм}$. Если известно, что при прохождении через нее перпендикулярно падающего белого света, он окрашивается в синий свет длиной волны $0,43 \text{ мкм}$.

Ответ: $1,35$.

2. Оценить количество интерференционных полос, наблюдаемых в клине падения света длиной волны $0,5 \text{ мкм}$, если немонахроматичность света составляет $0,01 \text{ мкм}$. Считать максимальный номер наблюдаемой полосы, при котором свет длиной волны $0,51 \text{ мкм}$ перекрывается максимумом следующего порядка света длиной волны $0,5 \text{ мкм}$.

Ответ: 50 .

3. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла с расстоянием между атомными плоскостями $0,3 \text{ нм}$. Определить длину волны рентгеновского излучения, если под углом 30° к плоскости грани наблюдается первый дифракционный максимум.

Ответ: $0,300 \text{ нм}$.

4. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 4 мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии 1 м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Ответ: 8 зон; темное пятно.

5. Светлый луч падает на поверхность топаза ($n = 1,63$). Определить угол Брюстера, а также на какой угол нужно повернуть николь, поставленный на пути отраженного плоскополяризованного луча, чтобы его интенсивность уменьшилась в шесть раз?

Ответ: $50,7^\circ$; $63,4^\circ$.

6. Мощность излучения АЧТ равна 10 кВт. Найти величину излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности его энергетической светимости, равна $7 \cdot 10^{-5}$ см.

Ответ: 6 см^2 .

7. Давление монохроматического света длиной волны $\lambda = 600$ нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению составляет 0,1 мкПа. Определить число фотонов, падающих каждую секунду на 1 м^2 поверхности.

Ответ: $9,06 \cdot 10^{19}$.

8. Разница между главными линиями серий Лаймана и Бальмера в длинах волн излучения атомарного водорода равна 534,7 нм. Определить по этим данным постоянную Планка.

Ответ: $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

9. На сколько меняется дебройлевская длина волны электрона при вырывании его квантом света энергией 14,5 эВ с первой боровской орбиты атома водорода на большое расстояние?

Ответ: 0,96 нм.

10. При излучении β -распада изотопа Mg^{23} в момент $t = 0$ с был включен счетчик. К моменту $t_1 = 2$ с он зарегистрировал N_1 β -частиц, а к моменту $t_2 = 3 \cdot t_1$ в 2,66 раза больше. Найти среднее время жизни данных ядер.

Ответ: 16 с.

11. Во сколько раз различаются удельные энергии связи ядер ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ и ${}^{23}_{12}\text{Mg}$?

Ответ: в 1,045 раз.

ВАРИАНТ 12

1. Найти показатель преломления плоскопараллельной стеклянной пластинки толщиной 0,32 мкм, если известно, что при прохождении через нее падающего под углом 30° к нормали белого света, он окрашивается в синий свет длиной волны 0,43 мкм.

Ответ: 1,44.

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м. Найти разность Δr между радиусами светлых колец с порядковыми номерами $k_1 = 3$ и $k_2 = 4$. Радиус кривизны линзы $R = 8$ м. Наблюдение ведется в отраженном свете.

Ответ: $\Delta r = 6,2$ м.

3. Какова длина волны монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается при угле скольжения равным 3° ? Расстояние между атомными плоскостями кристалла принять равным $0,3$ нм.

Ответ: $0,031$ нм.

4. Точечный источник ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м) находится на расстоянии 1 м от диафрагмы с круглым отверстием радиусом 1 мм. Определить расстояние от экрана до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки наблюдения три зоны Френеля.

Ответ: 2 м.

5. На водной поверхности разлит бензол ($n = 1,501$). Под каким углом к горизонту должны падать лучи Солнца, чтобы луч, отраженный от поверхности воды, находящейся под пленкой, был максимально поляризован и каков угол полного внутреннего отражения?

Ответ: $48,4^\circ$; $62,7^\circ$.

6. В каких областях спектра лежат длины волн, соответствующие максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит:

- 1) спираль электрической лампочки ($T = 6000$ К);
- 2) поверхность Солнца ($T = 6000$ К);
- 3) атомная бомба, в которой в момент взрыва развивается температура около 10 млн градусов. Излучение считать близким к излучению АЧТ.

Ответ: 1) $\lambda_m = 1$ мкм – инфракрасная область;

2) $\lambda_m = 5 \cdot 10^{-5}$ см – обл. видимого света;

3) $\lambda_m = 3 \text{ \AA}$ – обл. рентгеновских лучей.

7. На идеально отражающую плоскую поверхность нормально падает монохроматический свет длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Поток излучения составляет $0,45$ Вт. Определить:

- 1) число фотонов, падающих на поверхность за время $t = 3$ с;
- 2) силу давления, испытываемую этой поверхностью.

Ответ: 1) $3,73 \cdot 10^{18}$; 2) 3 нПа.

8. Какие спектральные линии появятся при возбуждении атомарного водорода электронами с энергией $12,5$ эВ?

Ответ: 103 ; 122 ; 660 нм.

9. Рентгеновская трубка работает под напряжением 10^6 В. Определить наименьшую длину волны рентгеновского излучения.

Ответ: $1,24 \cdot 10^{-12}$ м.

10. Активность некоторого препарата уменьшается в 2,5 раза за 7 суток. Найти его период полураспада.

Ответ: 5,3 суток.

11. Вычислить дефект массы и энергию связи ядер ${}^{40}_{20}\text{Ca}$.

Ответ: 0,36718 а.е.м.; 342,02 МэВ.

ВАРИАНТ 13

1. Известно, что плоскопараллельная стеклянная пластинка пропускает видимый свет длиной волны 0,65 мкм. Найти длину волны видимого света, который будет отражаться от такой пластинки. Свет падает перпендикулярно.

Ответ: 0,43 мкм.

2. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

Ответ: 3,674 мм.

3. Для определения периода решетки на нее направлен пучок света длиной волны 0,76 мкм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

Ответ: 10 мкм.

4. На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м). Определить угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

Ответ: $2^\circ 45'$.

5. В начальный момент плоскости колебаний поляризатора и анализатора совпадают. На какой угол следует повернуть анализатор, чтобы в три раза уменьшить интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора? Потерями света в анализаторе можно пренебречь.

Ответ: $54, 74^\circ$.

6. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 1 до 0,5 мкм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?

Ответ: в 16 раз.

7. Плоская световая волна интенсивностью $I = 0,1$ Вт/см падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на плоскую отражающую поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,7$. Используя квантовые представления, определить нормальное давление, оказываемое светом на эту поверхность.

Ответ: 4,25 мкПа.

8. Электрон в атоме водорода перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить энергию фотона, испущенную электроном.

Ответ: 2,55 эВ.

9. Вычислить длину волны и энергию фотона, принадлежащего K_α – линии в спектре характеристического рентгеновского излучения платины.

Ответ: 0,0124 нм; 60,5 кэВ.

10. В начальный момент активность некоторого радиоизотопа составляет, 650 частиц/мин. Какова будет активность этого препарата по истечении половины его периода полураспада?

Ответ: 460 частиц/мин.

11. Определить энергию, необходимую для синтеза 1 моля ${}_{92}^{238}\text{U}$.

Ответ: $1,76 \cdot 10^{14}$ Дж.

ВАРИАНТ 14

1. Известно, что плоскопараллельная пластинка окрашивает падающий на нее белый свет в красный с длиной волны 0,67 мкм, найти в какой видимый свет (длину волны) окрасит эта пластинка белый свет, падающий на нее под углом 30° к нормали. Наблюдения производятся в проходящем свете. Показатель преломления стекла 1,2.

Ответ: 0,61 мкм.

2. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

Ответ: 3,674 мм.

3. Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 0,38 до 0,76 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм ?

Ответ: 11 см.

4. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

Ответ: 143λ .

5. Луч света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом α . Определить угол падения луча, если отраженный луч максимально поляризован, а угол преломления равен 34° . Определить угол полного внутреннего отражения.

Ответ: 56° ; $42,4^\circ$.

6. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости АЧТ, имеющего температуру, равную температуре человеческого тела, т. е. $t = 37^\circ\text{C}$?

Ответ: 9,3 мкм.

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

Ответ: 332 нм; $6,6 \cdot 10^5$ м/с.

8. Определить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на основной.

Ответ: 12,1 эВ.

9. При каком наименьшем напряжении на рентгеновской трубке начинают появляться линии серии K_α меди?

Ответ: 8 000 В.

10. Найти постоянную распада и среднее время жизни радиоактивного изотопа ^{35}Co , если известно, что его активность уменьшается на 4 % за час. Продукт распада нерадиоактивен.

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

11. Для ядер $^{12}_6\text{C}$ найти удельную энергию связи и вычислить дефект массы.

Ответ: 7,42 МэВ; 0,09568 а.е.м.

ВАРИАНТ 15

1. Найти, во сколько раз толще нужно поставить вторую пластину с показателем преломления 1,3 по сравнению с первой (показатель преломления 1,4), чтобы белый свет практически полностью отражался от такой системы. Толщины принять минимальными. Зазоров нет.

Ответ: 0,54.

2. Определить угол, на который поворачивает бипризма Френеля лучи, падающие на нее нормально, если показатель преломления призмы n , а образующий угол призмы θ .

Ответ: $\theta(n - 1)$.

3. Дифракционная решетка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки для волны, являющейся серединой оптического диапазона;

2) угол, соответствующий последнему максимуму.

Ответ: 1) 4; 2) 68° .

4. На диафрагму с круглым отверстием радиусом 1 мм падает нормально-параллельный пучок света длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно.

Ответ: 1 м.

5. Определить угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли, если скорость распространения света в этом кристалле равна $1,94 \cdot 10^8$ м/с.

Ответ: 57° .

6. Температура АЧТ изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость?

Ответ: в 81 раз.

7. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом длинами волн $\lambda_1 = 0,35$ мкм и $\lambda_2 = 0,54$ мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $k = 2,0$ раза.

Найти работу выхода с поверхности этого металла.

Ответ: $A = 1,9 \text{ эВ}$.

8. Определить первый потенциал возбуждения атома водорода.

Ответ: $10,2 \text{ В}$.

9. Определить коротковолновую границу сплошного спектра рентгеновских лучей, если трубка работает под напряжением 30 кВ .

Ответ: $0,041 \text{ нм}$.

10. Препарат ^{238}U массой 1 г излучает $1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата.

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

11. Найти удельные энергии связи ядер ^2_1H и ^3_1H .

Ответ: $1,23 \text{ МэВ}$; $2,83 \text{ МэВ}$.

ВАРИАНТ 16

1. Найти, во сколько раз толще нужно поставить вторую пластину с показателем преломления $1,4$ по сравнению с первой (показатель преломления $1,3$ чтобы белый свет практически полностью отражался от такой системы. Толщины принять минимальными. Зазоров нет.

Ответ: $0,46$.

2. Определить положение первого максимума (после нулевого) интенсивности в опыте с бипризмой Френеля, если показатель преломления $1,4$, длина волны света $0,55 \text{ мкм}$, образующий угол призмы 10 мин дуги.

Ответ: $0,48 \text{ мм}$.

3. Период дифракционной решетки $0,005 \text{ мм}$. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для $\lambda_1 = 760 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 440 \text{ нм}$.

Ответ: 13 .

4. На щель шириной $0,1 \text{ мм}$ нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$). Определить ширину центрального максимума в дифракционной картине, проецируемой с помощью линзы, находящейся непосредственно за щелью, на экран, отстоящий от линзы на расстоянии 1 м .

Ответ: $1,2 \text{ см}$.

5. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора равен 45° . Затем угол увеличивают до некоторого значения α и при этом интенсивность света, проходящего, через анализатор уменьшается в два раза. Определить значение этого угла.

Ответ: 60° .

6. Температура АЧТ изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К . На сколько изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости?

Ответ: от $2,9$ до $0,97 \text{ мкм}$.

7. Работа выхода электрона из платины равна 6,3 эВ. Определить красную границу фотоэффекта.

Ответ: $\lambda_{\text{кр}} = 197 \text{ нм}$.

8. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения, длиной волны 102,6 нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

Ответ: $4,76 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

9. Вычислить наибольшую длину волны в К-серии характеристических рентгеновских лучей скандия.

Ответ: 0,303 нм.

10. Вычислить удельные активности изотопов ^{23}Na и ^{235}U , периоды полураспада которых равны соответственно 15 ч и $7,1 \cdot 10^8$ лет.

Ответ: $3,2 \cdot 10^{17}$; $0,8 \cdot 10^5$ расп./с.

11. Найти энергию, выделяющуюся при реакции $^9_4\text{Be} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} + \Delta E$.

Ответ: 4,35 МэВ.

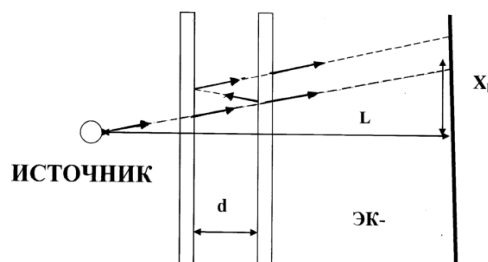
ВАРИАНТ 17

1. На тонкий прозрачный клин с малым образующим углом нормально падает монохроматическая волна длиной 6300 Å. Показатель преломления стекла 1,4. Интерференционная картина наблюдается в отраженном свете. Найти угол клина, если расстояние между десятью полосами равно 7,74 мм.

Ответ: 1 мин дуги.

2. В интерференционной схеме, показанной на рисунке, найти положение на экране x_k k -го интерференционного максимума. Считать толщину пленок очень тонкой. Показатель преломления равен 1, L – расстояние от точечного сферического источника до экрана. Длина волны света λ .

Ответ: $x_k = L((4d^2/k^2\lambda^2) - 1)^{0,5}$



3. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути длинами волн 577 и 579,1 нм в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с периодом $4 \cdot 10^{-6} \text{ м}$? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, 60 см. Лучи падают на решетку нормально.

Ответ: 0,315 мм.

4. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок света длиной волны $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Помещенная вблизи решетки линза проецирует дифракционную картину на плоский экран, удаленный от линзы на 1 м. Расстояние между двумя максимумами первого порядка, наблюдаемыми на экране равно 20,2 см. Определить:

1) постоянную дифракционную решетки;

2) число штрихов на 1 см;

3) число максимумов, которое дает дифракционная решетка.

Ответ: $d = 4,95 \cdot 10^{-6}$ м; $N_0 = 2,02 \cdot 10^3$ см⁻¹; $k_{\text{общ}} = 19$

5. Свет, проходящий через два николя, плоскости поляризации которых составляют угол 30°, ослабляется в 3,3 раза. Определить коэффициент потерь света в каждом никеле, связанный с отражением и поглощением света?

Ответ: 10 %.

6. Температура АЧТ изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась его максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

Ответ: в 243 раза.

7. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 140$ нм?

Ответ: $U_{\text{max}} = 4,4$ В.

8. Вычислить по теории Бора радиус второй стационарной орбиты и скорость электрона на ней для атома водорода.

Ответ: $2,11 \cdot 10^{-10}$ м; $1,1 \cdot 10^6$ м/с.

9. При исследовании линейчатого рентгеновского спектра некоторого элемента было найдено, что длина волны K_{α} -линии равна 0,076 нм. Какой это элемент?

Ответ: $z = 42$ (молибден).

10. Радиоизотоп $^{32}_{15}\text{P}$, период полураспада которого 14,3 суток, образуется в ядерном реакторе с постоянной скоростью $2,7 \cdot 10^8$ ядер/с. Через сколько времени после начала образования этого изотопа его активность станет $1,0 \cdot 10^9$ расп./с?

Ответ: 9,5 суток.

11. Найти дефект массы и энергию связи для ядер трития ^3_1H .

Ответ: 0,00912 а.е.м.; 8,495 МэВ

ВАРИАНТ 18

1. На клин нормально падает свет длиной волны 0,48 мкм. В прошедшем свете расстояние между пятью интерференционными полосами 5 мм. Найти угол клина, если показатель преломления 1,3.

Ответ: 38 с дуги.

2. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

Ответ: 3,674 мм.

3. На дифракционную решетку с периодом $2 \cdot 10^{-6}$ м падает нормально свет, пропущенный сквозь светофильтр. Фильтр пропускает длины волн от 500 до 600 нм. Будут ли спектры различных порядков накладываться друг на друга?

Ответ: не будут.

4. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен

на угол 14° . На какой угол отклонен максимум третьего порядка?

Ответ: $21^\circ 17'$.

5. Угол полной поляризации для некоторого вещества равен $54,75^\circ$. Чему равен для этого вещества угол полного внутреннего отражения.

Ответ: 45° .

6. АЧТ находится при температуре $T_1 = 1500$ К. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 9$ мкм. До какой температуры T_2 охладилось тело?

Ответ: 266 К.

7. Имеется вакуумный фотоэлемент, один из электродов цезиевый, другой – медный. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, подлетающих к медному электроду, при освещении цезиевого электрода электромагнитным излучением длиной волны 0,92 мкм, если электроды замкнуты снаружи накоротко ($A_{\text{цезия}} = 1,89$ эВ; $A_{\text{Cu}} = 4,47$ эВ).

Ответ: $v_{\text{max}} = 6,4 \cdot 10^5$ м/с.

8. Вычислить период вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 2$.

Ответ: $1,2 \cdot 10^{-15}$ с.

9. Какую наименьшую разность потенциалов U_{min} нужно приложить к рентгеновской трубке, антикатод которой покрыт ванадием ($z = 23$), чтобы в спектре рентгеновского излучения появились все линии К-серии ванадия? Граница К-серии ванадия 0,226 нм.

Ответ: 5,5 кВ.

10. Определить период полураспада таллия, если известно, что через 100 дней его активность уменьшилась в 1,07 раза.

Ответ: 2,8 года.

11. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{11}^{30}\text{Si} + {}_1^1\text{H}$.

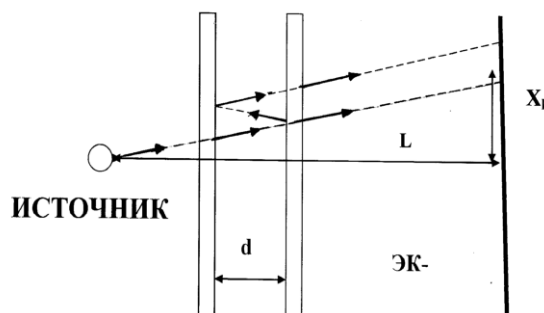
Ответ: 2,41 МэВ

ВАРИАНТ 19

1. На тонкий, прозрачный клин с малым образующим углом падает под углом 30° к нормали монохроматическая волна длиной 6300 Å. Показатель преломления стекла 1,4. Интерференционная картина наблюдается в отраженном свете. Найти угол клина, если расстояние между десятью полосами равно 7,74 мм.

Ответ: 1 мин 7 с дуги.

2. В интерференционной схеме, показанной на рисунке, найти на какое расстояние на экране будут смещены интерферирующие лучи, один из которых прошел через пленки без отражений, а второй двукратно отразился. Считать



толщину пленок очень тонкой. Показатель преломления равен 1, L – расстояние от точечного сферического источника до экрана. Длина волны света λ (x_k – расстояние от центра экрана до k -го максимума).

Ответ: $\Delta = 2d x_k / L$.

3. Сравнить разрешающие способности дифракционных решеток, если одна из них имеет 420 штрихов на 1 мм при ширине 2 см, а вторая – 700 штрихов на 1 мм при ширине 4,8 см.

Ответ: 1:4.

4. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на 1 мм; падает монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол 20° . Определить длину волны света.

Ответ: $5,80 \cdot 10^{-7}$ м.

5. Луч света проходит через жидкость ($n = 1,63$), налитую в стеклянный сосуд, и отражается ото дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $42^\circ 37'$. Найти показатель преломления жидкости. Под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1,5.

6. Поверхность тела нагрета до температуры 1000 К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на 100° , другая охлаждается на 100° . Во сколько раз изменится энергетическая светимость поверхности этого тела?

Ответ: увеличится в 1,06 раза.

7. Небольшое идеально отражающее зеркальце массой 10 кг подвешено на невесомой нити длиной 10 см. Найти угол, на который отклоняется нить, если по нормали к зеркалу в горизонтальном направлении произвести «выстрел» коротким импульсом лазерного излучения с энергией 13 Дж. За счет чего зеркальце приобретает кинетическую энергию?

Ответ: $\varphi = 0,5^\circ$.

8. Определить изменение энергии электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой $6,28 \cdot 10^{14}$ Гц.

Ответ: 2,6 эВ.

9. Определить энергию фотона, соответствующего линии K_α в спектре характеристических лучей марганца ($z = 25$).

Ответ: 5,9 кэВ.

10. Определить, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за 5 лет, если за один год оно уменьшается в 3 раза.

Ответ: $N_0 / N_1 = 243$.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи в ядрах ${}_{92}^{238}\text{U}$ и ${}_2^4\text{He}$.

Ответ: 0,61 МэВ.

ВАРИАНТ 20

1. На клин под углом 30° к нормали падает свет длиной волны $0,48 \text{ мкм}$. В прошедшем свете расстояние между пятью интерференционными полосами 5 мм . Найти угол клина, если показатель преломления $1,3$.

Ответ: $41,25$ с дуги.

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Найти разность Δr между радиусами светлых колец с порядковыми номерами $k_1 = 3$ и $k_2 = 4$. Радиус кривизны линзы $R = 8 \text{ м}$. Наблюдение ведется в отраженном свете.

Ответ: $\Delta r = 6,2 \text{ м}$.

3. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на решетку с периодом $2,2 \text{ мкм}$, если угол между максимумами первого и второго 15° .

Ответ: $0,57 \text{ мкм}$.

4. Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на 1 мм . На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Ответ: 8 .

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен $\alpha = 62,5^\circ$. Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают одинаковое количество падающего на них света (коэффициент k). Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти значение коэффициента k .

Ответ: 8% .

6. Какую мощность надо подводить к зачерненному металлическому шарiku радиусом 2 см , чтобы поддерживать его температуру на 27° выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды равна 20°C . Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.

Ответ: $0,84 \text{ Вт}$.

7. Определить работу выхода электрона из рубидия и цинка, если для этих металлов красная граница фотоэффекта соответствует длинам волн 810 и 372 нм .

Ответ: $A_{\text{Rb}} = 2,46 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$; $A_{\text{Zn}} = 5,34 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

8. Найти наименьшую и наибольшую длины волн спектральных линий водорода в видимой области спектра.

Ответ: 365 нм ; 656 нм .

9. В атоме вольфрама электрон перешел с М-слоя на L-слой. Принимая постоянную экранирования равной $5,5$, определить длину волны испускаемого фотона.

Ответ: $0,14 \text{ нм}$.

10. Какое количество β -активного изотопа стронция (период полураспада 54 дня) необходимо добавить к 100 мкг неактивного стронция, чтобы удельная активность препарата стала 1280 Кюри/г?

Ответ: 5 мкг.

11. Найти энергию, выделяющуюся при реакции ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H}$

Ответ: 4,04 МэВ.

ВАРИАНТ 21

1. На клин нормально падает монохроматическая волна длиной 0,43 мкм. Найти угол клина, если расстояние между интерференционными полосами 0,5 мм. Показатель преломления 1,2.

Ответ: 1 мин 14 с дуги.

2. Определить положение первого максимума (после нулевого) интенсивности в опыте с бипризмой Френеля, если показатель преломления 1,4, длина волны света 0,55 мкм, образующий угол призмы 10 мин дуги.

Ответ: 0,48 мм.

3. Монохроматический свет падает на щель шириной 28,5 мкм и после прохождения щели фокусируется линзой на экран, отстоящий от нее на расстоянии 10 см. На экране наблюдаются дифракционные полосы, среднее расстояние между которыми 0,23 см. Определить длину световой волны, падающей на щель.

Ответ: 0,65 мкм.

4. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

Ответ: 8; 74°.

5. Угол между плоскостями поляризатора и анализатора равен 30°.

При увеличении угла поворота до значения α интенсивность света, проходящего через анализатор, уменьшается в 1,5 раза. Определить этот угол.

Ответ: 45°.

6. Зачерненный шарик остывает от температуры 27 до 20 °С. На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности его энергетической светимости?

Ответ: на 0,2 мкм.

7. Определить в джоулях и электрон-вольтах работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 и 260 нм.

Ответ: $A_{\text{Cs}} = 3,01 \cdot 10^{-19}$ Дж = 1,88 эВ; $A_{\text{Ag}} = 7,64 \cdot 10^{-19}$ Дж = 4,77 эВ.

8. Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовой серии спектра водорода.

Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?

Ответ: $1,21 \cdot 10^6$; $1,9 \cdot 10^6$ м/с.

9. Найти наибольшую длину волны К-серии рентгеновских лучей, даваемых трубкой с антикатодом из:

- 1) тантала;
- 2) вольфрама;
- 3) платины. Для К-серии постоянная экранирования равна единице.

Ответ: 0,022; 0,0214; 0,019 нм.

10. Активность некоторого радиоактивного изотопа в начальный момент времени составила 100 Бк. Определить активность этого изотопа по истечении промежутка времени, равного четверти периода полураспада.

Ответ: 84 Бк.

11. Для ядер ${}^3_2\text{He}$ найти удельную энергию связи и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 2,57 МэВ; $2,76 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 22

1. Клинь облучается светом длиной волны 440 нм. Расстояние между интерференционными полосами в клине 0,2 мм. Найти расстояние между полосами в этом клине, если его освещать желтым светом длиной волны 0,58 мкм.

Ответ: 0,26 мм.

2. Система для наблюдения колец Ньютона состоит из двух выпуклых линз одинаковой кривизны $R = 1$ м, соприкасающихся выпуклыми сторонами. Найти радиус первого светлого кольца в отраженном свете, если длина волны света $\lambda = 0,5$ мкм.

Ответ: 0,71 мм.

3. На дифракционную решетку, имеющую 50 штрихов на 1 мм, падает нормально параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца второго и начала третьего спектров?

Длины крайних красных и крайних фиолетовых волн принять равными 760 и 400 нм.

Ответ: $-56'$.

4. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 4 \cdot 10^{-7}$ м) спектра третьего порядка.

Ответ: $6 \cdot 10^{-7}$ м.

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен $\alpha = 60^\circ$. Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают одинаковое количество падающего на них света (коэффициент k). Оказалось, что интенсивность луча,

вышедшего из анализатора, уменьшается в 9,45 раза по сравнению со светом, падающим на поляризатор. Найти значение коэффициента k .

Ответ: 8 %.

6. Найти на сколько уменьшится масса Солнца за год вследствие излучения. Температуру поверхности Солнца принять равной 5800 К.

Ответ: $1,4 \cdot 10^{17}$ кг.

7. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Определить световое давление, оказываемое на поверхность.

Ответ: 667 нПа.

8. Какую наименьшую энергию должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами этих электронов появились все линии всех серий спектра водорода? Какую наименьшую скорость должны иметь эти электроны?

Ответ: 13,6 эВ; $2,2 \cdot 10^6$ м/с.

9. Найти постоянную экранирования для L-серии рентгеновских лучей, если известно, что при переходе электрона с M-слоя на L-слой, испускаются рентгеновские лучи с длиной волны 0,143 нм.

Ответ: 5,5.

10. Найти отношение массовой активности стронция ^{90}Sr (период полураспада 28 лет) к массовой активности радия ^{226}Ra (период полураспада $1,62 \cdot 10^3$ лет).

Ответ: 145.

11. Найти для ядер $^{59}_{27}\text{Co}$ удельную энергию связи и вычислить дефект массы на один нуклон. Масса изотопа кобальта равна 58,95206 а.е.м.

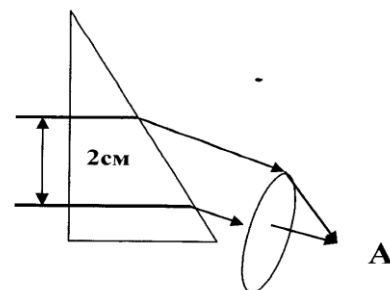
Ответ: 517,35 МэВ; $9,41 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 23

1. Найти количество интерференционных линий, приходящихся на единицу длины в клине углом 5 мин дуги и показателем преломления 1,35 при падении на него света длиной волны 650 нм.

Ответ: 6 линий/мм.

2. Свет падает на призму под углом 30° так, как показано на рисунке. Найти оптическую разность хода между лучами 1 и 2 в точке А. Показатель преломления 1,5.



Ответ: 0,1773.

3. Определить длину волны линии в дифракционном спектре третьего порядка, совпадающей с изображением линии в спектре четвертого порядка длиной волны 490 нм.

Ответ: 653 нм.

4. Какой наименьшей разрешающей силой должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии

калия ($\lambda_1 = 578$ нм и $\lambda_2 = 580$ нм)? Какое наименьшее число штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?

Ответ: 290; 145.

5. Луч света падает на поверхность стекла, проходя слой воды и, падая на стекло под углом $48,5^\circ$ создает отраженный луч, который максимально поляризован. Определить предельный угол полного внутреннего отражения.

Ответ: 62° .

6. Рассчитать область спектра, соответствующую максимуму излучения Солнца, спектральный состав излучения которого близок к составу излучения АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: 0,5 мкм.

7. Монохроматическое излучение длиной волны $\lambda = 600$ нм падает на фоточувствительную поверхность, чувствительность которой равна 9 мА/Вт, освобождается при этом 930 фотоэлектронов. Определить число квантов, падающих на поверхность.

Ответ: $n = 5 \cdot 10^4$

8. В каких пределах должны лежать длины волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус орбиты электрона увеличился в 9 раз?

Ответ: 97,3 - 102,6 нм.

9. Определить длину волны K_α -линии характеристического рентгеновского спектра, излучаемого вольфрамом при бомбардировке его быстрыми электронами.

Ответ: 0,023 нм.

10. Уран ^{234}U является продуктом распада наиболее распространенного изотопа урана ^{238}U (период полураспада $4,5 \cdot 10^9$ лет). Определить период полураспада ^{234}U , если его массовая доля в естественном ^{238}U равна $6 \cdot 10^{-5}$.

Ответ: $2,7 \cdot 10^5$ лет.

11. На какую величину различаются дефекты массы ядер ^6_3Li и ^7_3Li ?

Ответ: 0,61 МэВ.

ВАРИАНТ 24

1. Найти расстояние между 5-ю интерференционными линиями в клине при падении на него света длиной волны 0,39 мкм, если расстояние между тремя линиями при освещении этого клина светом длиной волны 0,69 мкм равно 2 мм.

Ответ: 1,88 мм.

2. В опыте Юнга щели облучаются монохроматическим светом длиной волны 0,5 мкм. Расстояние между щелями 2 мм. На экране наблюдается интерференционная картина, причем на 1 см приходится 10 интерференционных полос.

Найти расстояние на которое нужно отодвинуть экран, чтобы частота полос уменьшилась вдвое.

Ответ: 4 м.

3. Какой наибольший порядок спектра можно видеть в дифракционной решетке, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении ее светом длиной волны 720 нм?

Ответ: второй порядок.

4. Подсчитать разрешающую силу решетки с периодом $2,5 \cdot 10^{-6}$ м и шириной $3 \cdot 10^{-2}$ м в спектрах первого и четвертого порядков.

Ответ: 12000 и 48000.

5. Луч света падает на кристалл сапфира под углом Брюстера равным $29,5^\circ$. Определить показатель преломления и угол полного внутреннего отражения.

Ответ: $34,4^\circ$; 1,769.

6. Рассчитать интегральную энергетическую светимость Солнца, спектральный состав излучения которого близок к составу излучения АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: $6,4 \cdot 10^4$ кВт/м².

7. В параллельном пучке $7,6 \cdot 10^3$ фотонов имеют суммарный импульс, равный среднему импульсу атома гелия при температуре 1300 К. Определить длину волны света.

Ответ: $\lambda = 6000$ А.

8. Электрон в атоме водорода движется по некоторой орбите с угловой скоростью $1,54 \cdot 10^{15}$ рад/с. Найти магнитный момент этого электрона.

Ответ: $2,78 \cdot 10^{-23}$ Дж/Тл.

9. Определить длину волны K_α -линии характеристического рентгеновского спектра, получаемого в рентгеновской трубке с молибденовым (⁴²Mo) антикатодом. Можно ли получить эту линию спектра, подав на рентгеновскую трубку напряжение $4 \cdot 10^3$ В?

Ответ: $7,2 \cdot 10^{-9}$ м.

10. Определить возраст минерала, в котором на три атома урана ²³⁸U (период полураспада $4,5 \cdot 10^9$ лет) приходится один атом свинца (предполагается, что в начальный момент минерал совсем не содержал свинца).

Ответ: $1,87 \cdot 10^9$ лет.

11. Найти удельные энергии связи ядер ¹⁰₅B и ²³⁵₉₂U.

Ответ: 6,476; 7,598 МэВ.

ВАРИАНТ 25

1. Найти расстояние между десятью интерференционными линиями в клине при падении на него света длиной волны 0,6 мкм, если расстояние между двадцатью линиями при освещении этого клина светом длиной волны 0,5 мкм равно 14 мм.

Ответ: 8,4 мм.

2. В опыте Юнга щели облучаются монохроматическим светом с длиной волны 0,6 мкм. Расстояние между щелями 1 мм. На экране наблюдается

интерференционная картина, причем на 1 см приходится 5 интерференционных полос. Найти расстояние на которое нужно придвинуть экран, чтобы частота полос утроилась.

Ответ: 2,22 мм.

3. Спектр дифракционной решетки со 100 штрихами на 1 мм проектируется на экран, расположенный параллельно решетке на расстоянии 1,8 м от нее. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если расстояние от второго спектра до центральной светлой полосы 21,4 см.

Ответ: 590 нм.

4. На плоскую отражательную решетку нормально падает свет ($\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м). Определить число штрихов решетки на 1 мм, если спектр второго порядка наблюдается под углом 45° к нормали.

Ответ: 600 мм^{-1} .

5. На поверхности льда лежит пластинка плексигласа ($n = 1,5$). Каков показатель преломления плексигласа, если отраженные ото льда лучи были максимально поляризованы при угле падения лучей Солнца равным: $80,64^\circ$.

Ответ: 1,31.

6. Рассчитать облученность Земли (солнечную постоянную) Солнцем, спектральный состав излучения которого близок к составу АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: 1380 Вт/м^2 .

7. Определить энергию, импульс и массу фотона длина волны которого $\lambda = 5000 \text{ \AA}$.

Ответ: $\varepsilon = 2,48 \text{ эВ}$; $p = 1,3256 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}\cdot\text{с/м}$; $m = 0,4410^{-35} \text{ кг}$.

8. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона изменилась на 2,56 эВ. Найти длину волны фотона, излученного атомом.

Ответ: 486 нм.

9. Антикатоде рентгеновской трубки покрыт молибденом ($z = 42$). Найти минимальную разность потенциалов, которую надо приложить к трубке, чтобы в спектре рентгеновского излучения появились линии К-серии молибдена.

Ответ: 23 кВ.

10. Радиоактивный изотоп ^{22}Na излучает γ -квант энергией 1,28 МэВ. Определить энергию, излучаемую за 5 минут изотопом натрия массой 5 г. Период полураспада изотопа 2,6 года. Считать, что при каждом акте распада излучается один γ -фотон с указанной энергией.

Ответ: 70,6 кДж.

11. Вычислить энергию, необходимую для синтеза 1 моля ртути $^{200}_{80}\text{Hg}$.

Ответ: $1,52 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$.

ВАРИАНТ 26

1. Найти толщину клина в месте, где находится пятая светлая полоса в проходящем свете длиной волны 0,63 мкм. Свет падает нормально. Показатель преломления 1,3.

Ответ: 0,97 мкм.

2. В опыте Юнга интенсивность монохроматического света длиной волны 0,5 мкм в максимуме на экране равна 1 Вт/м². Найти интенсивность на расстоянии 0,83 мм от центра интерференционной картины. Расстояние между щелями 1 мм, а до экрана – 5 м.

Ответ: 0,25 Вт/м².

3. Расстояние между экраном и дифракционной решеткой, имеющей 125 штрихов на 1 мм, равно 2,5 м. При освещении решетки светом длиной волны 420 нм на экране видны сини линии. Определить расстояние от центральной линии до первой линии на экране.

Ответ: 13 см.

4. Определить длину волны спектральной линии, изображение которой, даваемое дифракционной решеткой в спектре третьего порядка, совпадает с изображением линий $\lambda = 4,861 \cdot 10^{-7}$ м в спектре четвертого порядка.

Ответ: $\lambda = 6,481 \cdot 10^{-7}$ м.

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен α . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 10 % падающего на них света. Определить значение этого угла, если интенсивность луча, вышедшего из анализатора, уменьшится в 6 раз по сравнению с лучом, падающим на поляризатор.

Ответ: 50°.

6. Рассчитать лучистый поток, падающий на Землю (без учета поглощения атмосферой) от Солнца, спектральный состав излучения которого близок к составу излучения АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: $176 \cdot 10^{15}$ Вт.

7. Какую длину волны должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоящегося электрона.

Ответ: $\lambda = 0,02428$ А.

8. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов 51 В. Найти длину волны де Бройля электрона.

Ответ: $1,71 \cdot 10^{-7}$ м.

9. Определить наибольшую скорость электронов, подлетающих к антикатоде рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей равна 1 нм.

Ответ: $2,9 \cdot 10^7$ м/с.

10. Постоянная радиоактивного распада изотопа $^{210}_{82}\text{Pb}$ равна 10^9 с^{-1} . Определить время, в течение которого распадается 3/5 начального количества ядер этого изотопа.

Ответ: 29 лет.

11. Масса изотопа натрия $^{23}_{11}\text{Na}$ равна 23,03087 а.е.м. Найти дефект массы и удельную энергию связи.

Ответ: 0,16049 а.е.м.; 6,499 МэВ.

ВАРИАНТ 27

1. Найти толщину клина в месте, где находится десятая темная полоса в отраженном свете длиной волны 0,44 мкм. Свет падает нормально. Показатель преломления 1,25.

Ответ: 1,58 мкм.

2. В опыте Юнга интенсивность монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм в максимуме на экране равна 1 Вт/м². Найти интенсивность на расстоянии 0,6 мм от центра интерференционной картины. Расстояние между щелями 0,5 мм, а до экрана – 3 м.

Ответ: 0,75 Вт/м².

3. Определить длину волны, падающей на дифракционную решетку, на каждом миллиметре которой нанесено 400 штрихов. Дифракционная решетка расположена на расстоянии 25 см от экрана. При измерении на экране оказалось, что расстояние между третьими линиями слева и справа от нулевой равно 27,4 см.

Ответ: 400 нм.

4. Вычислить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от источника до зонной пластинки равно 10 м, а расстояние от пластинки до места наблюдения – 10 м ($\lambda = 4,5 \cdot 10^{-7}$ м).

Ответ: 0,15 см.

5. В стеклянный сосуд налит глицерин ($n = 1,47$), а поверх него – вода ($n = 1,33$). Луч света, вышедший из дна сосуда равен 30,3°. Определить показатель преломления стекла, если на границе вода – глицерин отраженный луч максимально поляризован?

Ответ: 1,6.

6. Рассчитать максимальную спектральную плотность энергетической светимости Солнца, спектральный состав излучения которого близок к составу излучения АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: $8,6 \cdot 10^{13}$ Вт/м³.

7. Железный шарик, отдаленный от других тел, облучается монохроматическим светом длиной волны 2000 А. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фотоэлектроны. Работа выхода равна 4,38 эВ.

Ответ: $\phi = 1,85$ В.

8. Определить численные значения потенциальной, кинетической и полной энергии электрона на второй орбите атома водорода.

Ответ: – 6,8; 3,4; – 3,4 эВ.

9. Длина волны одного из видов γ -учей, испускаемых радием (Ra), равна $1,6 \cdot 10^{-3}$ нм. Какую разность потенциалов надо приложить к рентгеновской трубке, чтобы получить лучи этой длиной волны?

Ответ: $7,8 \cdot 10^5$ В.

10. Какая часть начального количества радиоактивного нуклида распадается за время, равное средней продолжительности t жизни этого нуклида?

Ответ: 63,3 %.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи ядер ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ и ${}^{23}_{12}\text{Mg}$
Ответ: на 0,36 МэВ.

ВАРИАНТ 28

1. Найти показатель преломления клина, если расстояние между интерференционными полосами 0,65 мм, а свет длиной волны 0,5 мкм падает нормально. Угол клина 1 мин дуги.

Ответ: 1,33.

2. В установке для наблюдения колец Ньютона между центром линзы и пластинкой оставлен воздушный зазор толщины d . Вывести формулу для радиусов темных колец в отраженном свете для такого случая. ($d \ll R$ – радиус кривизны линзы).

Ответ: $r_k^2/R + 2d = k\lambda$

3. При освещении дифракционной решетки светом длиной волны 627 нм на экране получились полосы. Расстояние между центральной и первой полосой 39,6 см. Зная, что экран находится на расстоянии 120 см от решетки, найти постоянную решетки.

Ответ: $2 \cdot 10^{-3}$ мм.

4. Вычислить радиус первой зоны Френеля при условии, что на зонную пластинку падает плоская волна и расстояние от зонной пластинки до места наблюдения 10 м ($\lambda = 4,5 \cdot 10^{-7}$ м).

Ответ: 0,212 см.

5. Луч света проходя через жидкость ($n = 1,5$), налитую в стеклянный сосуд, отражается от дна, причем отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $50,19^\circ$. Найти:

- 1) показатель преломления жидкости;
- 2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1) $1,8$; 2) $56,44^\circ$.

6. Рассчитать область спектра, соответствующую максимуму излучения Солнца, спектральный состав излучения которого близок к составу излучения АЧТ при температуре 5800 К.

Ответ: 0,5 мкм.

7. Определить энергию, массу и количество движения фотона, если его длина волны равна 0,016 А.

Ответ: $\varepsilon = 1,15 \cdot 10^{-13}$ Дж; $p = 4,1 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; $m = 1,38 \cdot 10^{-30}$ кг.

8. Найти величину тока, соответствующего движению электрона на первой орбите атома водорода.

Ответ: 1,06 мА.

9. При напряжении 31 кВ, приложенном к рентгеновской трубке, длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра оказалась равной $4 \cdot 10^{-2}$ нм. Определить постоянную Планка.

Ответ: $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

10. Определить начальную активность радиоактивного магния Mg^{27} массой 0,2 мкг, а также активность по истечении времени $t = 1$ час. Предполагается, что все атомы изотопа радиоактивны ($T_{1/2} = 9,4$ мин).

Ответ: $5,15 \cdot 10^{12}$; $8,05 \cdot 10^{10}$ Бк

11. Найти энергию, выделяющуюся при реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$, если полностью прореагировал 1 г лития.

Ответ: $1,29 \cdot 10^{22}$ МэВ.

ВАРИАНТ 29

1. Найти показатель преломления клина, если расстояние между интерференционными полосами 0,26 мм, а свет длиной волны 0,4 мкм падает под углом 30° к нормали. Угол клина 2 мин дуги.

Ответ: 1,4.

2. В установке для наблюдения колец Ньютона между центром линзы и пластинкой оставлен воздушный зазор толщины d . Вывести формулу для радиусов темных колец в отраженном свете для такого случая. ($d \ll R$ – радиус кривизны линзы). Пространство между линзой и пластиной заполнено жидкостью с показателем преломления n .

Ответ: $r_k^2/R + 2d = k\lambda/n$

3. Расстояние между экраном и дифракционной решеткой, имеющей 100 штрихов на 1 мм, равно 1,8 м. При освещении решетки светом с длиной волны 590 нм на экране возникают полосы. Определить расстояние от второго спектра до центральной светлой полосы.

Ответ: 21,4 см.

4. Зонная пластинка дает изображение источника, удаленного от нее на 3 м, на расстоянии 2 м от своей поверхности. Где получится изображение источника, если его отодвинуть в бесконечность?

Ответ: 1,2 м.

5. Солнечные лучи падают на горизонтальную поверхность льда реки под углом $20,88^\circ$ к горизонту и при этом отраженный от поверхности воды подо льдом луч Солнца ($n = 1,333$) оказался максимально поляризованным. Определить показатель преломления льда.

Ответ: 1,31.

6. Приняв температуру Солнца равной 6000 К, определить:

1) мощность, излучаемую с 1 м^2 ;

2) длину волны λ_{max} , соответствующую максимуму излучаемой способности. Считать Солнце абсолютно черным телом.

Ответ: $7,4 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$; $\lambda_{\text{max}} = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

7. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона длиной волны $\lambda = 5200 \text{ А}$.

Ответ: $v = 9,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

8. Вычислить угловую скорость электрона, движению которого на некоторой орбите атома водорода соответствует магнитный момент, равный $2,78 \cdot 10^{-23}$ Дж/Тл.

Ответ: $1,54 \cdot 10^{15}$ рад/с.

9. Определить длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если известно, что при увеличении ускоряющего напряжения на трубке в 2 раза, длина волны уменьшается на $5 \cdot 10^{-2}$ нм.

Ответ: 0,1 нм.

10. На сколько процентов снизится активность изотопа иридия Ir^{192} за 30 суток? Период полураспада иридия 74 дня.

Ответ: на 24 %.

11. Найти удельную энергию связи для ядер ${}^{10}_5\text{B}$ и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 6,476 МэВ; $6,959 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 30

1. Найти расстояние между интерференционными полосами в клине, если его угол равен 10 мин дуги, показатель преломления 1,5. Свет длиной волны 0,6 мкм падает нормально.

Ответ: 0,069 мм.

2. В установке для наблюдения колец Ньютона между центром линзы и пластинкой оставлен воздушный зазор толщины $d = 0,2$ мкм. Длина волны света 0,4 мкм. Радиус кривизны линзы 1 м. ($d \ll R$ – радиус кривизны линзы). Определить, темное или светлое пятно будет наблюдаться в центре интерференционной картины и радиус первого темного кольца в отраженном свете.

Ответ: темное; 0,63 мм.

3. Дифракционная решетка, на каждом миллиметре которой нанесено 75 штрихов, освещается монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. На экране, отстоящем от решетки на расстоянии L , видны светлые полосы на равных расстояниях друг от друга. Расстояние от центральной светлой полосы на экране до второй полосы 11,25 см. Определить L .

Ответ: 1,5 м.

4. Дифракционная решетка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить:

- 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки для длины волны, являющейся серединой оптического диапазона;
- 2) угол, соответствующий последнему максимуму.

Ответ: $k_{\max} = 4$, 2) $\varphi_{\max} = 68^\circ$.

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен α . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 10 % падающего на них света.

Определить значение этого угла, если интенсивность луча, вышедшего из анализатора, уменьшается в шесть раз по сравнению с лучом, падающим на поляризатор.

Ответ: 50° .

6. На сколько дальше от голубой звезды должна находиться планета, чем Земля от Солнца, чтобы температура на ней была бы такой же, как на Земле? Температура голубой звезды 30000 К. Диаметр звезды равен диаметру Солнца.

Ответ: в 25 раз.

7. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы количество его движения было равно количеству движения фотона с длиной волны $\lambda = 5200 \text{ \AA}$.

Ответ: $v = 1400 \text{ м/с}$.

8. Возбужденный атом водорода при переходе в основное состояние испустил последовательно два кванта длинами волн 1281,8 и 102,57 нм. Вычислить энергию первоначального состояния данного атома и соответствующее ему квантовое число.

Ответ: $-0,544 \text{ эВ}$; $n = 5$.

9. Скорость электронов, подлетающих к антикатоде рентгеновской трубки, составляет половину скорости света. Определить:

- 1) длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра;
- 2) ускоряющее напряжение на трубке.

Ответ: 0,015 нм; $7,7 \cdot 10^4 \text{ В}$.

10. Начальная активность 1 г изотопа $^{226}_{88}\text{Ra}$ равна 1 Кюри. Определить период полураспада этого изотопа.

Ответ: 1582 года.

11. Найти удельную; энергию связи и дефект масс на один нуклон для ядер $^{27}_{13}\text{Al}$.

Ответ: 8,333 МэВ; $8,9459 \cdot 10^{-3} \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 31

1. Найти расстояние между интерференционными полосами в клине, если его угол равен 10 мин дуги, показатель преломления 1,5. Свет длиной волны 0,6 мкм падает под углом 30° к нормали.

Ответ: 0,073 мм.

2. В установке для наблюдения колец Ньютона между центром линзы и пластинкой оставлен воздушный зазор толщины $d = 0,1 \text{ мкм}$. Длина волны света 0,4 мкм. Радиус кривизны линзы 1 м. ($d \ll R$ – радиус кривизны линзы). Определить, темное или светлое пятно будет наблюдаться в центре интерференционной картины и радиус первого темного кольца в отлаженном свете.

Ответ: светлое; 0,45 мм.

3. Найти угловую дисперсию решетки с постоянной 5 мкм, если длина волны падающего света 500 нм и порядок спектра равен 3.

Ответ: $0,63 \cdot 10^4 \text{ рад/см.}$

4. Период дифракционной решетки 0,005 мм. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для:
1) $\lambda = 7,6 \cdot 10^{-7}$ м;
2) $\lambda = 4,4 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: 1) $N = 13$; 2) $N = 23$.

5. На водной поверхности разлит бензин. Лучи Солнца падают на поверхность пленки бензина под углом $4,86^\circ$ к горизонту. Определить показатель преломления бензина, если при этом луч, отраженный от поверхности воды находящейся под пленкой бензина, был максимально поляризован?

Ответ: 1,5.

6. На сколько дальше от голубой звезды должна находиться планета, чем Земля от Солнца, чтобы температура на ней была бы такой же, как на Земле? Температура голубой звезды 30000 К. Диаметр звезды в пять раз меньше диаметра Солнца.

Ответ: в 5 раз.

7. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

Ответ: 0,51 МэВ.

8. Найти квантовое число, определяющее возбужденное состояние атома водорода, если известно, что при переходе в основное состояние он испустил всего один фотон с длиной волны 97,25 нм.

Ответ: $n = 4$

9. Разность длин волн между K_α – линией никеля и коротковолновой границей сплошного рентгеновского спектра равна 0,084 нм. Определить напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом.

Ответ: 18,7 кВ.

10. Сколько β -частиц испускает в течении одного часа 1 мкг изотопа Mo^{101} , период полураспада которого равен 15 мин?

Ответ: $5,92 \cdot 10^{15}$.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи в ядрах 2_1H и ${}^{235}_{92}U$?

Ответ: на 6,468 МэВ.

ВАРИАНТ 32

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиус пятого темного кольца в отраженном свете 5,6 мм. Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 10 м.

Ответ: 0,63 мкм.

2. Найти в каком ближайшем порядке перекроются светлые интерференционные линии света длиной волны 0,55 мкм и темные линии света с длиной волны 0,5 мкм в опыте с зеркалами Френеля.

Ответ: в пятом.

3. Вычислить наибольший угол, на который может отклониться пучок монохроматического света дифракционной решеткой, имеющей 10000 штрихов при ширине решетки 4 см. Длина волны падающего света $5,46 \cdot 10^{-7}$ м. Лучи падают нормально к плоскости решетки.

Ответ: $72^\circ 50'$.

4. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 0,6$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран.

1) Сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы?

2) Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым.

Ответ: 1) 5 зон; 2) светлым.

5. Луч света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом 54° . Определить угол преломления луча, если отраженный луч максимально поляризован. Каков угол полного внутреннего отражения?

Ответ: 36° ; $46,6^\circ$.

6. Найти конечную температуру АЧТ, если длина волны, соответствующая максимуму его излучения, увеличилась на 1 мкм и при этом определили, что температура изменилась в 2 раза.

Ответ: 1 450 К.

7. Красная граница фотоэффекта для цезия $\lambda_{кр} = 6530$ А. Определить скорость фотоэлектронов при облучении цезия фиолетовыми лучами длиной $\lambda = 4\,000$ А.

Ответ: $v = 6,5 \cdot 10^5$ м/с.

8. В инфракрасной области спектра излучения водорода обнаружено четыре серии: Пашена, Брекета, Пфунда и Хемфри. Записать сериальные формулы для них и определить самую длинноволновую линию

1) в серии Пашена; 2) в серии Хемфри.

Ответ: 1,87 мкм; 12,3 мкм.

9. Определить длину волны де Бройля молекулы водорода, движущейся со средней квадратичной скоростью, при температуре 300 К. Масса молекулы $3,4 \cdot 10^{-24}$ г.

Ответ: 0,095 нм.

10. При радиоактивном распаде из ядра ^{238}U испускается четыре α -частицы и две β -частицы. В ядро какого элемента превращается при этом ядро атома урана?

Ответ: $^{222}_{86}\text{Rn}$

11. Изменение массы при образовании ядра $^{31}_{14}\text{Si}$ равно 0,28188 а.е.м. Найти массу атома этого изотопа.

Ответ: 30,98491 а.е.м.

ВАРИАНТ 33

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиус третьего темного кольца в прошедшем свете 2,74 мм.

Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 5 м.

Ответ: 0,6 мкм.

2. Найти, какому порядку соответствует максимум света длиной волны 0,55 мкм, если в этом же месте на экране находится минимум пятого порядка для света длиной волны 0,6 мкм в опыте с бипризмой Френеля.

Ответ: шестому.

3. В спектрографе установлена дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм. Определить на каком расстоянии друг от друга получатся на фотопленке спектральные линии водорода длиной волны 4340 и 4100 Å в спектре первого порядка, если фокусное расстояние линзы камеры спектрографа равно 10 см. Лучи на решетку падают нормально.

Ответ: 1,2 мм.

4. Вычислить радиус первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности 1 м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1 м и $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: $r_1 = 0,50$ мм; $r_2 = 0,71$ мм; $r_3 = 0,86$ мм; $r_4 = 1,0$ мм; $r_5 = 1,12$ мм.

5. На какой угловой высоте над горизонтом находится Солнце, чтобы солнечный луч, отраженный от поверхности воды, был максимально поляризован?

Ответ: 37°.

6. Найти конечную температуру АЧТ, если длина волны, соответствующая максимуму его излучения, увеличилась на 1 мкм и при этом определили, что температура изменилась на 1450 К.

Ответ: 1450 К.

7. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта равна 5000 Å.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 2,49$ эВ.

8. Определить орбитальный магнитный момент электрона, движущегося по третьей орбите атома водорода.

Ответ: $2,8 \cdot 10^{23}$ А·м².

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

Ответ: 0,1 нм.

10. За какое время в препарате с постоянной активностью 8,2 МБк распадется $2,5 \cdot 10^9$ ядер? Время распада много меньше периода полураспада препарата.

Ответ: 5,1 мин.

11. Вычислить дефект массы и удельную энергию связи для ядер ${}^9_4\text{Be}$.

Ответ: 0,06246 а.е.м.; 6,465 МэВ.

ВАРИАНТ 34

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиус восьмого светлого кольца в отраженном свете 1,94 мм.

Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 1 м.

Ответ: 0,5 мкм.

2. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей перпендикулярно помещалась тонкая стеклянная пластинка толщиной 2 см. На сколько могут отличаться друг от друга значения показателя преломления в различных местах пластинки, чтобы изменение оптической разности хода лучей за счет этих неоднородностей не превышало 1 мкм.

Ответ: $5 \cdot 10^{-5}$.

3. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути длинами волн $5,77 \cdot 10^{-7}$ и $5,791 \cdot 10^{-7}$ м в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с постоянной $4 \cdot 10^{-6}$ м? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, равно 60 см.

Ответ: 0,315 мм.

4. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1 м. Длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: $r_1 = 0,71$ мм; $r_2 = 1,0$ мм; $r_3 = 1,23$ мм; $r_4 = 1,42$ мм; $r_5 = 1,59$ мм.

5. Луч света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения отраженный луч максимально поляризован?

Ответ: $61,2^\circ$.

6. Температура АЧТ 3000 К увеличилась на 500 К. Насколько при этом изменится длина волны максимума спектральной плотности энергетической светимости АЧТ?

Ответ: 0,15 мкм.

7. Будет ли иметь место фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовые лучи длиной волны 3000 А.

Ответ: не будет.

8. Определить скорость электрона на третьей орбите атома водорода.

Ответ: 731000 м/с.

9. Определить длину волны де Бройля электрона, находящегося на второй орбите в атоме водорода.

Ответ: 0,67 нм.

10. Определить порядковый номер и атомную массу изотопа, получившегося из ^{238}U в результате двух α -и двух β -распадов.

Ответ: $Z = 90$; $A = 230$.

11. На какую величину отличаются дефекты масс для ядер $^{13}_7\text{N}$ и $^{14}_7\text{N}$?

Ответ: на 0,00952 а.е.м.

ВАРИАНТ 35

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиус десятого светлого кольца в прошедшем свете 1,16 мм. Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 30 см.

Ответ: 0,45 мкм.

2. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей перпендикулярно помещалась тонкая стеклянная пластинка толщиной 1 см. На сколько могут отличаться друг от друга значения показателя преломления в различных местах пластинки, чтобы изменение оптической разности хода лучей за счет этих неоднородностей не превышало 1,5 мкм.

Ответ: $1,5 \cdot 10^{-4}$

3. На плоскую дифракционную решетку, постоянная которой $4 \cdot 10^{-6}$ м, нормально падает пучок белого света. Определить протяженность видимого участка спектра первого порядка, спроектированного на экран линзой с фокусным расстоянием 50 см. Длины волн границ видимого света можно принять равными $3,8 \cdot 10^{-7}$ и $7,6 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: 4,75 см.

4. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии L от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см). На расстоянии $0,5 \cdot L$ от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром 1 см. Чему равно расстояние L , если преграда закрывает только центральную зону Френеля?

Ответ: 167 м.

5. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57° . Определить скорость распространения света в этом кристалле.

Ответ: $1,94 \cdot 10^8$ м/с.

6. Найти конечную температуру АЧТ, если она уменьшилась на 600 К и при этом в 3 раза увеличилась длина волны, на которую приходится максимум энергетической светимости.

Ответ: 300 К.

7. Какая доля энергии фотона израсходована на работу выхода, если красная граница равна 3070 А и кинетическая энергия фотоэлектрона 1 эВ.

Ответ: 0,8.

8. Определить частоту вращения электрона на третьей орбите атома водорода.

Ответ: $2,42 \cdot 10^{14}$ Гц.

9. Определить длину волны де Бройля электрона, если его скорость 1000 км/с.

Ответ: 0,73 нм.

10. Имеются $25 \cdot 10^6$ атомов радия. Со сколькими из них произойдет радиоактивный распад за одни сутки, если период полураспада радия 1620 лет?

Ответ: $\Delta N = 30$.

11. Вычислить энергию ядерной реакции ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$, если полностью прореагировал 1 г лития.

Ответ: $6,45 \cdot 10^{10}$ Дж.

ВАРИАНТ 36

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиусы двух светлых соседних колец в отраженном свете равны 0,93 и 1,06 мм. Найти порядковые номера колец, если радиус кривизны линзы 0,5 м.

Ответ: 4 и 5.

2. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей длиной волны 0,6 мкм перпендикулярно помещалась тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления 1,5, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Какова толщина пластинки.

Ответ: 6 мкм.

3. Свет от ртутной лампы падает нормально на плоскую дифракционную решетку, ширина которой 5 см. Общее число штрихов решетки 10000. Определить угол между фиолетовыми $\lambda_1 = 4,05 \cdot 10^{-7}$ м и желтыми $\lambda_2 = 5,77 \cdot 10^{-7}$ м лучами в спектре первого порядка.

Ответ: 2° .

4. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет темным?

Ответ: $r = 10$ м.

5. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43° . Каков должен быть угол падения луча на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

Ответ: $55,75^\circ$.

6. Длина волны максимума спектральной плотности энергетической светимости АЧТ уменьшилась от 1 мкм на 0,2 мкм. Как при этом изменилась интегральная энергетическая светимость АЧТ?

Ответ: в 2,44 раза.

7. На поверхность лития падает монохроматический свет ($\lambda = 3100$ А). Чтобы прекратить фотоэффект нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 2,3$ эВ

8. Определить: 1) частоту вращения электрона, находящегося на первой боровской орбите; 2) эквивалентный ток.

Ответ: $6,58 \cdot 10^{15}$ Гц; 1,06 мА.

9. Определить длину волны де Бройля протона, если его скорость 1000 км/с.

Ответ: 0,4 нм.

10. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если $5/8$ начального количества ядер этого изотопа распалось за 849 с.

Ответ: 10 мин.

11. Удельная энергия связи ядра $^{10}_4\text{Be}$ равна 6,93 МэВ. Найти массу этого изотопа.

Ответ: 10,01210 а.е.м.

ВАРИАНТ 37

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Радиусы двух темных соседних колец в отраженном свете равны 1,7 и 1,83 мм. Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 0,8 м.

Ответ: 0,6 мкм.

2. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей длиной волны 0,5 мкм перпендикулярно помещалась тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления 1,4, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое третьей светлой полосой (не считая центральной). Какова толщина пластинки.

Ответ: 3,75 мкм.

3. Сравнить разрешающие способности двух дифракционных решеток, если одна из них имеет 420 штрихов на 1 мм при ширине 2 см, а вторая содержит 700 штрихов на 1 мм при ширине решетки 4,8 см.

Ответ: 1/4.

4. На диафрагму с круглым отверстием падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м). На экране наблюдается дифракционная картина. При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно? Диаметр отверстия равен 1,96 мм.

Ответ: $r = 0,8$ м.

5. Угол между плоскостями поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, проходящего через анализатор, если угол увеличить до 60° ?

Ответ: в 2 раза.

6. Длина волны максимума спектральной плотности энергетической светимости АЧТ уменьшилась от 1 мкм в 1,19 раза. Как при этом изменилась интегральная энергетическая светимость АЧТ?

Ответ: в 2 раза.

7. На платиновую пластинку падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающую разность потенциалов 3,7 В. Если платиновую пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающую разность потенциалов нужно увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности этой пластинки.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 4$ эВ.

8. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы удалить электрон со второй боровской орбиты атома водорода за пределы притяжения его ядром.

Ответ: $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж.

9. Электрон движется со скоростью $2 \cdot 10^5$ км/с. Определить длину волны де Бройля, учитывая релятивистский эффект.

Ответ: $2,7 \cdot 10^{-12}$ м.

10. В свинцовой капсуле находится $4,5 \cdot 10^{18}$ атомов радия. Определить начальную активность радия, если его период полураспада 1620 лет.

Ответ: 61 МБк.

11. Найти удельную энергию связи (т.е. энергию, приходящуюся на один нуклон) в ядрах ${}^1_1\text{H}$, ${}^{235}_{92}\text{U}$.

Ответ: 7,08; 7,63 МэВ.

ВАРИАНТ 38

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной волны 0,55 мкм. Радиусы двух светлых соседних колец в отраженном свете равны 1,44 и 1,7 мм. Найти радиус кривизны линзы.

Ответ: 1,5 м.

2. Какова разность хода лучей в опыте Юнга, которые интерферируют между собой на расстоянии 5 мм от центрального максимума на экране. Расстояние между щелями 1 мм, расстояние до экрана 3 м.

Ответ: 1,7 мкм.

3. Определить ширину дифракционной решетки, которая позволила бы разрешить в спектре третьего порядка две линии натрия длиной волны $5,89 \cdot 10^{-7}$ м и $5,896 \cdot 10^{-7}$ м. Постоянная решетки $5 \cdot 10^{-3}$ мм.

Ответ: 1,63 мм.

4. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м). Посредине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием радиусом 10^{-3} м. Сколько зон Френеля укладывается в отверстие диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

Ответ: 1) 2 зоны; 2) темным.

5. Во сколько раз ослабляется свет, проходящий через два николя, плоскости поляризации которых составляют угол 30° , если в каждом из николей в отдельности теряется 10 % падающего на него светового потока?

Ответ: в 3,3 раза.

6. При какой температуре АЧТ максимум его излучения соответствует максимуму чувствительности глаза? Может ли быть таким источником лампа накаливания или дуга? Почему в светотехнике излучение такого тела называют «белым светом»?

Ответ: 5200 К.

7. На цинковую пластинку падает монохроматический свет длиной волны 2200 А. Определить максимальную скорость фотоэлектронов.

Ответ: $v = 7,6 \cdot 10^5$ м/с.

8. Определить максимальную и минимальную энергии фотона в видимой серии спектра водорода.

Ответ: 3,41; 1,89 эВ.

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

Ответ: 150 В.

10. Ионизационные счетчики Гейгера-Мюллера имеют и в отсутствие радиоактивного препарата определенный фон. Присутствие фона может быть вызвано космическим излучением или радиоактивными загрязнениями. Какому количеству радона соответствует фон, дающий один отброс счетчика за секунду? Период полураспада радона 3,82 суток.

Ответ: $3,5 \cdot 10^{-20}$ кг.

11. Изменение массы при образовании ядра $^{15}_7\text{N}$ равно 0,12396 а.е.м. Найти массу атома.

Ответ: 15,00011 а.е.м.

ВАРИАНТ 39

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус пятого желтого кольца ($\lambda = 0,58$ мкм) в проходящем свете, если радиус кривизны линзы 3 м.

Ответ: 2,95 мм.

2. Какова разность хода лучей в опыте Юнга, которые интерферируют между собой на расстоянии 5 мм от центрального максимума на экране. Расстояние между щелями 0,5 мм, расстояние до экрана 1 м.

Ответ: 2,5 мкм.

3. Каково должно быть наименьшее число штрихов дифракционной решетки, чтобы она могла разрешить в первом порядке две спектральные линии с длинами волн $4,752 \cdot 10^{-7}$ м и $4,748 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: 1187.

4. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м. Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться минимумы света.

Ответ: $\varphi_1 = 17^\circ 8'$; $\varphi_2 = 36^\circ 5'$; $\varphi_3 = 62^\circ$.

5. Предельный угол полного внутреннего отражения от некоторого вещества равен 45° . Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

Ответ: $54,75^\circ$.

6. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости АЧТ равна $2160 \text{ Вт}/(\text{см}^2 \cdot \text{мкм})$. Рассчитать температуру и длину волны максимума излучения АЧТ.

Ответ: 4400 К, $\lambda = 0,66$ мкм.

7. Какова должна быть длина волны ультрафиолетовых лучей, падающих на поверхность металла, чтобы скорость фотоэлектронов была равна 10^7 м/с.

Работой выхода пренебречь.

Ответ: $\lambda = 43,6 \text{ \AA}$

8. Определить длину волны, соответствующую второй спектральной линии в серии Пашена.

Ответ: 1,28 мкм.

9. Вычислить по теории Бора радиус второй стационарной орбиты и скорость электрона на ней для атома водорода.

Ответ: $2,11 \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $1,1 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

10. Период полураспада радона составляет 3,7 суток. Во сколько раз уменьшится радиоактивность радона за два дня?

Ответ: в 1,45 раз.

11. Определить энергию, освобождающуюся в водородной бомбе при синтезе 1 кг гелия.

Ответ: $4,42 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$.

ВАРИАНТ 40

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус третьего фиолетового кольца ($\lambda = 0,39 \text{ мкм}$) в отраженном свете, если радиус кривизны линзы 2 м.

Ответ: 1,4 мм.

2. На сколько отличается показатель преломления хлора от единицы, если при помещении трубки с хлором длиной 2,3 см на пути одного из лучей в опыте Юнга, интерференционная картина смещается на 30 полос. Длина волны света 0,6 мкм.

Ответ: $7,73 \cdot 10^{-4}$.

3. Определить угловую дисперсию дифракционной решетки для длины волны $4,36 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ в третьем порядке. Постоянная решетки $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Ответ: $1,97 \cdot 10^6 \text{ рад/м}$.

4. Радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны равен $r_3 = 1,23 \text{ мм}$. Длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Каково расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения?

Ответ: 1 м.

5. Чему равен показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° ?

Ответ: 1,73.

6. Приемник солнечной энергии в виде зачерненной с одной стороны пластины установлен на КЛА, радиус околоземной орбиты которого небольшой в сравнении с расстоянием до Солнца. Приемник постоянно ориентируется перпендикулярно солнечным лучам. Какую установившуюся температуру покажут приборы КЛА на солнечной стороне? (КЛА – космический летательный аппарат).

Ответ: 395 К.

7. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении γ -квантами с энергией 1,53 МэВ (работой выхода пренебречь).

Ответ: $v = 2,9 \cdot 10^5$ м/с.

8. Максимальная длина волны спектральной водородной линии серии Лаймана равна 0,12 мкм. Предполагая, что постоянная Ридберга неизвестна, определить максимальную длину волны линии серии Бальмера.

Ответ: 0,65 мкм.

9. Протон обладает кинетической энергией 1 кэВ. Определить дополнительную энергию, которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волны де Бройля уменьшилась в три раза.

Ответ: $8 \cdot 10^3$ эВ.

10. Вследствие радиоактивного распада уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Сколько α - и β -превращений при этом он испытывает?

Ответ: 8 и 6.

11. Вычислить энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^7_4\text{Li} + \Delta E$.

Ответ: 7,15 МэВ.

ВАРИАНТ 41

1. Расстояние между пятым и десятым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1,31 мм. Найти длину волны света, если радиус кривизны линзы 3 м.

Ответ: 0,67 мкм.

2. В опыте Юнга на пути одного из лучей находится трубка с аммиаком длиной 3 см. Длина волны света 0,5 мкм. Показатель преломления аммиака 1,00038. Определить сколько порядков спектра пройдет через центральную точку на экране при откачке трубки.

Ответ: 23.

3. Точечный источник света ($\lambda = 0,5$ мкм) расположен на расстоянии 1 м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром 2 мм. Определить расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.

Ответ: 2 м.

4. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м. Угол, под которым наблюдается третий дифракционный минимум света, равен 62° . Определить ширину щели.

Ответ: $2 \cdot 10^{-6}$ м.

5. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,5$) сосуд, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $42^\circ 37'$. Найти: 1) показатель преломления жидкости; 2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1) 1,63; 2) 66° .

6. При расчете излучения тела человека считают, что кожа является идеальным диффузным излучателем с эффективной поверхностью $0,6 \text{ м}^2$, коэффициентом серости $0,99$ и температурой 32°C . Найти R_ϵ и λ_{max} .

Ответ: $485,5 \text{ Вт/м}^2$; $9,5 \text{ мкм}$.

7. Какова должна быть плотность потока энергии, падающей на зеркальную поверхность, чтобы световое давление при перпендикулярном падении лучей было равно 1 мг/м^2 .

Ответ: $1,47 \text{ кВт/м}^2$.

8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую. К какой серии относится эта линия и которая она по счету?

Ответ: $0,41 \text{ мкм}$.

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

Ответ: $0,32 \cdot 10^{-12}$; $0,91 \cdot 10^{-12} \text{ м}$.

10. Какой химический элемент образуется после четырех α -распадов и двух β -распадов элемента ${}^{232}_{90}\text{Th}$?

Ответ: ${}^{216}_{84}\text{Po}$.

11. Какую минимальную энергию должен иметь γ -квант для вырывания нейтрона из ядра ${}^{12}_6\text{C}$?

Ответ: $18,6 \text{ МэВ}$.

ВАРИАНТ 42

1. Расстояние между третьим и седьмым светлыми кольцами Ньютона в отраженном свете равно $1,44 \text{ мм}$. Найти радиус кривизны линзы, если длина волны света $0,44 \text{ мкм}$.

Ответ: 5 м .

2. В опыте Юнга на пути одного из лучей находится трубка с неизвестным газом. Длина трубки 3 см . На пути другого луча находится трубка с хлором.

Ее длина 2 см . Показатель преломления хлора $1,000773$. Определить показатель преломления неизвестного газа, если при откачке обеих трубок интерференционная картина не изменяется.

Ответ: $1,00116$.

3. Определить радиус третьей зоны Френеля, если расстояния от точечного источника света ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равны $1,5 \text{ м}$.

Ответ: $1,16 \text{ мм}$.

4. На щель шириной $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на 1 м .

Ответ: 5 см .

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен α . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 8 % падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9 % интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол α .

Ответ: $62,5^\circ$.

6. Как изменится энергетическая светимость АЧТ при увеличении его температуры в 2, 3, 4, 5, 6 и 10 раз?

Ответ: 16, 81, 256, 625, 1296, 10^4 раз.

7. Определить длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона прошедшего разность потенциалов $U = 9,8$ В.

Ответ: 392 нм.

8. Определить длины волн, соответствующие:

- 1) границе серии Лаймана;
- 2) границе серии Бальмера;
- 3) границе серии Пашена.

Ответ: 91, 364, 820 нм.

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

Ответ: в 1,6 раза.

10. Чему равна удельная активность изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$, если его период полураспада равен $4,5 \cdot 10^9$ лет? Удельной активностью называется число распадов в 1 с на 1 г вещества.

Ответ: $1,24 \cdot 10^4$ расп./с·г.

11. Найти удельную энергию связи (т. е. энергию, приходящуюся на один нуклон) в ядрах ${}^4_2\text{He}$, ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Массы изотопов гелия и свинца равны соответственно 4,00388 и 206,03775 а.е.м.

Ответ: 5,61; 7,89 МэВ.

ВАРИАНТ 43

1. Найти расстояние между восьмым и пятнадцатым темными кольцами Ньютона в отраженном свете, если расстояние между третьим и двенадцатым 3 мм.

Ответ: 1,8 мм.

2. Чему равно расстояние между двумя максимумами интенсивностей светлых полос длинами волн 0,5 и 0,6 мкм в первом интерференционном порядке в опыте Юнга. Расстояние между щелями 2 мм, а до экрана – 3 м.

Ответ: 0,15 мм.

3. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 5 мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны 0,6 мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает:

- 1) две зоны Френеля;
- 2) три зоны Френеля.

Ответ: 5,21 м; 3,47 м.

4. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если для того, чтобы увидеть красную линию ($\lambda = 7 \cdot 10^{-7}$ м) в спектре второго порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом 30° к оси коллиматора? Какое число штрихов нанесено на 1 см длины этой решетки? Свет падает на решетку нормально.

Ответ : $d = 2,8 \cdot 10^{-6}$ м; $N_0 = 3570$ см.¹

5. Предельный угол полного внутреннего отражения пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен $40,5^\circ$. Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалл и скорость света в нем.

Ответ: 57° ; $1,94 \cdot 10^8$ м/с.

6. Какова относительная погрешность при расчете мощности светимости АЧТ температурой 1727°C , если не учитывать температуру окружающей его среды (фона) 300 К и считать, что среда обладает свойством АЧТ.

Ответ: 0,05 %.

7. Давление монохроматического света ($\lambda = 6000$ А) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно к падающим лучам, равно 10^{-6} дин/см². Сколько фотонов падает в 1 с на 1 см² этой поверхности.

Ответ: $9 \cdot 10^5$ фотонов/см² · с.

8. Атом водорода находится в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 4$. Определить возможные спектральные линии в спектре водорода, появляющиеся при переходе атома из возбужденного состояния в основное.

Ответ: 121; 102; 97; 654; 485; 1870 нм.

9. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ($2 \cdot m_0 c^2$). Вычислить длину волны де Бройля для такого электрона.

Ответ: 853 нм.

10. Определить число атомов урана $^{238}_{92}\text{U}$, распавшихся в течение года, если первоначальная масса урана 1 кг. Вычислить постоянную распада, если период полураспада $4,5 \cdot 10^9$ лет.

Ответ: $4,92 \cdot 10^{-18}$ с⁻¹

11. Вычислить энергию ядерной реакции $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow 2\ ^4_2\text{He} + \Delta E$.

Ответ: 17,35 МэВ.

ВАРИАНТ 44

1. Найти расстояние между пятым и десятым светлыми кольцами Ньютона в отраженном свете, если расстояние между десятым и пятнадцатым 2 мм.

Ответ: 2,63 мм.

2. Оценить во сколько раз отличается ширина (в мм) спектра на экране в опыте Юнга во втором порядке от ширины в первом порядке при облучении щелей монохроматическим светом. Считать, что эти порядки различимы.

Ответ: больше в 2 раза.

3. Определить радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м. Длина волны 0,6 мкм.

Ответ: 1,64 м.

4. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света длиной волны λ . Ширина щели равна 6λ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум света.

Ответ: 30° .

5. Луч света проходя через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,5$) сосуд, отражается от дна, причем отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом 41° .

Найти:

1) показатель преломления жидкости;

2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: 1) 1,73, 2) $60^\circ 7'$.

6. При какой температуре среды относительная погрешность в определении интегральной энергетической светимости АЧТ температурой 2889°C составит не более 1 %, если излучение среды близко к излучению АЧТ?

Ответ: 1000 К.

7. На идеально отражающую плоскую поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Поток излучения составляет 0,45 Вт.

Определить:

1) число фотонов, падающих на поверхность за время $t = 3$ с;

2) силу давления, испытываемую этой поверхностью.

Ответ: 1) $3,73 \cdot 10^{18}$; 2) 3 нПа.

8. Определить длину волны спектральной линии, излучаемой при переходе электрона с более высокого уровня энергии на более низкий уровень, если при этом энергия атома уменьшилась на 10 эВ.

Ответ: 124 нм.

9. Найти длину волны де Бройля для электронов, прошедших разность потенциалов 1 В, 100 В, 1000 В.

Ответ: 0,0388 нм.

10. Нормальный радиоактивный фон воздуха составляет $n_n = 10^{-10}$ Кюри/ м^3 . Какое количество радиоактивного стронция Sr^{89} (период полураспада 53 дня) достаточно добавить в 1 м^3 воздуха, чтобы концентрация достигла предельно допустимой для живой ткани величины $n_d = 10^{-9}$ Кюри/ м^3 ?

Ответ: $3,26 \cdot 10^{-17}$ кг.

11. Какую минимальную энергию надо затратить для разделения ядра $^{12}_6\text{C}$ на три равные части?

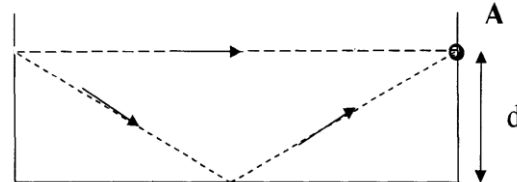
Ответ: 7,26 МэВ.

ВАРИАНТ 45

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается светом с двумя компонентами: синим (длина волны 0,45 мкм) и зеленым (длина волны 0,5 мкм). Какое по порядку светлое зеленое кольцо совпадает со следующим синим. Кольца наблюдаются в проходящем свете.

Ответ: 9.

2. Определить максимум или минимум интенсивности будет наблюдаться в точке А экрана в интерференционной схеме, изображенной на рисунке. ($d = 1$ мм, $l = 2$ м, $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-6}$ м).



Ответ: минимум.

Отражающая пластинка

3. Определить радиус четвертой зоны Френеля, если радиус второй зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 2 мм.

Ответ: 2,83 мм.

4. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ($\lambda = 5,46 \cdot 10^{-7}$ м) в спектре первого порядка наблюдается под углом $19^\circ 8'$?

Ответ: 600 мм.¹

5. Угол между плоскостями поляризатора и анализатора равен 30° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, проходящего через анализатор, если угол увеличить до 45° ?

Ответ: в 1,5 раза.

6. При номинальном напряжении сети температура вольфрамовой нити накала лампы 2500 К. Из-за колебаний напряжения в сети температура изменяется на ± 100 К.

Во сколько раз при этом изменяется интегральная энергетическая светимость?

Ответ: 1,17 и 0,85.

7. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его γ -квантами, равна $2,91 \cdot 10^8$ м/с. Определить энергию γ -квантов (работой выхода пренебречь).

Ответ: 1,59 МэВ.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для двукратно ионизированного атома лития (Li^{++}) радиус первой боровской орбиты.

Ответ: 1,76 нм.

9. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов 51 В. Найти длину волны де Бройля электрона.

Ответ: $171 \cdot 10^{-3}$ нм.

10. Первоначальная масса радона 1 кг. Вычислить начальную активность радона и его активность через сутки. Период полураспада радона 3,82 суток.

Ответ: $1,26 \cdot 10^{18}$ расп./с; 10^{-18} расп./с.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи в ядрах ${}^7_3\text{Li}$ и ${}^{23}_{11}\text{Na}$

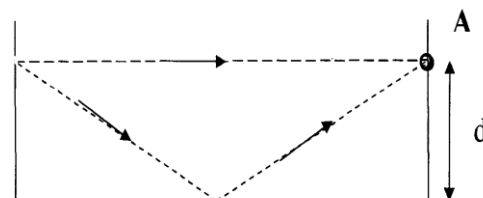
Ответ: 1,3 МэВ.

ВАРИАНТ 46

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается светом с двумя компонентами: красным (длина волны 0,68 мкм) и желтым (длина волны 0,56 мкм). Определить какое по порядку красное светлое кольцо соответствует семнадцатому желтому. Кольца наблюдаются в проходящем свете.

Ответ: 14.

2. Определить максимум или минимум интенсивности будет наблюдаться в точке А экрана в интерференционной схеме, изображенной на рисунке. ($d=1,7$ мм; $l=3$ м; $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-6}$ м)



Отражающая пластинка

Ответ: максимум.

3. Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света ($\lambda = 0,5$ мкм) до зонной пластинки и от пластинки до листа наблюдения равны 1 м.

Ответ: 0,5 мм.

4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Угол дифракции для натриевой линии ($\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м) в спектре первого порядка был найден $17^\circ 8'$. Некоторая линия дает в спектре второго порядка угол дифракции, равным $24^\circ 12'$. Найти длину волны этой линии и число штрихов на 1 мм решетки.

Ответ: $\lambda = 4,099 \cdot 10^{-7}$ м; $N_0 = 500$ мм.¹

5. Интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, уменьшилась в 8 раз. Пренебрегая поглощением света, определить угол между главными плоскостями николей.

Ответ: 60° .

6. Чему равна энергия, излучаемая АЧТ с площади 1 м² при температуре 1 К?

Ответ: σ .

7. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла, если фотон прекращается при приложении задерживающего напряжения $U_0 = 3,7$ В.

Ответ: $1,14 \cdot 10^6$ м/с.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для двукратно ионизованного атома лития (Li^{++}) первый потенциал возбуждения и потенциал ионизации.

Ответ: 91,5; 122,5 В.

9. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов 510 кВ. Найти длину волны де Бройля для электрона.

Ответ: $1,4 \cdot 10^{-3}$ нм.

10. Первоначальная масса урана $^{238}_{92}\text{U}$ равна 1 кг. Вычислить начальную активность урана и его активность через 1 млн лет, если период полураспада этого изотопа $4,5 \cdot 10^9$ лет.

Ответ: $1,2 \cdot 10^4$ расп./с; $= 1,2 \cdot 10^4$ расп./с.

11. Найти дефект массы для ядер ^7_3Li и вычислить удельную энергию связи.

Ответ: 0,0421 а.е.м.; 5,602 МэВ.

ВАРИАНТ 47

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной волны 0,6 мкм. Найти толщину воздушного зазора между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается пятое темное кольцо в отраженном свете.

Ответ: 1,5 мкм.

2. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 500 полос потребовалось переместить зеркало на 0,161 мм. Найти длину волны падающего света.

Ответ: 0,64 мкм.

3. На зонную пластинку падает плоская монохроматическая волна ($\lambda = 0,5$ мкм). Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от зонной пластинки до места наблюдения 1 м.

Ответ: 707 мкм.

4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda = 6,7 \cdot 10^7$ м) спектра второго порядка.

Ответ: $4,47 \cdot 10^{-7}$ м, синяя.

5. Во сколько раз ослабляется свет, проходя через два николя, плоскости поляризации которых составляют угол 60° , если в каждом из николей в отдельности теряется 8 % падающего на него светового потока?

Ответ: в 9,45 раза.

6. Какую энергию теряет за счет излучения АЧТ с площадью 1 м^2 , если его температура на 1°C выше температуры среды, равной 27°C ?

Ответ: 6 Вт.

7. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект.

Ответ: 2,48 эВ.

8. Пользуясь теорией Бора, определить для двукратно ионизованного атома лития (Li^{++}) длину волны линии, возникающей при переходе из первого возбужденного состояния в основное.

Ответ: 13,5 нм.

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

Ответ: 0,258 нм.

10. Начальная активность радиоактивного препарата 450 расп./мин.

Определить его активность по истечении промежутка времени, равного половине периода полураспада.

Ответ: 319 расп./мин.

11. Найти дефект массы для ядер $^{59}_{27}\text{Co}$ и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 0,5554; $9,4133 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 48

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной волны 0,55 мкм. Найти толщину воздушного зазора между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое светлое кольцо в отраженном свете.

Ответ: 0,96 мкм.

2. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 300 полос потребовалось переместить зеркало на 0,074 мм. Найти длину волны падающего света.

Ответ: 0,49 мкм.

3. Дифракция наблюдается на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посередине между источником света и экраном находится диафрагма с круглым отверстием. Определить радиус отверстия, при котором центр дифракционных колец на экране является наиболее темным.

Ответ: 0,5 мм.

4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении 41° совпадали максимумы двух линий: $\lambda_1 = 6,563 \cdot 10^{-7}$ м; $\lambda_2 = 4,102 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: $5 \cdot 10^{-6}$ м.

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными, плоскостями равен $\alpha = 60^\circ$. Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 5 % падающего на них света. Определить во сколько раз уменьшится интенсивность луча, вышедшего из анализатора.

Ответ: в 9,88 раза.

6. Определить энергетическую светимость и лучистый поток полного излучателя Государственного первичного эталона кандеры. Площадь выходного отверстия эталона $0,5305 \text{ мм}^2$, а температура плавления платины 2042 К.

Ответ: $98,6 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$; $52,26 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$.

7. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла, полностью задерживаются при приложении обратного напряжения $U_0 = 3 \text{ В}$. Фотоэффект для этого металла начинается при частоте падающего монохроматического света $\nu = 6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$.

Определить: 1) работу выхода; 2) частоту применяемого облучения.

Ответ: 2,48 эВ; $1,32 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$

8. Вычислить силу притяжения между электроном и ядром атома водорода в основном состоянии. Во сколько раз эта сила больше силы всемирного тяготения между электроном и протоном на таком же расстоянии?

Ответ: 82 нН; $2,3 \cdot 10^{39}$.

9. Вычислить длину волны де Бройля для протона, движущегося со скоростью $v = 0,6 c$ (c – скорость света в вакууме).

Ответ: $1,76 \cdot 10^{-15} \text{ м}$.

10. За один год начальное количество атомов радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

Ответ: в 9 раз.

11. На какую величину отличаются удельные энергии связи ядер ${}_{92}^{235}\text{U}$ и ${}_{92}^{238}\text{U}$?

Ответ: 0,082 МэВ.

ВАРИАНТ 49

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной волны 0,5 мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и пластинкой заполнено водой. Определить толщину слоя воды в месте, где наблюдается пятое светлое кольцо в отраженном свете. Коэффициент преломления воды – 1,33 – меньше коэффициента преломления стекла.

Ответ: 0,85 мкм.

2. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона поместили трубку с газом длиной 14 см. При этом интерференционная картина сместилась на 180 полос. Найти показатель преломления аммиака, если длина волны 0,59 мкм.

Ответ: 1,00038.

3. На пути света от точечного источника ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) установлен экран с круглым отверстием радиусом 0,4 мм. Расстояние от источника до экрана 1 м. Определить расстояние от отверстия до точки экрана, лежащей на линии, соединяющей источник с центром отверстия, где наблюдается максимум освещенности.

Ответ: 36,3 см.

4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. При повороте гониометра на некоторый угол в поле зрения видна линия $4,4 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$ в спектре третьего порядка. Будут ли видны под этим же углом какие-либо другие спектральные линии, соответствующие длинам волн, лежащим в пределах видимого спектра (от $4 \cdot 10^{-7}$ до $7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$)?

Ответ: $6,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ в спектре второго порядка.

5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен α . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 10 % падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 12 %

интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол α .

Ответ: $56^\circ 47'$.

6. В какой области спектра находится максимум спектральной плотности энергетической светимости излучения Государственного эталона кандеры (температура затвердевания платины)?

Ответ: 1,4 мкм.

7. Определить работу выхода электронов из вольфрама, если красная граница фотоэффекта для него $\lambda_{\text{кр}} = 275 \text{ нм}$.

Ответ: 4,52 эВ.

8. Определить минимальную длину волны в ультрафиолетовой серии водорода.

Ответ: 90 нм.

9. Вычислить наиболее вероятную дебройлевскую длину волны молекул азота, содержащихся в воздухе при комнатной температуре.

Ответ: $0,34 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

10. За какое время распадается $1/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если его период полураспада 24 ч?

Ответ: 10,5 ч.

11. Какая энергия выделяется при синтезе 1 моля ${}^7_4\text{Be}$?

Ответ: $3,622 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$.

ВАРИАНТ 50

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной волны 0,45 мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и пластинкой заполнено водой. Определить толщину слоя воды в месте, где наблюдается третье темное кольцо в отраженном свете.

Коэффициент преломления воды – 1,33 – меньше коэффициента преломления стекла.

Ответ: 0,51 мкм.

2. Для измерения показателя преломления хлора в одно из плеч интерферометра Майкельсона поместили трубку с газом длиной 5 см. При этом интерференционная картина сместилась на 131 полосу. Найти показатель преломления хлора, если длина волны 0,59 мкм.

Ответ: 1,000773.

3. На экран с круглым отверстием радиусом 1,5 мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии 1,5 м от него. Определить:

1) число зон Френеля, укладывающихся в отверстие;

2) темное или светлое кольцо наблюдается в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения помещен экран.

Ответ: 1) 3; 2) светлое.

4. Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м, если постоянная дифракционной решетки равна $2 \cdot 10^{-6}$ м.

Ответ: $k = 3$.

5. Естественный свет интенсивностью J_0 проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен $\alpha = 30^\circ$. После прохождения через эту систему свет падает на плоское зеркало и, отразившись от него, возвращается назад и проходит через систему. Пренебрегая поглощением света, определить интенсивность света после его обратного прохождения.

Ответ: $0,28 J_0$.

6. Найти величину солнечной постоянной, т. е. количество лучистой энергии, посылаемой Солнцем каждую секунду через площадку в 1 м^2 , перпендикулярную к солнечным лучам и находящуюся на таком же расстоянии от него, что и Земля. Температуру поверхности Солнца принять равной 5800 К . Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Ответ: $1,37 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$.

7. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм . Определить наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекращается. Работа выхода электронов из калия равна $2,2 \text{ эВ}$.

Ответ: $0,91 \text{ В}$.

8. Найти радиус третьей боровской орбиты и скорость электрона на ней в атоме водорода.

Ответ: $4,77 \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $7,3 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

9. Определить энергию, которую необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от $0,2 \text{ нм}$ до $0,1 \text{ нм}$.

Ответ: $16,3 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$.

10. За 8 суток распалось $3/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада.

Ответ: 4 дня.

11. Для ядер ${}^4_2\text{He}$ найти энергию связи и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: $28,29 \text{ МэВ}$; $7,5944 \cdot 10^{-3} \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 51

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. После того, как пространство между линзой и пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в $1,25$ раз. Найти показатель преломления жидкости.

Ответ: $1,56$.

2. На пути одного из лучей интерферометра Жамена поместили трубку с хлором длиной 10 см . Найти показатель преломления хлора, если интерференционная картина сместилась на 131 полосу, а длина волны падающего излучения $0,59 \text{ мкм}$.

Ответ: $1,000773$.

3. Дифракция наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посредине между источником света и экраном находится непрозрачный диск диаметром 5 мм. Определить расстояние l , если диск закрывает только центральную зону Френеля.

Ответ: 50 м.

4. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $36^\circ 48'$ к нормали. Сколько максимумов дает дифракционная решетка.

Ответ: 11.

5. Вычислить интенсивность света, прошедшего через два николя, если угол между плоскостями поляризации николей равен 60° . Интенсивность света, падающего на первый николь, принять равной 1. Учесть, что каждый из николей поглощает 10 % падающего на них света.

Ответ: 0,101.

6. Рассчитать равновесную температуру планеты Марс, считая ее черным шаром с равномерным распределением тепловой энергии, и абсолютно черной пластины, перпендикулярной к солнечным лучам, находящейся на орбите Марса (пластина излучает только с одной стороны).

Ответ: 288 и 321 К.

7. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить:

- 1) работу выхода электронов из этого металла;
- 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны 400 нм.

Ответ: 1) 2,48 эВ; 2) 468 км/с.

8. Вычислить кинетическую энергию электрона на первой, второй, третьей боровской орбитах в атоме водорода также на бесконечно удаленной орбите.

Ответ: 13,6 эВ; 3,4 эВ ; 1,51 эВ; 0.

9. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра для случаев, когда к рентгеновской трубке приложена разность потенциалов: 30; 40; 50 кВ.

Ответ: 0,0413; 0,0310; 0,0248 нм.

10. Активность препарата уменьшилась в 250 раз. Скольким периодам полураспада равен протекший промежуток времени?

Ответ: 8.

11. Найти дефект массы и энергию связи ядра атома ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

Ответ: 0,24154 а.е.м.; 225 МэВ.

ВАРИАНТ 52

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. После того, как пространство между линзой и пластинкой

заполнили жидкостью, радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,2 раза. Найти показатель преломления жидкости.

Ответ: 1,44.

2. На пути одного из лучей интерферометра Жамена поместили трубку с аммиаком длиной 7 см. Найти показатель преломления хлора, если интерференционная картина сместилась на 180 полосу, а длина волны падающего излучения 0,59 мкм.

Ответ: 1,00038.

3. Посередине между точечным источником монохроматического света $\lambda = 550$ нм и экраном находится диафрагма с круглым отверстием. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 5 м от источника. Определить радиус отверстия, при котором центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным.

Ответ: 1,17 мм.

4. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки шириной 2,5 см, чтобы в первом порядке был разрешен дуплет натрия $\lambda_1 = 5,890 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 5,896 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: $2,54 \cdot 10^{-2}$ мм.

5. Угол между плоскостями поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, проходящего через анализатор, если угол увеличить до 60° ?

Ответ: в 2 раза.

6. Рассчитать равновесную температуру планеты Венера, считая ее черным шаром с равномерным распределением тепловой энергии, и абсолютно черной пластины, перпендикулярной к солнечным лучам, находящейся на орбите Венеры (пластина излучает только с одной стороны).

Ответ: 328 и 462 К.

7. Выбиваемые светом при фотоэффекте электроны, при облучении фотокатода видимым светом, полностью задерживаются обратным напряжением $U_0 = 1,2$ В. Измерения показали, что длина волны, падающего света $\lambda = 400$ нм. Определить красную границу фотоэффекта.

Ответ: 652 нм.

8. Найти:

1) период обращения электрона на первой боровской орбите в атоме водорода; 2) его угловую скорость.

Ответ: $1,43 \cdot 10^{-16}$ с; $4,4 \cdot 10^{16}$ рад/с.

9. Найти длину волны электрона, летящего со скоростью 10^8 см/с.

Ответ: 0,73 нм.

10. За 1 сутки активность изотопа уменьшилась от 118,0 до 7,4 Гига.Бк. Определить период полураспада этого изотопа.

Ответ: 6 ч.

11. Вычислить энергию ядерной реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n} + \Delta E$.

Ответ: 15 МэВ.

ВАРИАНТ 53

1. В установке для наблюдения колец Ньютона пространство между линзой и пластинкой заполнено жидкостью. Определить показатель преломления жидкости, если радиус третьего светлого кольца в проходящем свете с длиной волны 0,589 мкм равен 3,65 мм. Радиус кривизны линзы 10 м.

Ответ: 1,33.

2. Определить угол поворота зеркал относительно друг друга в интерферометре Майкельсона, если на единицу длины в интерференционной картине приходится 2000 полос. Длина волны 0,63 мкм. Угол считать малым.

Ответ: 2,15 мин дуги.

3. На узкую щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет длиной волны 694 нм. Определить направление света на вторую светлую дифракционную полосу (по отношению к первоначальному направлению света).

Ответ: 2°.

4. Зрительная труба гониометра с дифракционной решеткой поставлен под углом 20° к оси коллиматора. При этом в поле зрения трубы видна красная линия спектра гелия ($\lambda_1 = 6,68 \cdot 10^{-7}$ м). Чему равна постоянная дифракционной решетки, если обнаружено, что под тем же углом видна и синяя линия ($\lambda_2 = 470 \cdot 10^{-7}$ м) более высокого порядка?

Наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при помощи данной решетки, равен 5. Свет падает на решетку нормально.

Ответ: $3,9 \cdot 10^{-6}$ м.

5. Угол преломления луча в жидкости равен 35°. Определить скорость света в жидкости, если отраженный при этом луч максимально поляризован.

Ответ: $2,1 \cdot 10^8$ м/с.

6. Какой будет температура пластины, облучаемой Солнцем и зачерненной, если она находится на орбите Земли перпендикулярно солнечным лучам?

Ответ: 422 К.

7. Задерживающее напряжение для платиновой пластинки (работа выхода 6,3 эВ) составляет 3,7 В. При тех же условиях для другой пластинки задерживающее напряжение равно 5,3 В. Определить работу выхода электронов из этой пластинки.

Ответ: 4,7 эВ.

8. Электрон, имеющий вдали от покоящегося протона скорость $1,875 \cdot 10^6$ м/с, захватывается последним, в результате чего образуется возбужденный атом водорода.

Определить длину волны фотона, который образуется при переходе атома в нормальное состояние.

Ответ: 52,5 нм.

9. Найти длину волны атома водорода, движущегося со скоростью, равной средней квадратичной скорости при температуре 300 К.

Ответ: $2,84 \cdot 10^{-12}$ м.

10. Период полураспада радиоактивного натрия ^{24}Na – 14,8 ч. Определить количество атомов, распавшихся в 1 г препарата за 7,4 ч.

Ответ: $7,5 \cdot 10^{21}$.

11. Найти дефект массы и удельную энергию связи (т.е. энергию, приходящуюся на один нуклон) в ядрах $^{200}_{80}\text{H}$.

Ответ: 1,702 а.е.м.; 7,9 МэВ.

ВАРИАНТ 54

1. Установка для наблюдения колец Ньютона помещена в жидкость. Определить показатель преломления жидкости, если радиус пятого темного кольца в отраженном свете длиной волны 0,63 мкм равен 3,35 мм. Радиус кривизны линзы 5 м.

Ответ: 1,4.

2. Определить угол поворота зеркал относительно друг друга в интерферометре Майкельсона, если на единицу длины в интерференционной картине приходится 500 полос. Длина волны 0,59 мкм. Угол считать малым.

Ответ: 5,09 мин дуги.

3. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Его направление на четвертую темную дифракционную полосу составляет $2^\circ 12'$. Определить, сколько длин волн укладывается на ширине щели?

Ответ: 104.

4. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если эта решетка может разрешить в первом порядке линии спектра калия $\lambda_1 = 4,044 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 4,047 \cdot 10^{-7}$ м. Ширина решетки $3 \cdot 10^{-2}$ м.

Ответ: $d = 2,2 \cdot 10^{-5}$ м.

5. При переходе луча света из стекла в воду предельный угол полного внутреннего отражения оказался равным 62° . Под каким углом на поверхность стекла должен падать луч, идущий в воде, чтобы отраженный луч был полностью поляризован?

Ответ: $48,5^\circ$.

6. По измерениям ИК-аппаратуры космических аппаратов температура поверхности и верхних слоев атмосферы Земли равна 250 и 220 К. Каким областям спектра соответствует максимальное излучение этого астрономического объекта?

Ответ: 10 и 13 мкм.

7. Определить до какого потенциала зарядится уединенный серебряный шарик при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 208$ нм. Работа выхода электронов из серебра 4,7 эВ.

Ответ: 1,27 В.

8. Квант света с энергией 15 эВ выбивает фотоэлектрон из атома водорода, находящегося в нормальном состоянии. С какой скоростью будет двигаться электрон вдали от ядра?

Ответ: $7 \cdot 10^5$ м/с.

9. Найти длину волны шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1 см/с.
 Ответ: $6,62 \cdot 10^{-18}$ нм.
10. Определить, сколько ядер в 1 мг изотопа церия $^{144}_{58}\text{Ce}$ распадется в течение одного года. Период полураспада 285 суток.
 Ответ: $2,5 \cdot 10^{18}$.
11. С выделением или поглощением энергии идет реакция $^{14}_7\text{N} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^{17}_8\text{O}$? Определить энергию этой реакции.
 Ответ: 1,18 МэВ.

ВАРИАНТ 55

1. Установка для наблюдения колец Ньютона помещена в жидкость. Показатель преломления жидкости меньше показателя преломления стекла линзы, но больше показателя преломления стекла пластинки. Вывести формулу для радиусов светлых колец в отраженном свете.
 Ответ: $r_k = (k\lambda R/n)^{0,5}$ где n – показатель преломления жидкости.
2. Определить интенсивность двух интерферирующих когерентных лучей с одинаковой интенсивностью в 10 Вт/м^2 в точке, где разность хода между ними равна трети длины волны.
 Ответ: 10 Вт/м^2 .
3. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет $\lambda = 0,6$ мкм. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии 1 м. Определить расстояние между первыми дифракционными минимумами.
 Ответ: 1,2 см.
4. Постоянная дифракционной решетки шириной в 2,5 см равна $2 \cdot 10^{-6}$ м. Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области желтых лучей $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м в спектре второго порядка.
 Ответ: $\Delta\lambda = 0,24 \cdot 10^{-10}$ м.
5. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен $\alpha = 50^\circ$. Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 10 % падающего на них света. Определить во сколько раз уменьшится интенсивность луча, вышедшего из анализатора по сравнению с лучом, падающим на поляризатор.
 Ответ: в 6 раз.
6. По измерениям ИК-аппаратуры космических аппаратов температура поверхности и верхних слоев атмосферы Венеры равна 430 и 225 К. Каким областям спектра соответствует максимальное излучение этого астрономического объекта?
 Ответ: 6,7 и 13 мкм.
7. При освещении вакуумного фотоэлемента монохроматическим светом длиной волны $\lambda_1 = 0,4$ мкм он заряжается до разности потенциалов $U_1 = 2 \text{ В}$.

Определить до какой разности потенциалов зарядится фотоэлемент при освещении его монохроматическим светом с длиной волны $\lambda_2 = 0,3$ мкм.

Ответ: 3,04 В.

8. Определить потенциал ионизации и первый потенциал возбуждения атома водорода.

Ответ: 13,6; 10,2 В.

9. Найти длину волны де Бройля, соответствующую электронам с кинетической энергией 0,1 МэВ с учетом и без учета релятивистской поправки.

Ответ: $3,7 \cdot 10^{-12}$; $3,9 \cdot 10^{-12}$ м.

10. Период полураспада изотопа ^{210}Bi равен 4,97 дня. Какой активностью обладает 1 мг этого препарата, выдержанного 10 дней?

Ответ: 31 Ки.

11. Найти дефект массы для ядер $^{10}_5\text{B}$ и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 0,06959; $6,95 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

ВАРИАНТ 56

1. Установка для наблюдения колец Ньютона помещена в жидкость. Показатель преломления жидкости меньше показателя преломления стекла линзы, но больше показателя преломления стекла пластинки. Определить светлое или темное пятно будет наблюдаться в центре интерференционной картины в отраженном свете.

Ответ: светлое.

2. Определить интенсивность двух интерферирующих когерентных лучей с одинаковой интенсивностью в 15 Вт/м^2 в точке, где разность хода между ними равна одной шестой длины волны.

Ответ: 45 Вт/м^2 .

3. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет длиной волны 0,5 мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного минимума 1 см.

Ответ: 1 м.

4. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки $d = 2$ мкм. Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка в случае красного ($\lambda_1 = 7 \cdot 10^{-7}$ м) и в случае фиолетового ($\lambda_2 = 4,1 \cdot 10^{-7}$ м) света.

Ответ: $k_1 = 2$; $k_2 = 4$.

5. Луч света падает на кристалл сапфира ($n = 1,769$) под углом Брюстера. Определить угол преломления луча и угол полного внутреннего отражения.

Ответ: $29,5^\circ$; $34,4^\circ$.

6. По измерениям ИК-аппаратуры космических аппаратов температура освещенной и неосвещенной стороны Луны равна 400 и 120 К. Каким

областям спектра соответствует максимальное излучение этого астрономического объекта?

Ответ: 7,2 и 24 мкм.

7. Плоский серебряный электрод освещается монохроматическим излучением длиной волны $\lambda = 83$ нм. Определить на какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле с напряженностью $E = 10$ В/см. Красная граница фотоэффекта для серебра $\lambda_{кр} = 264$ нм.

Ответ: 1,03 см.

8. Один из возбужденных атомов водорода при переходе в основное состояние испустил последовательно два кванта с длинами волн 128,18 и 105,57 нм. Какое число спектральных линий можно наблюдать, если все атомы водорода получили одинаковую энергию (как у данного)?

Ответ: 5.

9. Найти длину волны де Бройля для электрона, обладающего кинетической энергией: 1) 100 эВ; 2) 3 МэВ.

Ответ: 0,123; 0,062 нм.

10. β -радиоактивный изотоп ^{90}Sr имеет период полураспада 20 лет. Подсчитать, какая доля первоначального количества ядер данного изотопа останется через 10 и 100 лет.

Ответ: 0,708; 0,0313.

11. На какую величину различаются удельные энергии связи в ядрах $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{235}_{92}\text{U}$?

Ответ: 0,08 МэВ.

ВАРИАНТ 57

1. Белый свет падает перпендикулярно на тонкую прозрачную плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,2, находящуюся в воздухе. Найти минимальную толщину пластинки, при которой отражённый свет будет зеленым (длина волны 0,55 мкм).

Ответ: 0,2 мкм.

2. Для оценки неровностей поверхности применяется интерферометр Линника. Оценить точность его измерений. Длина волны света 0,4 мкм. (Считать за максимальную точность измерения сдвиг интерференционной картины от неровности на четверть, ширины интерференционной линии).

Ответ: 0,05 мкм.

3. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет длиной волны 550 нм. На экран, находящийся от решетки на расстоянии 1 м, с помощью линзы, расположенной вблизи решетки проецируется дифракционная картина, причем первый главный минимум наблюдается на расстоянии 12 см от центрального. Определить:

1) период дифракционной решетки; 2) число штрихов на 1 см ее длины;

3) угол дифракции, соответствующий последнему максимуму;

4) общее число максимумов, даваемых решеткой.

Ответ: 1) 4,58 мкм; 2) $2,18 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$; 3) $73,9^\circ$; 4) 17.

4. На пластину с щелью, ширина которой $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, падает нормально монохроматический свет длиной волны $7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Определить угол отклонения лучей, соответствующий первому дифракционному максимуму.

Ответ: $1^\circ 12'$.

5. Световой луч падает на поверхность рубина. Определить угол Брюстера, если полное внутреннее отражение начинается с угла $34,42^\circ$.

Ответ: $60,52^\circ$.

6. По измерениям ИК-аппаратуры космических аппаратов температура области экватора и полюса Марса равна 280 и 205 К. Каким областям спектра соответствует максимальное излучение этого астрономического объекта?

Ответ: ИК-спектр.

7. Фотон с энергией $\epsilon = 5 \text{ эВ}$ вырывает фотоэлектроны из металла с работой выхода $A = 4,7 \text{ эВ}$; Определить максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете электрона.

Ответ: $2,96 \cdot 10^{-25} \text{ кг м/с}$.

8. Наибольшая длина волны спектральной водородной линии серии Бальмера 653,3 нм. Определить по этой длине волны наибольшую длину волны в серии Лаймана.

Ответ: $1215 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

9. Найти длину волны де Бройля для электрона, движущегося по первой боровской орбите в атоме водорода.

Ответ: 0,33 нм.

10. Какая доля атомов радиоактивного изотопа ^{234}Th , имеющего период полураспада 24,1 дня, распадается за 1 с, за сутки, за месяц?

Ответ: $1,477 \cdot 10^{-7}$; 0,028; 0,578.

11. Для ядер ${}^6_3\text{Li}$ найти энергию связи и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 32,006 МэВ; $5,7267 \cdot 10^{-3} \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 58

1. Белый свет падает под углом 30° к нормали на тонкую прозрачную плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,3, находящуюся в воздухе. Найти минимальную толщину пластинки, при которой отраженный свет будет красным (длина волны 0,65 мкм).

Ответ: 0,15 мкм.

2. В интерференционной картине, наблюдаемой в микроскоп в интерферометре Линника, обнаружена область, в которой интерференционные линии сдвинуты на 1,5 линии по сравнению с окружающей эту область однородной картиной. Оценить размер неровности. Длина волны света 0,5 мкм.

Ответ: 0,38 мкм.

3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии 0,55 мкм в четвертом порядке, если этот угол для линии 0,6 мкм в третьем порядке составляет 30° .

Ответ: $37^\circ 42'$.

4. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим монохроматическим светом, отклоняет спектр третьего порядка на угол 30° . На какой угол отклоняет она спектр четвертого порядка?

Ответ: $41^\circ 50'$.

5. На водной поверхности разлит бензин ($n = 1,5$). Под каким углом к горизонту должны падать лучи Солнца на поверхность пленки, чтобы луч, отраженный от поверхности воды находящейся под пленкой бензина, был максимально поляризован?

Ответ: $4,86^\circ$.

6. В какой спектральной области находится максимум излучения АЧТ температурой 0°C ?

Ответ: дальняя ИК.

7. При освещении катода вакуумного фотоэлемента монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 310$ нм фототок прекращается при некотором задерживающем напряжении. При увеличении длины волны на 25 % задерживающее напряжение оказывается меньше на 0,8 В. Определить по этим данным постоянную Планка.

Ответ: $6,61 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

8. Определить ускорение электрона на первой боровской орбите в атоме водорода и энергию основного состояния атома.

Ответ: $68,94 \cdot 10^{22}$ м/с²; $-13,6$ эВ.

9. Длина волны де Бройля электрона 0,73 нм. С какой скоростью он движется?

Ответ: 1000 км/с.

10. Определить начальную активность изотопа магния ^{27}Mg массой 0,2 мкг, а также его активность через 6 ч. Период полураспада этого изотопа 9,4 мин.

Ответ: $5,13 \cdot 10^{12}$ Бк; 81,3 Бк.

11. Для ядер Си найти удельную энергию связи и вычислить дефект массы.

Ответ: 8,754 МэВ; 0,5921 а.е.м.

ВАРИАНТ 59

1. Белый свет падает под углом 30° к нормали на тонкую прозрачную плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,4, находящуюся в воздухе.

Найти минимальную толщину пластинки, при которой отраженный свет буде синим (длина волны).

Ответ: 0,077 мкм.

2. Чем будет отличаться интерференционная картина от одинаковых ямки и бугорка на гладкой поверхности в интерферометре Линника.

Ответ: интерференционные полосы будут сдвинуты в разные стороны.

3. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму четвертого порядка, если максимум третьего порядка отклонен на угол 18° .

Ответ: $24^\circ 20'$.

4. Какое наименьшее число штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре второго порядка можно было видеть отдельно две желтые линии натрия длинами волн $\lambda_1 = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 5,896 \cdot 10^{-7}$ м. Какова длина такой решетки, если постоянная решетки $5 \cdot 10^{-6}$ м.

Ответ: 491; $l = 25 \cdot 10^{-4}$ м.

5. На поверхности плексигласа ($n = 1,5$) появилась пленка льда ($n = 1,31$). Под каким углом к поверхности льда должны падать лучи Солнца, чтобы отраженный от поверхности плексигласа под пленкой луч был максимально поляризован?

Ответ: $9,36^\circ$.

6. Определить мощность, необходимую для того, чтобы поддерживать температуру расплавленной платины 1773°C неизменной, если площадь поверхности платины $1,0 \text{ см}^2$. Считать платину абсолютно черным телом и потери энергии на теплопроводность не учитывать. Чему равна длина волны в спектре излучения платины, на которую приходится максимальная энергия?

Ответ: $N = 99,3 \text{ Вт}$; $\lambda_{\text{max}} = 1,4 \text{ мкм}$.

7. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цинка (работа выхода 4 эВ), при облучении его γ -излучением длиной волны $\lambda = 2,47 \text{ нм}$.

Ответ: $2,59 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

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

Ответ: в 64 раза.

9. Длина волны де Бройля электрона $1,71 \cdot 10^{-7}$ м. Какую ускоряющую разность потенциалов он прошел?

Ответ: 51 В.

10. Найти массу m_1 урана ^{238}U , имеющего такую же активность, как стронций ^{90}Sr массой $m_2 = 1 \text{ мг}$. Периоды полураспада урана и стронция равны соответственно $4,5 \cdot 10^9$ и 28 лет.

Ответ: 425 кг.

11. Найти энергию, выделяющуюся при реакции $^2_1\text{H} + ^3_2\text{He} \rightarrow ^4_1\text{H} + ^4_2\text{He}$.

Ответ: 18,3 МэВ.

ВАРИАНТ 60

1. Свет длиной волны 0,5 мкм падает перпендикулярно на плоскопараллельную прозрачную пластинку с показателем преломления 1,3, находящуюся на стеклянной подложке, показатель преломления которой больше 1,3. Найти три первые, минимально возможные, толщины пластины, при которых свет полностью отразится.

Ответ: 0,19, 0,38, 0,58 мкм.

2. Оценить минимальную толщину оксидной пленки на поверхности металла, если лучше всего она отражает в перпендикулярном направлении свет длиной волны 0,6 мкм. Показатель преломления принять за единицу.

Ответ: 0,15 мкм.

3. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядков составляет 12° .

Ответ: 644 нм.

4. На поверхность дифракционной решетки нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в 4,6 раза больше длины световой волны. Найти общее число дифракционных максимумов, которые можно наблюдать в данном случае.

Ответ: 9.

5. Световой луч идет из воздуха последовательно через слой воды ($n = 1,333$), серной кислоты ($n = 1,43$), причем отраженный от поверхности кислоты луч максимально поляризован.

Под каким углом падает луч на поверхность воды?

Ответ: $77,17^\circ$.

6. При открытой дверце печи внутри нее поддерживается температура 800°C . Размеры дверцы $22 \times 15 \text{ см}^2$. Сколько энергии в секунду получает комната от печи через открытую дверцу?

Ответ: $E = 2,5 \text{ кДж}$.

7. Определить для фотона с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$:

- 1) его энергию;
- 2) импульс.

Ответ: 1) 2,48 эВ; 2) $1,33 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

8. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона длиной волны 435 нм?

Ответ: $4,57 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

9. Длина волны де Бройля протона $1,76 \cdot 10^{-15} \text{ м}$. С какой скоростью он движется?

Ответ: 0,6 м/с.

10. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния ^{225}Ac останется через 5 суток? 15 суток? $T_{1/2} = 10$ дней.

Ответ: 0,71; 0,36.

11. Для ядер ${}_{14}^{30}\text{Si}$ найти энергию связи и вычислить дефект массы на один нуклон.

Ответ: 255,743 МэВ; $9,1516 \cdot 10^{-3}$ а.е.м.

Составители:
И.М. Дзю,
С. В. Викулов,
М.П. Синюков,
Е. Л. Дзю,
А. П. Минаев.

Атомная и ядерная физика.
Часть V. Оптика.
Сборник индивидуальных заданий

Редактор: Т.К. Коробкова
Компьютерная верстка Н.С. Пияр

Подписано к печати 4 февраля 2016
Формат $60 \times 84^{1/16}$
Объём 5,1 уч-изд. л, 15,1
7,6 усл.печ.л. Тираж 100 экз.
Изд. № 7. Заказ №292

Отпечатано в типографии НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.
Тел.факс (383) 267-0910. E-mail: 2134539@ mail.ru

