

Задачи 1

1.1. Напряженность H магнитного поля в центре кругового витка равна 500 А/м. Магнитный момент витка $p_m = 6 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Вычислить силу тока I в витке и его радиус.

1.2. Короткая катушка с площадью поперечного сечения $S = 250 \text{ см}^2$, состоящая из $N = 500$ витков провода, по которому течет ток силой $I = 5 \text{ А}$, помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H = 1000 \text{ А/м}$. Найти: 1) магнитный момент p_m катушки; 2) вращающий момент M , действующий на катушку, если ось катушки составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями поля.

1.3. Виток радиусом $R = 20 \text{ см}$, по которому течет ток силой $I = 50 \text{ А}$, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью $H = 10^3 \text{ А/м}$. Виток повернули относительно диаметра на угол $\alpha = 30^\circ$. Определить совершенную работу A .

1.4. Протон и α -частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус R_1 кривизны траектории протона больше радиуса кривизны R_2 траектории α -частицы?

1.5. Квадратный контур со стороной $a = 10 \text{ см}$, в котором течет ток силой $I = 6 \text{ А}$, находится в магнитном поле с индукцией $B = 0.8 \text{ Тл}$ под углом $\varphi = 50^\circ$ к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

1.6. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 2 \text{ Тл}$ движется α -частица. Траектория ее движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R = 1 \text{ см}$ и шагом $h = 6 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию α -частицы.

1.7. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью $S = 100 \text{ см}^2$. Поддерживая в контуре постоянную силу тока $I = 50 \text{ А}$, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить индукцию магнитного поля B , если при перемещении контура была совершена работа $A = 0.4 \text{ Дж}$.

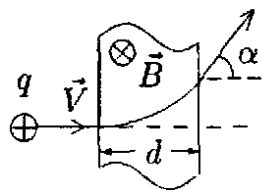
1.8. Два иона с одинаковыми зарядами, пройдя одну и ту же разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Один ион, масса которого $m_1 = 12 \text{ а.е.м.}$, описал дугу окружности радиусом $R_1 = 2 \text{ см}$. Определить массу m_2 (в а.е.м.) другого иона, который описал дугу окружности радиусом $R_2 = 2.31 \text{ см}$.

1.9. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0.5 \text{ Тл}$ равномерно движется проводник длиной $l = 20 \text{ см}$. По проводнику течет ток силой $I = 2 \text{ А}$. Скорость движения проводника $V = 10 \text{ см/с}$ и направлена перпендикулярно к линиям поля. Найти работу A перемещения проводника за время $t = 10 \text{ с}$ и мощность P , развиваемую при перемещении.

1.10. Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 300 \text{ В}$, движется параллельно прямолинейному длинному проводу на расстоянии $a = 4 \text{ мм}$ от него. Какая сила F действует на электрон, если по проводнику пропускать ток силой $I = 5 \text{ А}$?

Задачи 2

- 2.1 Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104$ В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое и магнитное поля. Напряженность электрического поля $E = 10$ кВ/м, индукция магнитного поля $B = 0.10$ Тл. Найдите отношение заряда частицы q к ее массе m , если частица, двигаясь перпендикулярно обоим полям, не отклоняется от прямолинейной траектории.
- 2.2 Электрон и протон, удаленные друг от друга на значительное расстояние, находятся в однородном магнитном поле. Зная, что каждый из них движется по окружности, расположенной перпендикулярно магнитному полю, найдите отношение их угловых скоростей ($q_p = q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг).
- 2.3 Спираль, по которой движется электрон в однородном магнитном поле с индукцией $B = 5,0 \cdot 10^{-3}$ Тл, имеет диаметр $d = 80$ мм и шаг $h = 200$ мм. Определите скорость электрона. ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).
- 2.4 Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью $V = 1,0 \cdot 10^6$ м/с. Индукция магнитного поля $B = 0,30$ Тл. Радиус окружности $R = 4,0$ см. Найдите заряд частицы, если известно, что ее энергия $W = 12$ кэВ.
- 2.5 Два иона, имеющие одинаковый заряд, но различные массы, влетели в однородное магнитное поле. Первый ион начал двигаться по окружности, радиус которой $r_1 = 5,0$ см, а второй – по окружности, радиус которой $r_2 = 2,5$ см. Определите отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов U .
- 2.6 Электрон влетает в однородное магнитное поле напряженностью $H = 1,6 \cdot 10^4$ А/м со скоростью $V = 8000$ м/с. Направление скорости составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением поля. Определите радиус R и шаг винтовой линии h , по которой будет двигаться электрон в магнитном поле.



- 2.7 Протон, ускоренный разностью потенциалов $U = 500$ кВ, пролетает поперечное однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,51$ Тл. Толщина области, в которой создано поле, $d = 10$ см. Найдите угол α отклонения протона от первоначальной траектории ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).

- 2.8 Протон влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению поля и движется по винтовой линии радиусом $R = 1,5$ см. Индукция магнитного поля $B = 0,10$ Тл. Найдите кинетическую энергию протона ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).
- 2.9 В направленном вдоль оси x однородном магнитном поле с индукцией $B = 10$ нТл из некоторой точки O выходит в направлении поля слегка расходящийся пучок моноэнергетических электронов, имеющих скорость $V = 6,0 \cdot 10^6$ м/с. Определите расстояние l от точки O до ближайшей точки, в которой пересекаются траектории всех электронов (точка, в которой фокусируется пучок) ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).
- 2.10 Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 3,0$ кВ влетает в магнитное поле соленоида под углом $\alpha = 30^\circ$ к его оси. Число ампер-витков соленоида равно $I \cdot N = 5000$ А · вит. Длина соленоида $l = 25$ см. Найдите шаг h винтовой траектории электрона в магнитном поле ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).

Задачи 3

3.1. Рамка площадью $S = 100$ см² равномерно вращается с частотой $n = 5$ с⁻¹ относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,5$ Тл). Определить среднее значение ЭДС индукции $\langle E_i \rangle$ за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения.

3.2. Рамка, содержащая $N = 1000$ витков площадью $S = 1000$ см², равномерно вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ в магнитном поле напряженностью $H = 5 \cdot 10^4$ А/м. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции $E_{i \max}$, возникающую в рамке.

3.3. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ стержень длиной $l = 20$ см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов U на концах стержня.

3.4. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд $Q = 50$ мкКл. Определить изменение магнитного потока $\Delta \Phi$ через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра $R = 10$ Ом.

3.5. Проволочный виток диаметром $D = 5$ см и сопротивлением $R = 0,02$ Ом находится в однородном магнитном поле $B = 0,3$ Тл. Плоскость витка составляет угол $\varphi = 40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд Q протечет по витку при выключении магнитного поля?

3.6. Соленоид сечением $S=10 \text{ см}^2$ содержит $N=1000$ витков. Индукция B магнитного поля внутри соленоида при силе тока $I=5 \text{ А}$ равна 0.1 Тл . Определить: 1) индуктивность L соленоида; 2) среднюю ЭДС индукции $\langle E_i \rangle$, возникающую на концах обмотки соленоида при изменении за время $\Delta t=0.01 \text{ с}$ магнитной индукции внутри соленоида до значения $B_k=0.5 \text{ Тл}$.

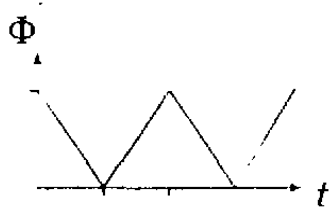
3.7. Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет $N=250$ витков и индуктивность $L_1=36 \text{ мГн}$. Чтобы увеличить индуктивность катушки до $L_2=100 \text{ мГн}$, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков стало в катушке после перемотки?

3.8. Соленоид содержит $N=600$ витков. При силе тока $I=10 \text{ А}$ магнитный поток $\Phi=80 \text{ мкВб}$. Определить индуктивность L соленоида.

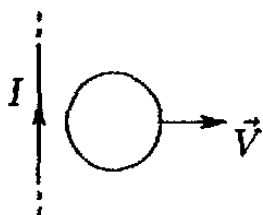
3.9. Соленоид содержит $N=800$ витков. Сечение сердечника из немагнитного материала $S=10 \text{ см}^2$. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B=8 \text{ мТл}$. Определить среднее значение ЭДС $\langle E_i \rangle$ самоиндукции, которая возникает на концах обмотки, если сила тока уменьшается практически до нуля за время $\Delta t=0.8 \text{ мс}$.

3.10. Скорость горизонтально летящего самолета $V=950 \text{ км/ч}$. Найти ЭДС индукции E_i , генерируемую на концах крыльев самолета, если вертикальная составляющая напряженности земного магнитного поля $H_v=39.8 \text{ А/м}$ и размах крыльев самолета $l=12.5 \text{ м}$.

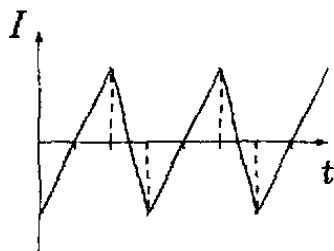
Задачи 4



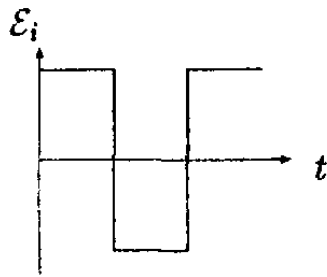
- 4.1 На графике изображена зависимость магнитного потока, пронизывающего рамку, от времени. Изобразите график зависимости ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени.



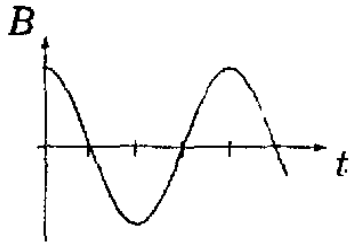
- 4.2 По прямому проводнику течет ток I . Перпендикулярно проводнику в соответствии с рисунком с постоянной скоростью V движется металлическое кольцо. Определите направление индукционного тока, возникающего в кольце.



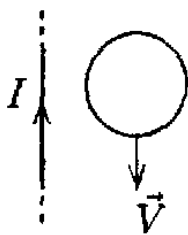
- 4.3 По первичной обмотке трансформатора течет ток пилообразной формы. Изобразите график зависимости ЭДС индукции, наводимой во вторичной обмотке трансформатора, от времени.



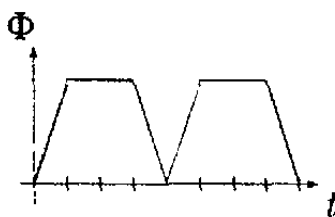
- 4.4 Металлическая рамка помещена в переменное магнитное поле с индукцией $\vec{B}$. ЭДС индукции $\mathcal{E}_i$, возникающая в рамке, изменяется по закону, показанному на рисунке. Изобразите график зависимости магнитной индукции B от времени.



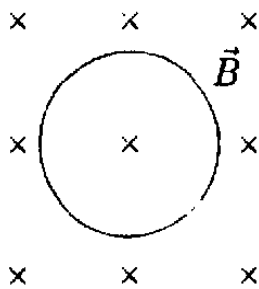
- 4.5 Металлическая рамка помещена в переменное поле с индукцией B , которая изменяется по закону, показанному на рисунке. Изобразите график зависимости тока I в рамке от времени.



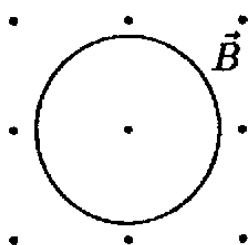
- 4.6 По прямому проводнику течет ток I . Параллельно проводнику, в соответствии с рисунком, с постоянной скоростью V движется металлическое кольцо. Будет ли создаваться индукционный ток в кольце?



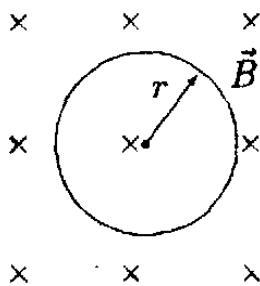
- 4.7 На графике изображена зависимость магнитного потока, пронизывающего рамку, от времени. Изобразите график зависимости индукционного тока, возникающего в рамке, от времени.



- 4.8 На рисунке изображено проволочное кольцо (плоский проводящий контур), помещенное в однородное магнитное поле, направленное от нас. Укажите направление индукционного тока, возникающего в контуре в случаях: а) индукция магнитного поля B растет; б) индукция магнитного поля B убывает.



- 4.9 На рисунке изображено проволочное кольцо (плоский проводящий контур), помещенное в однородное магнитное поле, направленное на нас. Укажите направление индукционного тока, возникающего в контуре, если: а) контур растягивается; б) контур сжимается.



- 4.10 На рисунке изображен круговой проводящий контур радиусом r и сопротивлением R . Первоначально ток в контуре отсутствует. Затем включается перпендикулярное к плоскости контура однородное магнитное поле с индукцией $\vec{B}$, направленное от нас. Укажите направление индукционного тока, возникающего в контуре. Какова величина заряда q , прошедшего по контуру?

Задачи 5

- 5.1 Материальная точка совершает колебания по закону синуса. Максимальная сила, действующая на точку, $1,5 \cdot 10^{-3}$ Н, полная энергия колеблющейся точки $2,2 \cdot 10^{-5}$ Дж. Скорость в момент времени, когда смещение равно половине амплитуды и положительно, равна $8,2 \cdot 10^{-2}$ м/с. Определите массу колеблющейся точки, амплитуду и циклическую частоту колебаний.
- 5.2 Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 50 \sin \left(\frac{\pi}{3} t + \alpha \right)$ см. Определите амплитуду смещения, скорости, ускорения и силы, если масса тела 2 кг, начальная фаза равна 0. Найдите полную энергию тела.
- 5.3 Определите массу тела, совершающего гармонические колебания с амплитудой 0,1 м, частотой 2 Гц и начальной фазой $\frac{\pi}{6}$, если полная энергия равна $7,7 \cdot 10^{-2}$ Дж. Через сколько времени от начала движения кинетическая энергия равна потенциальной?
- 5.4 Определите амплитуду гармонических колебаний материальной точки, если ее полная энергия $4 \cdot 10^{-2}$ Дж, а максимальное значение действующей на нее силы равно 2 Н.
- 5.5 Материальная точка массой 10 г колеблется по закону $x = 5 \sin \left(\frac{\pi}{5} t + \frac{\pi}{4} \right)$ см. Найдите максимальную силу, действующую на точку, и полную энергию колеблющейся точки.
- 5.6 На доске лежит груз массой 10 кг. Доска совершает гармонические колебания по закону косинуса в вертикальном направлении с периодом $T = 0,5$ с и амплитудой $A = 2$ см. Определите величину силы давления груза на доску в момент времени $t = 2$ с и полную энергию колеблющегося груза. Начальная фаза колебаний равна нулю.

5.7 Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = 5 \sin 2t$ см. В момент, когда возвращающая сила впервые достигла значения $F = 5 \cdot 10^{-3}$ Н, точка обладает потенциальной энергией $E_p = 100$ мкДж. Найдите этот момент времени t и соответствующую ему фазу колебаний.

5.8 Материальная точка массой 0,01 кг совершает гармонические колебания с периодом $T = 2$ с, начальная фаза колебаний $\varphi_0 = 0$. Полная энергия колеблющейся точки равна $W = 10^{-4}$ Дж. Напишите уравнение колебаний, найдите максимальную силу, действующую на точку.

5.9 Амплитуда гармонического колебания материальной точки 5 см, масса 10 г, полная энергия колебаний $3 \cdot 10^{-5}$ Дж. Напишите уравнение гармонического колебания этой точки, если начальная фаза равна 60° .

• 5.10 Материальная точка массой 5 г совершает гармонические колебания по закону синуса с частотой 0,5 Гц и начальной фазой $\varphi_0 = 0$. Амплитуда колебаний 3 см. Определите: а) скорость точки в момент времени, когда ее смещение положительно и равно 1,5 см; б) максимальную силу, действующую на точку; в) полную энергию колеблющейся точки.

Задачи 6

6.1 Колебательный контур состоит из конденсатора $C = 2 \cdot 10^{-8}$ Ф и катушки с общим числом витков $N = 300$ и индуктивностью $L = 5 \cdot 10^{-5}$ Гн. Активным сопротивлением контура можно пренебречь. Максимальный магнитный поток через один виток $\Phi_{\max} = 4 \cdot 10^{-7}$ Вб. Определите максимальный заряд на обкладках конденсатора и начальную фазу колебаний напряжения на нем, если в момент времени $t = 0$ энергия конденсатора равна магнитной энергии катушки.

6.2 Уравнение изменения силы тока в колебательном контуре дано в виде $I = -0,02 \sin 400 \pi t$ А. Индуктивность катушки $L = 1$ Гн. Найдите: 1) период колебаний; 2) емкость конденсатора; 3) максимальную разность потенциалов на обкладках конденсатора; 4) максимальную энергию электрического поля; 5) максимальную энергию магнитного поля.

6.3 Колебательный контур имеет индуктивность $L = 1,6$ мГн, емкость $C = 0,04$ мкФ и максимальное напряжение на обкладках конденсатора $U_{c_m} = 200$ В. Чему равна максимальная сила тока в контуре? Активное сопротивление контура мало.

6.4 Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,1$ Гн и конденсатора емкостью $C = 0,9$ мкФ. Сколько времени проходит от момента, когда конденсатор полностью разряжен, до момента, когда его энергия вдвое превышает энергию катушки? Активное сопротивление катушки равно 0.

6.5 Чему равно отношение энергии магнитного поля колебательного контура к энергии электрического поля для момента времени $t = \frac{T}{8}$?

6.6 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $0,025 \text{ мкФ}$ и катушки с индуктивностью $1,015 \text{ Гн}$. Активным сопротивлением цепи пренебрегаем. Конденсатор заряжен количеством электричества $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$.

1) Напишите для данного контура уравнение (с числовыми коэффициентами) изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени.

2) Найдите значения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в моменты времени $\frac{T}{8}, \frac{T}{4}$ и $\frac{T}{2}$ с.

6.7 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $0,025 \text{ мкФ}$ и катушки индуктивностью $L = 1 \text{ Гн}$. Активное сопротивление равно 0. Напишите уравнения изменения со временем энергии магнитного, электрического полей и полной энергии контура. Найдите значение энергии электрического поля, магнитного поля и полной энергии в моменты времени $\frac{T}{8}, \frac{T}{4}, \frac{T}{2}$. Начальная фаза колебаний $\varphi_0 = 0$.

6.8 Заряд на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется со временем по закону $q = 1,59 \cdot 10^{-4} \sin 200 \pi t \text{ Кл}$. Емкость конденсатора равна $C = 2,54 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$. Определите: 1) период колебаний; 2) индуктивность катушки; 3) максимальное напряжение на обкладках конденсатора; 4) максимальную энергию магнитного поля; 5) максимальную энергию электрического поля.

6.9 Энергия свободных незатухающих колебаний, происходящих в колебательном контуре, равна $0,2 \text{ мДж}$. При медленном раздвигании пластин конденсатора частота колебаний увеличилась в $n = 2$ раза. Определите работу, совершенную против сил электрического поля.

• 6.10 Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 8 \text{ пФ}$ и катушку с индуктивностью $L = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$. Каково максимальное напряжение на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока 40 мА ?

Задачи 7

7.1. Амплитуда затухающих колебаний за время $t_1 = 5$ мин уменьшилась в 2 раза. За какое время t_2 , считая от начального момента, амплитуда уменьшится в 8 раз?

7.2. Логарифмический декремент затухания маятника $\lambda = 0,003$. Определить число N полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы энергия колебаний уменьшилась вдвое.

7.3. Груз массы $m = 0,5 \text{ кг}$ подвешен к пружине жесткостью $k = 20 \text{ Н/м}$ и совершает упругие колебания в некоторой среде. Логарифмический декремент затухания $\lambda = 0,004$. Определить число N полных колебаний, которые должен

совершить груз, чтобы амплитуда колебаний $A(t)$ уменьшилась в 3 раза. За какое время t это произойдет?

7.4. Электромагнитный колебательный контур за время $\tau = 5 \cdot 10^{-3}$ с потерял 60% своей первоначальной энергии. Определить индуктивность контура, если активное сопротивление $R = 10$ Ом.

7.5. Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 10^3$ Гц. Определить частоту ν_0 собственных незатухающих колебаний, если резонансная (по напряжению) частота системы $\nu_p = 998$ Гц.

7.6. Амплитуды вынужденных гармонических колебаний при частотах $\nu_1 = 400$ Гц и $\nu_2 = 600$ Гц равны между собой. Определить резонансную (по напряжению) частоту ν_p . Считать, что коэффициент затухания $\beta \ll \omega_0$.

7.7. Во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний будет меньше резонансной амплитуды, если частота вынуждающей “силы” будет больше резонансной частоты: а) на 10 %; б) в два раза? Коэффициент затухания $\beta = 0.1 \cdot \omega_0$, где ω_0 - частота собственных незатухающих колебаний.

7.8. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 405$ нФ, катушки с индуктивностью $L = 10$ мГн и сопротивления $R = 2$ Ом. Во сколько раз уменьшится разность потенциалов на обкладках конденсатора и энергия, запасенная в контуре, за один период колебаний?

7.9. Индуктивность катушки колебательного контура $L = 1$ Гн. Чему равно омическое сопротивление контура, если известно, что амплитуда собственных колебаний в нем за 0.05 с уменьшается в 2.7 раза?

7.10. Определить добротность Q колебательного контура по следующим данным: резонансная (по напряжению) частота $\nu_p = 600$ кГц, емкость $C = 350$ пФ, омическое сопротивление $R = 15$ Ом.

Задачи 8

8.1 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 7$ мкФ и катушки индуктивностью $L = 0,23$ Гн. Сопротивление контура $R \approx 40$ Ом. Конденсатор заряжен количеством электричества $q_{m0} = 5,6 \cdot 10^{-4}$ Кл. Найдите: а) период колебаний контура; б) логарифмический декремент затухания колебаний. Напишите уравнение зависимости разности потенциалов на обкладках конденсатора от времени.

8.2 Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 25$ мГн, конденсатора емкостью $C = 10$ мкФ и резистора. Определите сопротивление резистора, если известно, что амплитуда тока в контуре уменьшилась в e раз за 16 полных колебаний.

8.3 Определите логарифмический декремент, при котором энергия колебательного контура за пять полных колебаний уменьшается в 8 раз.

8.4 Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 5,0$ мГн и конденсатора емкостью $C = 0,2$ мкФ. При каком логарифмическом декременте и омическом сопротивлении цепи энергия уменьшится на порядок за три полных колебания?

- 8.5 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 5 мкФ, катушки индуктивностью 0,1 Гн и сопротивлением 5 Ом. Конденсатор заряжен количеством электричества $q_{m0} = 5 \cdot 10^{-6}$ Кл. Напишите уравнение зависимости разности потенциалов на обкладках конденсатора от времени. Найдите значения разности потенциалов на обкладках конденсатора в моменты времени $t = \frac{T}{8}, \frac{T}{4}, \frac{T}{2}$. Постройте график $U_c = f(t)$ в пределах одного периода.
- 8.6 Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 10$ мГн, конденсатора емкостью $C = 0,1$ мкФ и резистора сопротивлением $R = 20$ Ом. Через сколько полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшится в e раз?
- 8.7 На сколько процентов отличается частота ω свободных затухающих колебаний контура с добротностью $Q = 5$ от собственной частоты ω_0 незатухающих колебаний этого контура?
- 8.8 В контуре с добротностью $Q = 50$ возбуждаются затухающие колебания. Через сколько времени энергия, запасенная в контуре, уменьшится в 2 раза? Собственная частота незатухающих колебаний $\nu_0 = 5,5$ кГц.
- 8.9 Определите добротность Q колебательного контура, состоящего из катушки индуктивностью $L = 2$ мГн, конденсатора емкостью $C = 0,2$ мкФ и резистора сопротивлением $R = 1$ Ом.
- 8.10 В колебательном контуре, содержащем катушку индуктивностью $L = 10$ мГн, амплитуда колебаний за 0,01 с уменьшается в 2,7 раза. Найдите активное сопротивление катушки.

Задачи 9

9.1. Найти угловое расстояние между соседними полосами в опыте Юнга, если известно, что экран отстоит от когерентных источников света на 1 м, а пятая светлая полоса на экране расположена на 1,5 мм от центра интерференционной картины.

9.2. В точку А экрана от источника S ($\lambda = 0,5$ мкм) приходит два луча: первый – перпендикулярно экрану, второй – отраженный от плоского зеркала (представляющего собой однородный диэлектрик, при отражении от которого происходит потеря полуволны), расположенного параллельно первому лучу. Лучи образуют равнобедренный треугольник с высотой $h = 2$ мм. Наименьшее расстояние L от источника до экрана равно 1 м. Определить, что будет наблюдаться в точке А экрана – усиление или ослабление освещенности.

9.3. Пучок параллельных лучей ($\lambda = 0,6$ мкм) падает под углом $i = 30^\circ$ на мыльную пленку ($n = 1,3$). При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут максимально ослаблены интерференцией? Максимально усилены?

9.4. Найти угловое расстояние второго минимума на экране в опыте Юнга, если экран удален от когерентных источников на 1 м, а пятый максимум расположен на расстоянии 2 мм от центра интерференционной картины.

9.5. На пути одного из интерферирующих лучей в опыте Юнга помещается стеклянная пластинка толщиной 12 мкм. Определить, на сколько полос сместится интерференционная картина, если показатель преломления стекла $n = 1.5$, длина волны света $\lambda = 0.75$ мкм и свет падает на пластинку нормально.

9.6. Какова наименьшая возможная толщина плоскопараллельной пластинки с показателем преломления $n = 1.5$, если при освещении белым светом под углом $i_1 = 45^\circ$ и $i_2 = 60^\circ$ она кажется красной ($\lambda = 0.74$ мкм)?

9.7. Найти расстояние между третьим и пятым минимумами на экране в опыте Юнга, если расстояние двух когерентных источников ($\lambda = 0.6$ мкм) от экрана 2 м, расстояние между источниками 0.2 мм.

9.8. В точку А экрана от источника S ($\lambda = 0.5$ мкм) приходят два луча: первый – перпендикулярно экрану, второй – отраженный от плоского зеркала (представляющего собой однородный диэлектрик, при отражении от которого происходит потеря полуволны), расположенного параллельно первому лучу. Лучи образуют равнобедренный треугольник с высотой $h = 2$ мм. Наименьшее расстояние L от источника до экрана равно 1 м. Определить, что будет наблюдаться в точке А экрана - усиление или ослабление освещенности, если на пути первого луча перпендикулярно к нему поместить плоскопараллельную пластинку стекла ($n = 1.55$) толщиной $d = 6$ мкм.

9.9. На тонкую мыльную пленку ($n_1 = 1.3$) толщиной 1.25 мкм падает нормально монохроматический свет. В отраженном свете пленка кажется максимально светлой. Какой минимальной толщины надо взять тонкую пленку скипидара ($n_2 = 1.48$), чтобы она в этих же условиях казалась темной?

9.10. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки 1.5. Длина волны $6 \cdot 10^{-7}$ м. Какова толщина пластинки?

Задачи 10

10.1. На круглое отверстие радиусов 1 мм в непрозрачном экране падает нормально параллельный пучок света с длиной волны 0.5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние от отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно.

10.2. На щель шириной 0.1 мм нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника ($\lambda = 0.6$ мкм). Определить ширину центрального максимума в дифракционной картине, проектируемой при помощи линзы, находящейся непосредственно за щелью, на экран, отстоящий от линзы на расстоянии $L = 1$ м.

10.3. Монохроматический свет ($\lambda = 0.5$ мкм) падает нормально на круглое отверстие диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии от отверстия должна

находиться точка наблюдения, чтобы в отверстии помещалась одна зона Френеля?, две зоны Френеля?

10.4. На щель шириной $d = 0.1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0.5$ мкм). Что видит глаз наблюдателя, расположенного за щелью, если он смотрит в направлении, образующем с нормалью к плоскости щели угол: $j_1 = 1,7^\circ$; $j_2 = 4,3^\circ$?

10.5. На круглое отверстие диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей ($\lambda = 0.5$ мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $R = 1$ м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии. Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

10.6. Какой должна быть ширина щели a , чтобы первый дифракционный максимум наблюдался под углом 90° при освещении: красным светом ($\lambda = 0.760$ мкм), синим светом ($\lambda = 0.440$ мкм)? Под каким углом наблюдается первый минимум?

10.7. На круглое отверстие диаметром 2 мм падает плоская монохроматическая волна. Найти длину волны света, освещающего отверстие, если в нем укладывается пять зон Френеля и из точки наблюдения оно видно под углом 5 угловых минут.

10.8. На щель шириной 0,1 мм падает нормально параллельный пучок белого света (0.4 - 0.8 мкм). Найти ширину третьего максимума на экране, отстоящем от щели на 2 м.

10.9. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта $r_4 = 3$ мм. Определить радиус двадцать пятой зоны.

10.10. На узкую щель нормально падает пучок параллельных лучей ($\lambda = 0.490$ мкм). Дифракционная картина, даваемая щелью, наблюдается на экране с помощью линзы с фокусным расстоянием 40 см. Определить ширину щели, если расстояние между серединами полос спектров первого и второго порядка на экране равно 7 мм.

Задачи 11

11.1. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. В поле зрения под углом φ видна линия $\lambda = 0.440$ мкм 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 0.400 мкм до 0.700 мкм)?

11.2. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda = 0.670$ мкм) спектра второго порядка?

11.3. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Угол дифракции для натриевой линии ($\lambda = 0.589$ мкм) в спектре первого порядка равен $17^\circ 8'$. Некоторая линия дает в спектре второго порядка угол дифракции, равный $24^\circ 12'$. Найти длину волны этой линии и число штрихов на 1 мм решетки.

11.4. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $36^{\circ}48'$ к нормали. Найти постоянную решетки, выраженную в длинах волн падающего света. Сколько максимумов дает при этом дифракционная решетка?

11.5. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Красная линия ($\lambda=0.630$ мкм) видна в спектре третьего порядка под углом $\varphi = 60^{\circ}$. Какая спектральная линия видна под этим углом в спектре четвертого порядка? Какое число штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка?

11.6. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок лучей с длиной волны $\lambda = 0.5$ мкм. Помещенная вблизи решетки линза проектирует дифракционную картину на плоский экран, удаленный от линзы на $L = 1$ м. Расстояние между двумя максимумами первого порядка, наблюдаемыми на экране, $l = 20.2$ см. Определить постоянную дифракционной решетки, число штрихов на 1 см, максимальный угол отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму. Сколько максимумов дает при этом дифракционная решетка?

11.7. Свет от ртутной лампы падает нормально на плоскую дифракционную решетку, ширина которой 5 см. Общее число штрихов решетки 10000. Определить угол между фиолетовыми ($\lambda = 0.405$ мкм) и желтыми ($\lambda = 0.577$ мкм) лучами в спектре первого порядка.

11.8. Определить наибольший порядок дифракционного спектра для спектральной линии с длиной волны 0.405 мкм при наблюдении с помощью решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм.

11.9. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути с длинами волн 0.577 мкм и 0.588 мкм в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки с постоянной $d = 4$ мкм? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, равно 60 см.

11.10. На дифракционную решетку, содержащую $N = 600$ 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 $L = 1.2$ м. Границы видимого спектра: $780 \text{ нм} \geq \lambda \geq 400 \text{ нм}$.

Задачи 12

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

12.2. Параллельный пучок естественного света переходит из глицерина в стекло так, что отраженный от границы раздела пучок максимально поляризован. Определить угол между падающим и преломленным пучками. Показатели преломления стекла 1,5, глицерина 1,47.

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

12.4. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были максимально поляризованы? ($n_{\text{воды}}=1.33$)

12.5. Чему равен показатель преломления стекла, если отраженный от него в воздух луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° ?

12.6. Пучок плоскополяризованного света, длина волны которого в вакууме 589 нм падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Найти длины волн обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатели преломления исландского шпата соответственно равны $n_o = 1.66$ и $n_e = 1.49$.

12.7. Угол между плоскостями пропускания поляризаторов равен 50° . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в 8 раз. Пренебрегая потерями при отражении, определить коэффициент поглощения k света в поляризаторах.

12.8. Пучок естественного света последовательно проходит через два поляризатора, плоскости пропускания которых образуют между собой угол 40° . Принимая коэффициент поглощения каждого поляризатора равным 0.15, найти, во сколько раз пучок света, выходящий из второго поляризатора, ослаблен по сравнению с пучком, падающим на первый поляризатор.

12.9. Между скрещенными поляризаторами поместили пластинку кварца толщиной $d = 3$ мм, в результате чего поле зрения поляриметра стало максимально светлым. Определить постоянную вращения кварца,

12.10. При какой наименьшей толщине $d_{\min}$ кварцевой пластины помещенной между скрещенными поляризаторами, поле зрения будет максимально просветлено? Постоянная вращения для кварца 27 град/мм.

Задачи 13

13.1. Электрическая печь потребляет мощность $P = 500$ Вт. Температура ее внутренней поверхности при открытом небольшом отверстии диаметром $D = 5.0$ см равна 700°C . Какая часть потребляемой мощности рассеивается стенками?

13.2. Определить энергетическую светимость ΔR_Σ абсолютно черного тела, приходящуюся на узкий интервал длин волн $\Delta\lambda = 10$ А, соответствующий максимуму спектральной плотности энергетической светимости при температуре $T = 3000$ К.

13.3. Приняв Солнце за абсолютное тело с температурой 6000 К, определить мощность, излучаемую с 1 м^2 его поверхности, длину волны, соответствующую максимуму испускательной способности и максимальную испускательную способность.

13.4. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_1 = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_2 = 390$ нм)?

13.5. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела максимум испускательной способности сместился с 2.4 мкм на 0.80 мкм. Как и во сколько раз изменились энергетическая светимость и максимум испускательной способности?

13.6. Температура абсолютно черного тела увеличилась в 2 раза, в результате чего длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности, уменьшилась на 600 нм. Определить начальную температуру тела.

13.7. Раскаленная металлическая поверхность площадью 10 см излучает в 1 мин. $4 \cdot 10^4$ Дж. Температура поверхности 2500 К. Найти отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

13.8. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум излучательной способности, изменилась от 690 до 500 нм. Как и во сколько раз изменилась энергетическая светимость тела?

13.9. Какую температуру должно иметь тело, чтобы оно при температуре окружающей среды $t = 17^\circ\text{C}$ излучало в 100 раз больше энергии, чем поглощало?

13.10. Абсолютно черное тело находится при температуре $T_1 = 2900$ К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности, изменилась на $\Delta\lambda = 9$ мкм. До какой температуры охладилось тело?

Задачи 14

14.1. Найти работу выхода электрона с поверхности некоторого материала, если при облучении его желтым светом ($\lambda = 590$ нм) скорость выбитых электронов равна $2.8 \cdot 10^5$ м/с.

14.2. Красная граница фотоэффекта для цезия $\lambda_0 = 653$ нм. Найти скорость фотоэлектронов, выбитых при облучении цезия фиолетовым светом ($\lambda = 400$ нм).

14.3. На цинковую пластинку направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U = 1.5$ В. Определить длину падающей волны, если работа выхода равна 4 эВ.

14.4. Цезий (работа выхода 1.88 эВ) освещается спектральной линией водорода $\lambda = 0,476$ мкм. Какую наименьшую задерживающую разность потенциалов нужно приложить для прекращения фототока?

14.5. Определить постоянную Планка h , если известно, что фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла светом с частотой $\nu = 2.2 \cdot 10^{15}$ Гц, полностью задерживаются обратным напряжением 6.6 В, а вырываемые светом с частотой $4.4 \cdot 10^{15}$ (1/с) - напряжением 16.5 В.

14.6. Калий (работа выхода равна 2.2 эВ) освещается зеленым светом $\lambda = 509$ нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов.

14.7. Рубидий и натрий облучаются светом с длиной волны 0.620 мкм. (Работа выхода электронов из этих веществ соответственно 1.5 и 2.48 эВ). Определить максимальные скорости фотоэлектронов.

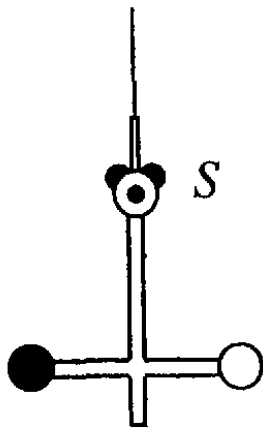
14.8. Определить максимальные длины световых волн, при которых возможен фотоэффект у платины и цезия, работа выхода электронов для которых равна, соответственно 6.3 эВ и 1.88 эВ.

14.9. На поверхность металла падает свет с длиной волны $\lambda = 0.1$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0.3$ мкм. Какая доля энергии падающего фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

14.10. Рубидий, цезий и натрий облучаются светом с длиной волны $\lambda = 0.62$ мкм. Работы выхода электронов у этих металлов равны 1.53; 1.87 и 2.48 эВ соответственно. Определить максимальные скорости фотоэлектронов в этом опыте.

Задачи 15

- 15.1 На рисунке показана часть прибора, с которым П.Н. Лебедев проводил опыты по измерению давления света.



Стеклянная крестовина, подвешенная на тонкой нити, заключена в откачанный сосуд и имеет на концах два легких кружка из платиновой фольги. Один кружок зачернен, другой оставлен блестящим. Направляя свет на один из кружков и измеряя угол поворота нити (для зеркального отсчета служит зеркальце S), можно определить световое давление. Найдите световое давление, если при освещении блестящего кружка отклонение зайчика $a = 75$ мм по шкале, удаленной от зеркальца на расстояние $b = 1200$ мм. Диаметр кружков

$d = 5$ мм. Расстояние от центра кружка до оси вращения $\ell = 9,2$ мм. Коэффициент отражения света от блестящего кружка $\rho = 0,5$. Постоянная момента кручения нити ($M = k\alpha$) $k = 2,2 \cdot 10^{-11}$ Н·м/рад.

- 15.2 Поток монохроматического излучения с длиной волны 5000 Å падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на неё с силой 10^{-8} Н. Определите число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

- 15.3 Параллельный пучок лучей длиной волны $\lambda = 500$ нм падает вертикально на зачерненную поверхность, производя давление $P = 100$ мк·Н/м². Определите концентрацию фотонов в потоке (число фотонов в единице объёма) и число фотонов, падающих на единицу площади в единицу времени.

- 15.4 Небольшая идеально поглощающая пластинка массой 10 мг подвешена на практически невесомой кварцевой нити длиной 20 мм. Свет лазерной вспышки падает перпендикулярно поверхности, вследствие чего нить с пластинкой отклонилась от вертикали на угол $0,6^\circ$. Оцените энергию лазерной вспышки.

15.5. Оцените размер частицы, плотность которой $2,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, если для неё сила светового давления от Солнца уравнивается силой гравитационного притяжения. Частицу считать абсолютно чёрной, солнечная постоянная равна $1,36 \text{ кВт/м}^2$.

• 15.6. Пучок параллельных лучей монохроматического света падает нормально на зеркальную плоскую поверхность. Поток излучения $\Phi = 0,6 \text{ Вт}$. Определите силу давления на эту поверхность.

15.7. Плоская световая волна интенсивностью $I = 0,2 \text{ Вт/см}^2$ падает на плоскую зеркальную поверхность с коэффициентом отражения $\rho = 0,8$. Угол падения $\theta = 45^\circ$. Определите величину нормального давления света на эту поверхность.

• 15.8. Излучение лазера имеет плотность энергии $6 \cdot 10^8 \text{ Дж/см}^2$ при длительности импульса 2 мкс . Какое давление создает лазерное излучение?

• 15.9. Плотность потока солнечного излучения, приходящего на Землю, $E = 1,4 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с}$. Вычислите световое давление при условии полного поглощения излучения.

• 15.10. Давление монохроматического света с длиной волны $6000 \text{ \AA}$ на чёрную поверхность, расположенную перпендикулярно к падающим лучам, равно $1,0 \cdot 10^{-14} \text{ Н/см}^2$. Сколько фотонов падает в единицу времени на 1 см^2 этой поверхности? Определите угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном (эффект Комптона), если изменение длины волны при рассеянии равно $0,0362 \text{ \AA}$.

Задачи 16

16.1. Найдите длину волны де Бройля электрона, летящего со скоростью 10^8 см/с , и шарика массой 1 г , движущегося со скоростью 1 см/с . Нужно ли учитывать волновые свойства электрона и шарика при анализе их взаимодействия с кристаллом? Расстояние между атомами в кристалле принять равным $0,7 \text{ нм}$. Масса покоя электрона $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

16.2. Вычислите длину волны де Бройля для тепловых ($T = 300 \text{ К}$) нейтронов. Следует ли учитывать волновые свойства нейтронов при анализе их взаимодействия с кристаллом? Расстояние между атомами в кристалле принять равным $0,5 \text{ нм}$. Масса покоя нейтрона $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

16.3. Какую энергию нужно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от $\lambda_1 = 100 \text{ нм}$ до $\lambda_2 = 50 \text{ нм}$?

16.4. Вычислите длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов, равную: 1) 1МВ; 2) 1ГВ. Масса покоя протона

$$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

16.5. Определите энергию и импульс электрона, имеющего длину волны де Бройля $\lambda = 0,1 \text{ нм}$. Масса покоя электрона $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

16.6. Протон обладает кинетической энергией $T = 1 \text{ кэВ}$. Определите дополнительную энергию ΔT , которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волны де Бройля уменьшилась в 3 раза.

16.7. Чему равно волновое число электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 240 \text{ В}$? Начальную скорость электрона принять равной нулю.

16.8. Определите длины волн де Бройля α -частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$. Масса покоя α -частицы $m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, протона $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Начальные скорости частиц принять равными нулю.

16.9 Электрон, движущийся со скоростью $v = 5000 \text{ км/с}$, попадает в однородное ускоряющее электрическое поле, напряженностью $E = 10 \text{ В/см}$. Какое расстояние l должен пройти электрон в поле, чтобы длина волны де Бройля электрона стала равной $1 \text{ \AA}$?

16.10. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200В, имеет длину волны де Бройля, равную 0,002нм. Найдите массу этой частицы, если известно, что заряд ее численно равен заряду электрона.

Задачи 17

17.1. Исходя из соотношения неопределенностей между импульсом частицы и соответствующей координатой, оцените энергию основного состояния атома водорода.

17.2. Электрон локализован в области с линейным размером $l = 1 \text{ мкм}$. Среднее значение его кинетической энергии $E = 4 \text{ эВ}$. Оцените с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность скорости электрона.

17.3. Атом испустил фотон с длиной волны $\lambda = 800 \text{ нм}$. Продолжительность излучения $\tau = 10 \text{ нс}$. Определите наибольшую точность $(\Delta\lambda/\lambda)$, с которой может быть измерена длина волны излучения.

17.4. Свободный электрон в момент времени $t = 0$ локализован в области пространства с линейным размером $\Delta x_0 = 0,1 \text{ нм}$ (порядок размера атома). Оцените область локализации Δx этого электрона спустя время $\Delta t = 1 \text{ с}$.

17.5. Используя соотношение неопределенностей, оцените ширину l одномерной потенциальной ямы, в которой минимальная энергия электрона $E_{\min} = 10 \text{ эВ}$.

17.6. Импульсный рубиновый лазер с выходной мощностью $W = 2 \text{ ГВт}$ создает импульс длительностью $\tau = 10 \text{ нс}$. Оцените наибольшую точность $\Delta E/E$, с которой может быть определена энергия излучения.

17.7. Время жизни τ возбужденного ядра порядка 1нс, длина волны λ излучения равна 0,1нм. С какой наибольшей точностью $\Delta E/E$ может быть определена энергия излучения?

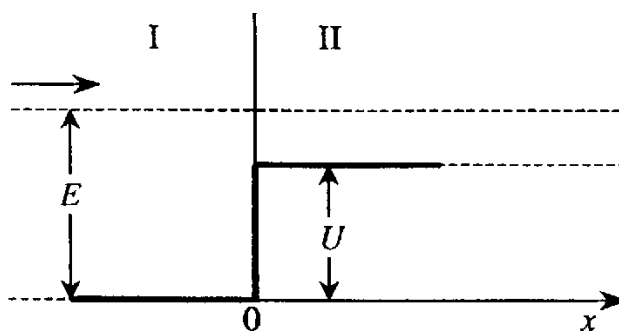
17.8. Время жизни атома в возбужденном состоянии $\tau = 10нс$. Вычислите ширину спектральной линии излучения $\Delta\lambda$, если наибольшая интенсивность света приходится на длину волны $\lambda = 4200 \text{ \AA}$.

17.9. Оцените наименьшие ошибки, с которыми можно определить скорость электрона, протона и шарика массы $m = 1мг$, если координаты частицы и центра шарика определены с точностью $\Delta x = 1мм$. Масса покоя электрона $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Масса покоя протона $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27}$ кг.

17.10. Радиолокатор посылает импульс длительностью τ . Расстояние до удаленного объекта должно быть измерено с точностью $\Delta x = 800м$. Чему должна быть равна длительность импульса и какова должна быть ширина полосы частот $\Delta\omega$, которую должен пропустить усилитель приемника?

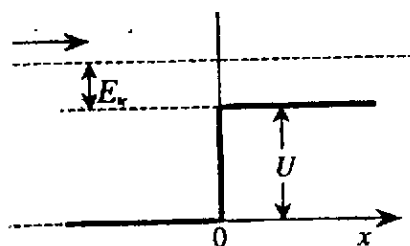
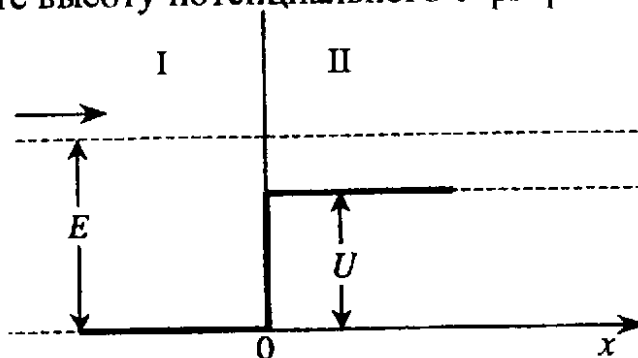
Задачи 18

• 18.1 Электрон с энергией $E = 25$ эВ встречает на своем пути потенциальный барьер высотой $U = 9$ эВ. Определите коэффициент преломления n волн де Бройля на границе барьера.



для этих точек. Решения постройте графы потенциалов.

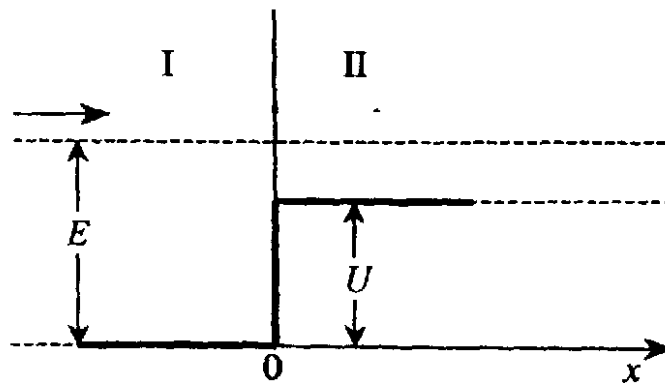
• 18.2 Протон с энергией $E = 1$ МэВ изменил при прохождении потенциального барьера дебройлевскую длину волны на 1%. Определите высоту потенциального барьера U .



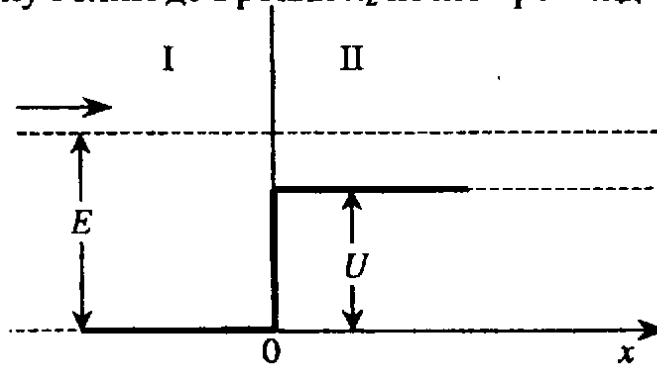
• 18.3 Коэффициент отражения R протона от потенциального барьера равен $2,5 \cdot 10^{-5}$. Определите, какой процент составляет высота

барьера от кинетической энергии E_k падающих на барьер протонов.

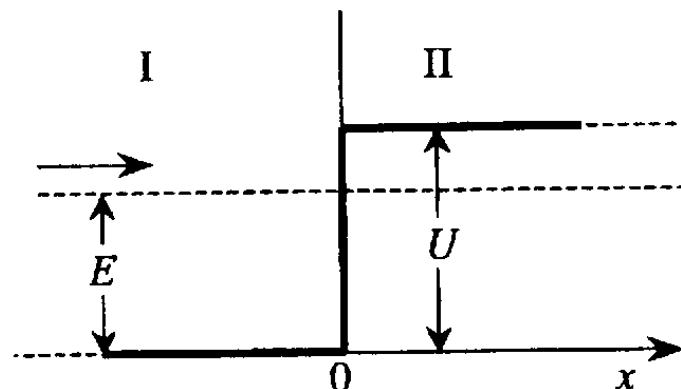
- 18.4 Электрон с энергией $E = 100$ эВ попадает на потенциальный барьер высотой $U = 64$ эВ. Определите вероятность того, что электрон отразится от барьера.



- 18.5 На пути электрона с дебройлевской длиной волны $\lambda_1 = 1$ Å находится потенциальный барьер высотой $U = 120$ В. Определите длину волны де Бройля λ_2 после прохождения барьера.

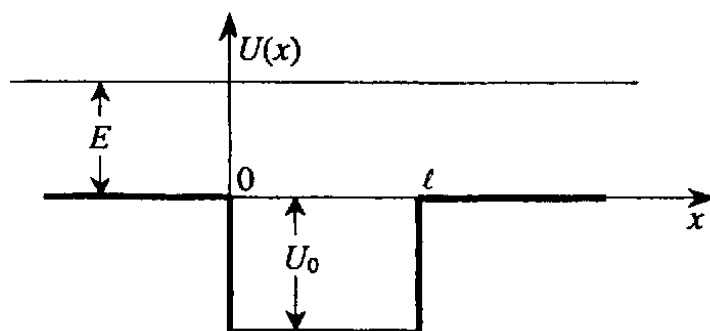


- 18.6 При каком отношении высоты U потенциального барьера к энергии E электрона, падающего на барьер, коэффициент отражения $R = 0,5$?

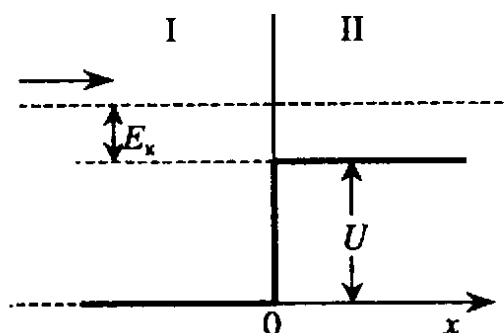


Высокий барьер

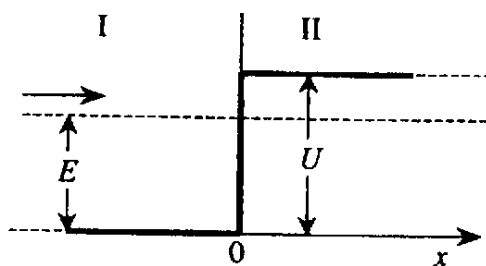
- 18.7 Электрон с энергией E движется в одномерном потенциальном поле. Определите вероятность отражения R от данной прямоугольной ямы, если $E = 9$ эВ, $U_0 = 16$ эВ, $\ell = 10^{-8}$ см.



- 18.8 Кинетическая энергия электрона E_k в два раза превышает высоту U потенциального барьера. Определите коэффициент отражения R и коэффициент прозрачности D электронов на границе барьера.

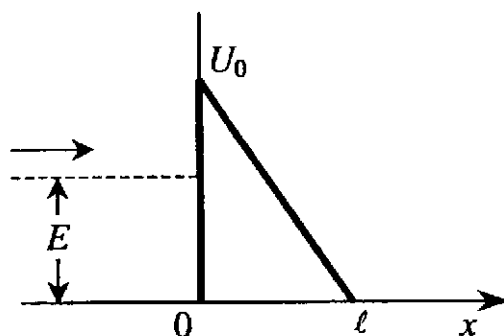


- 18.9 Напишите выражение для $\psi_{II}(x)$ в области II высокого потенциального барьера, если ψ функция нормирована так, что $A_1 = 1$. Определите плотность вероятности $|\psi_{II}(0)|^2$ нахождения электрона в точке $x = 0$, если энергия E , высота потенциального барьера U .



Высокий барьер

- 18.10 Электрон с энергией $E = 5$ эВ налетает на потенциальный барьер треугольной формы. Высота барьера $U_0 = 6$ эВ, а ширина у основания $\ell = 1$ Å. Найдите коэффициент прохождения D электрона через данный барьер.



Задачи 19

- 19.1 .Атом водорода находится в основном состоянии. Собственная волновая функция, описывающая состояние электрона в атоме, имеет вид $\psi(r) = Ce^{-r/a}$, где C – некоторая постоянная, a – радиус первой боровской орбиты. Найдите из условия нормировки значение постоянной C .
- 19.2 Определите возможные значения проекции момента импульса L_z орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d -состоянии.
- 19.3 Вычислите полную энергию E , орбитальный момент импульса L и магнитный момент p_m электрона, находящегося в $2p$ -состоянии в атоме водорода.
- 19.4 . Определите энергию и длину волны излучения атома водорода при переходе $3s - 2p$. Нарисуйте диаграмму энергетических уровней, проградуируйте шкалу в электрон вольтах и покажите этот переход.
- 19.5 Нарисуйте векторную диаграмму атома для значения орбитального квантового числа $\ell = 3$. Какие значения может принимать проекция орбитального момента на ось L_z и орбитальный момент?
- 19.6 Определите, возможны ли излучательные переходы: $1s - 2p$; $1s - 3p$; $1s - 3s$; $1s - 3d$; $3d - 2p$; $2p - 4f$; $2s - 2p$. Определите энергии и длины волн для разрешенных переходов в атоме водорода.

• 19.7 Вычислите спиновой момент импульса L_s для электрона в атоме водорода и величину проекции L_{s_z} этого момента на направление внешнего магнитного поля.

• 19.8 Заполненная электронная оболочка характеризуется квантовым числом $n = 3$. Укажите число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковыми следующие квантовые числа:

1) $m_s = +\frac{1}{2}$; 2) $m = +1$; 3) $m = -2$; 4) $m_s = -\frac{1}{2}$ и $m = 0$;

5) $m_s = +\frac{1}{2}$ и $\ell = 2$.

• 19.9 Рассчитайте и постройте в масштабе схему первых четырех энергетических уровней атома водорода. Определите количество возможных переходов и длины волн соответствующих спектральных линий. Каким сериям они принадлежат?

• 19.10 В атоме K , L и M – оболочки заполнены полностью. Определите: а) общее число электронов в атоме; б) число s -, p - и d - электронов; в) сколько p -электронов имеют квантовое число $m = 0$?

Задачи 20

20.1. Какая доля радиоактивного изотопа $^{225}_{89}\text{Ac}$ распадается в течение 6 суток? (Период полураспада $T_{1/2} = 10 \text{ суток}$).

20.2. Найдите период полураспада радиоактивного изотопа, если его активность за 10 суток уменьшилась на 24% по сравнению с первоначальной.

20.3. Определите энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра натрия $^{23}_{11}\text{Na}$. Масса изотопа $^{23}_{11}\text{Na}$ равна $m_1 = 22,98977 \text{ а.е.м.}$, а изотопа $^{22}_{11}\text{Na}$ - $m_2 = 21,99444 \text{ а.е.м.}$

20.4. Вычислите энергию ядерной реакции $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^7_4\text{Be} + ^1_0\text{n}$. ($m_{\text{Li}} = 7,01601$; $m_{\text{H}} = 1,00783$; $m_{\text{Be}} = 7,01693$; $m_{\text{n}} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$)

20.5. Ядро урана $^{235}_{92}\text{U}$, захватив нейтрон ^1_0n , разделилось на два осколка, причем освободилось два нейтрона, а один из осколков является ядром ксенона $^{131}_{54}\text{Xe}$. Определите второй осколок.

20.6. Электрон и позитрон, имевшие одинаковые кинетические энергии по $T = 0,24 \text{ Мэв}$, при соударении превратились в два одинаковых фотона. Определите энергию и длину волны каждого из фотонов.

20.7. Найти массу образца урана $^{238}_{92}\text{U}$, имеющего такую же активность, как образец стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$ массой $m = 1 \text{ мг}$. Период полураспада урана $T_{\text{U}} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ лет}$, стронция $T_{\text{Sr}} = 28 \text{ лет}$.

20.8. Определите энергию, которая освобождается в водородной бомбе при синтезе 1кг гелия. Массы водорода, дейтерия, гелия и нейтрона соответственно равны:

$$m_{\text{вод}} = 2,01410 \text{ а.е.м.}, m_{\text{дейт}} = 3,01605 \text{ а.е.м.},$$

$$m_{\text{гел}} = 4,00260 \text{ а.е.м.}, m_{\text{нейт}} = 1,00867 \text{ а.е.м.}.$$

20.9. Счетчик α -частиц, установленный вблизи радиоактивного изотопа, при первом измерении регистрировал $N_1 = 1400$ частиц в минуту, а через $\Delta t = 4$ часа только $N_2 = 400$ частиц в минуту. Определите период полураспада $T_{1/2}$ изотопа.

20.10. Ядро лития ${}^7_3\text{Li}$, захватив протон, распадается на две α -частицы. Напишите реакцию и определите энергию, выделившуюся при этой реакции. Массы лития равна $m_{\text{Li}} = 7,01601 \text{ а.е.м.}$, протона - $m_p = 1,00783 \text{ а.е.м.}$, α -частицы - $m_\alpha = 4,00260 \text{ а.е.м.}$.