

ВАРИАНТ 1

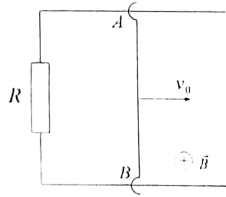
Задача 1

Электрон, обладая скоростью $v = 1 \text{ Мм/с}$, влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению поля и начинает двигаться по спирали. Напряженность магнитного поля $H = 1,5 \text{ кА/м}$. Определите: 1) шаг спирали; 2) радиус витка спирали.

Ответ: 1) $h = 9,49 \text{ мм}$; 2) $R = 2,62 \text{ мм}$.

Задача 2

Проводник AB массы m скользит по двум длинным проводящим рельсам, расположенным на расстоянии l друг от друга. На левом конце, рельсы замкнуты сопротивлением R . Система находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном к плоскости контура. В момент $t = 0$ стержню AB сообщили вправо начальную скорость v_0 . Пренебрегая сопротивлением рельсов и стержня AB , а также самоиндукцией, найти: а) расстояние, пройденное стержнем до остановки; б) количество тепла, выделенное при этом на сопротивлении R .



$$\text{Ответ: } s = \frac{v_0 m R}{l^2 B^2}; Q = \frac{1}{2} m v_0^2.$$

Задача 3

Определить индуктивность L двухпроводной линии на участке длиной l . Радиус провода равен R , расстояние между осевыми линиями равно d . (Учесть только внутренний магнитный поток, т.е. поток, пронизывающий контур, ограниченный проводами).

$$\text{Ответ: } L = \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d - R}{R}.$$

Задача 4

Соленоид содержит $N = 1000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А , магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен $0,1 \text{ мВб}$. Вычислить энергию W магнитного поля.

$$\text{Ответ: } W = 50 \text{ мДж}.$$

Задача 5

В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны составляет 50 В/м . Определите интенсивность волны I , т.е. среднюю энергию, проходящую через единицу поверхности в единицу времени.

$$\text{Ответ: } I = 3,32 \text{ мкВт/м}^2.$$

Задача 6

На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$. Помещенная вблизи решетки линза проецирует дифракционную картину на плоский экран, удаленный от линзы на $L = 1 \text{ м}$. Расстояние l между двумя максимумами интенсивности первого порядка, наблюдаемыми на экране, равно $20,2 \text{ см}$. Определить: 1) постоянную d дифракционной решетки; 2) число n штрихов на 1 см ; 3) число максимумов, которое при этом дает дифракционная решетка; 4) максимальный угол φ_{max} отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму.

$$\text{Ответ: 1) } d = \frac{2L\lambda}{l} = 4,95 \text{ мкм}; 2) n = 2,02 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}; 3) N = 19; 4)$$

$$\varphi_{\text{max}} = 65,4^\circ.$$

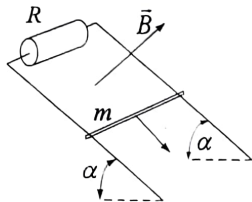
Задача 1

В некоторой области пространства имеются однородные электрическое и магнитное поля, у которых вектора \vec{E} и \vec{B} сонаправлены. С каким ускорением a станет двигаться электрон, влетевший в эти поля со скоростью $v = 600 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 60^\circ$ к линиям векторов \vec{E} и \vec{B} , если $E = 0,2 \text{ кВ/м}$, $B = 20 \text{ мТл}$?

Ответ: $a = \frac{e}{m} \sqrt{(Bv \sin \alpha)^2 + F^2} = 3,5 \cdot 10^{13} \text{ м/с}^2$

Задача 2

По двум гладким медным шинам, установленным под углом α к горизонту, скользит под действием силы тяжести медная перемычка массы m . Вверху шины замкнуты на сопротивление R . Расстояние между шинами l . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найти установившуюся скорость перемычки.



Ответ: $v = \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 l^2}$

Задача 3

По длинному прямому проводу течет ток. Вблизи провода расположена квадратная рамка из тонкого провода сопротивлением R . Провод лежит в плоскости рамки и параллелен двум ее сторонам, расстояния до которых до

проводов соответственно равны a_1 и a_2 . Найти силу тока I в проводе, если при его включении через рамку протекло количество электричества Q

Ответ: $I = \frac{2\pi R Q}{\mu_0 (a_2 - a_1) \ln \frac{a_2}{a_1}}$

Задача 4

На железное кольцо намотано в один слой $N = 200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при токе $I = 2,5 \text{ А}$ магнитный поток Φ в железе равен $0,5 \text{ мВб}$.

Ответ: $W = 0,15 \text{ Дж}$

Задача 5

Плоская монохроматическая электромагнитная волна распространяется вдоль оси x . Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0 = 5 \text{ В/м}$, амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0 = 1 \text{ МА/м}$. Определите энергию, перенесенную волной за время $t = 10 \text{ мин}$ через площадку, расположенную перпендикулярно оси x , площадью поверхности $S = 15 \text{ см}^2$. Период волны $T \ll t$.

Ответ: $W = \frac{1}{2} E_0 H_0 S t = 2,25 \text{ мкДж}$

Задача 6

Определите, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, расположенные так, что угол между их главными плоскостями $\alpha = 60^\circ$, а в каждом из николей теряется 8% интенсивности падающего света.

Ответ: $\frac{I_0}{I_2} = 9,45$

ВАРИАНТ 3

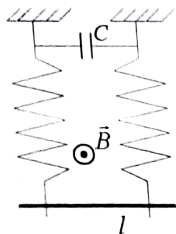
Задача 1

Протон, пойдя ускоряющую разность потенциалов $U = 800\text{В}$ влетает в однородные, скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 50\text{мТл}$) и электрическое поля. Определить напряженность E электрического поля, если протон движется в скрещенных полях прямолинейно.

$$\text{Ответ: } E = B \sqrt{\frac{2QU}{m}} = 19,6\text{кВ / м}$$

Задача 2

Проводник массой m и длиной l подвешен к диэлектрику с помощью двух одинаковых пружин с общей жесткостью k . Однородное магнитное поле с индукцией B направлено перпендикулярно плоскости рисунка. К верхним концам пружины присоединен конденсатор емкостью c . Пренебрегая сопротивлением, собственной индуктивностью и емкостью проводников, определите период колебаний системы в вертикальной плоскости.



$$\text{Ответ: } T = 2\pi \sqrt{\frac{m + B^2 l^2 c}{k}}$$

Задача 3

Вычислить взаимную индуктивность длинного прямого провода и прямоугольной рамки со сторонами a и b . Рамка и провод лежат в

одной плоскости, причем ближайшая к проводу сторона рамки длиной b параллельна проводу и отстоит от него на расстояние l .

$$\text{Ответ: } L_{12} = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{a}{l} \right).$$

Задача 4

Соленоид без сердечника с однослойной обмоткой из проволоки диаметром $d = 0,5$ мм имеет длину $l = 0,4$ м и поперечное сечение $S = 50\text{см}^2$. Какой ток течет по обмотке при напряжении $U = 10$ В, если за время $t = 0,5$ мс в обмотке выделяется количество теплоты, равное энергии поля внутри соленоида? Поле считайте однородным.

$$\text{Ответ: } I = 995\text{мА}$$

Задача 5

Длина λ электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна 12 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальный заряд Q_m на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре $I_m = 1\text{А}$.

$$\text{Ответ: } Q_m = \frac{\lambda I_m}{2\pi c} = 6,37\text{нКл}.$$

Задача 6

На диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1\text{мм}$ падает нормально параллельный пучок света длиной волны $\lambda = 0,05\text{мкм}$. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние b_{max} от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно.

$$\text{Ответ: } b_{\text{max}} = \frac{r^2}{2\lambda} = 1\text{м}.$$

ВАРИАНТ №4

Задача №1

Ионы двух изотопов с массами $m_1 = 6,5 \cdot 10^{-26}$ кг и $m_2 = 6,8 \cdot 10^{-26}$ кг, ускоренные разностью потенциалов $U = 0,5$ кВ, влетают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл перпендикулярно линиям индукции. Принимая заряд каждого иона равным элементарному электрическому заряду, определите, на сколько будут отличаться радиусы траекторий ионов изотопов в магнитном поле.

Ответ: $R_1 - R_2 = 0,917$ мм.

Задача №2

Прямой провод длиной $l = 40$ см движется в однородном магнитном поле со скоростью $v = 5$ м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов U между концами провода равна $0,6$ В. Вычислить индукцию B магнитного поля.

Ответ: $0,3$ Тл.

Задача №3

Проволочный виток радиусом r , имеющий сопротивление R , находится в однородном магнитном поле с индукцией B . Плоскость рамки составляет угол α с линиями индукции поля. Какое количество Q электричества протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

Ответ: $Q = \frac{\pi B r^2}{R} \cos \alpha$.

Задача №4

Обмотка электромагнита, находясь под постоянным напряжением, имеет сопротивление $R = 10$ Ом и индуктивность $L = 0,3$ Гн. Определите время, за которое в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля с сердечнике.

Ответ: $t = 0,01$ с.

Задача №5

В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 10 В/м. Определите амплитуду напряженности магнитного поля волны.

Ответ: $H_0 = 26,5$ мА/м.

Задача №6

Вычислить радиус ρ_5 пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 0,5$ мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии $b = 1$ м от фронта волны.

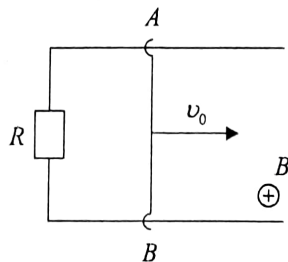
Ответ: $\rho_5 = 1,58$ мм.

Задача №1

В однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции с постоянной скоростью влетает заряженная частица. В течение 5 мкс включается электрическое поле напряженностью 0,5 кВ/м в направлении, параллельном магнитному полю. Определите шаг винтовой траектории заряженной частицы.

Ответ: $h = 7,85 \text{ см}$

Задача №2



По П-образному проводнику, расположенному в горизонтальной плоскости, может скользить без трения перемычка АВ. Последняя имеет длину l , массу m и сопротивление R . Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , направленном вертикально. В момент $t = 0$ на перемычку начали действовать постоянной горизонтальной силой F , и перемычка начала перемещаться поступательно вправо. Найти зависимость от времени t скорости перемычки. Индуктивность контура и сопротивление П-образного проводника пренебрежимо малы.

Ответ: $v = \frac{F}{\alpha \cdot m} (1 - e^{-\alpha t})$, где $\alpha = \frac{B^2 l^2}{mR}$.

Задача №3

По кольцу, сделанному из тонкого гибкого провода радиусом R , течет постоянный ток I . Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено магнитное поле с индукцией B , по направлению совпадающей с индукцией B_1 собственного магнитного поля кольца. Определить работу A внешних сил, которые, действуя на провод, деформировали его и придали ему форму квадрата. Сила тока при этом поддерживалась постоянной. Работой против упругих сил пренебречь.

Ответ: $A = \pi B R^2 \left(1 - \frac{\pi}{4} \right)$.

Задача №4

Индуктивность соленоида при длине 1 м площади поперечного сечения 20 см^2 равна 0,4 мГн. Определите силу тока в соленоиде, при которой плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна $0,1 \text{ Дж} / \text{м}^3$

Ответ: $I = 1 \text{ А}$.

Задача №5

В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает по нормали на поверхность тела, полностью ее поглощающего. Амплитуда напряженности магнитного поля волны равна $0,15 \text{ А/м}$. Определите давление, оказываемое волной на тело. Воспользуйтесь результатом выводов теории Максвелла о том, что если тело полностью поглощает падающую на него энергию, то давление равно среднему значению объемной плотности энергии в падающей электромагнитной волне.

Ответ: $\rho = \langle \omega \rangle = \frac{\mu \mu_0 H_0^2}{2}$

Задача №6

Определите степень поляризации P света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.

Ответ: $P = 0,5$.

Задача №1

В однородном магнитном поле с индукцией $B = 2 \text{ Тл}$ движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R = 10 \text{ см}$ и шагом $h = 60 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию протона.

Ответ: $T = (4\pi^2 R^2 + h^2) B^2 e^2 / (8\pi^2 m) = 580 \text{ фДж}$, (m – масса протона).

Задача №2

Прямой провод длиной $l = 10 \text{ см}$ помещен в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$. Концы его замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление R всей цепи равно $0,4 \text{ Ом}$. Какая мощность P потребуется для того, чтобы двигать провод перпендикулярно линиям индукции со скоростью $v = 20 \text{ м/с}$?

Ответ: 10 Вт .

Задача №3

На расстоянии a от длинного прямого провода с током I находится кольцо радиусом r . Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий его, максимален. Определить количество электричества Q , которое протечет по кольцу, когда ток в проводнике будет выключен. Сопротивление кольца равно R . (Поле в пределах кольца считать однородным).

Ответ: $Q = \frac{\mu_0 I r^2}{2aR}$.

Задача №4

Объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида длиной 50 см и малого диаметра равна $0,7 \text{ Дж/м}^3$. Определите магнитодвижущую силу этого соленоида.

Ответ: $F_m = 528 \text{ А}$.

Задача №5

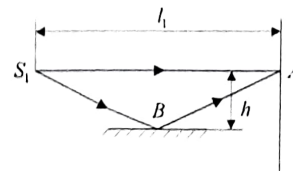
Рассмотрите суперпозицию двух плоских монохроматических электромагнитных волн с одинаковыми амплитудами E_0 и H_0 , распространяющихся вдоль оси x в противоположных направлениях. Начальную фазу прямой и обратной волн примите равной нулю. Определите координаты пучностей и узлов для: 1) электрического вектора E , 2) магнитного вектора H стоячей волны.

Ответ:

$$1) x_n = \pm m \frac{\lambda}{2}, x_y = \pm \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2};$$

$$2) x_n = \pm \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2}, x_y = \pm m \frac{\lambda}{2}.$$

Задача №6



Луч S_1A перпендикулярен экрану, луч S_1BA отражен от зеркала, параллельно лучу S_1A (см. рис.). $S_1A = 1 \text{ м}$, $h = 2 \text{ мм}$. Определите номер интерференционной полосы.

Ответ: $m = \frac{\Delta}{d/2} = 33$.