

1.

По двум металлическим стержням, замкнутым проводником и расположенным параллельно друг другу на расстоянии 0,5 м под углом 30° к горизонту, движется стержень массой $m=1$ кг. Система расположена в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B=1$ Тл. Определить установившуюся скорость движения стержня, если коэффициент трения $\mu=0,5$. Сопротивление стержня постоянно и равно $R=1$ Ом.

2.

На электрон, движущийся перпендикулярно магнитному полю с индукцией $\vec{B} = k \cdot 0,72$ Тл, действует сила $\vec{F} = (3,2\vec{i} - 2,7\vec{j}) \times 10^{-13}$ Н. Чему равна скорость электрона v и ее компоненты?

3.

Физический маятник в виде тонкого однородного стержня длиной 0,5 м совершает гармонические колебания вокруг неподвижной оси, проходящей через точку подвеса O , не совпадающую с центром масс C . Определите, на каком расстоянии x от центра масс должна находиться точка подвеса, чтобы циклическая частота колебаний была максимальна.

4.

Рассчитайте смещение молекул воздуха от положения равновесия в звуковой волне, интенсивность которой равна порогу слышимости. Частота звука 1000 Гц, плотность воздуха при нормальных условиях $1,29$ кг/м³, скорость звука при 0°C примерно равна 330 м/с.

Решения

1.

Два точечных магнитных диполя с одинаковыми магнитными моментами $4 \text{ мА} \cdot \text{м}^2$ находятся на расстоянии 2 м друг от друга. Определите потенциальную энергию и силу их взаимодействия.

2.

Протон влетает в область магнитного поля с индукцией $B = 0,58 \text{ Тл}$ и начинает двигаться по окружности радиусом $R = 8,1 \text{ см}$. Какое электрическое поле E надо наложить, чтобы протоны двигались по прямой? Как должен быть направлен вектор \vec{E} ?

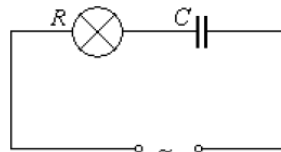
3.

Рассчитать период колебаний поплавка в воде, который слегка толкнули в вертикальном направлении. Масса поплавка 50 г, радиус его трубки 3.2 мм. Колебания считать малыми.

Рассмотреть когда сопротивление жидкости пренебрежимо мало и когда его стоит учитывать.

4.

В цепь переменного тока с напряжением $\mathcal{E} = 440 \text{ В}$ и частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$ включены последовательно нормально горящая лампа накаливания и конденсатор. Чему равна емкость конденсатора



C , если лампочка, рассчитана на напряжение $U_n = 220 \text{ В}$ и силу тока $I_n = 1 \text{ А}$?

Чему равен сдвиг по фазе ϕ между током и полным напряжением в цепи?

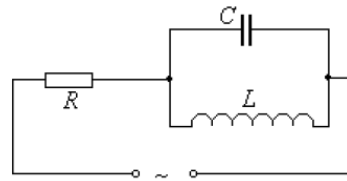
1.

Плоская спираль с большим числом витков N и внешним радиусом R находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости спирали и меняется по закону $B = B_0 \cos \omega t$. Найти ЭДС индукции в спирали.

2. Что такое параметрический резонанс? Вывести относительное изменение энергии за период для маятника такого типа и объяснить ограничения, которые накладываются на маятник. Определить добротность системы.

3.

В цепи, изображенной на рисунке, $L = 0,1$ Гн и $C = 10$ мкФ. Циклическая частота напряжения на клеммах источника равна $\omega = 10^3$ рад/с. Определите силу тока, протекающего через резистор R .



4.

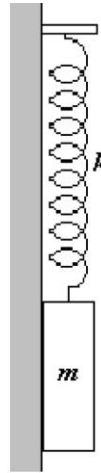
Магнитный поток через катушку из $N = 35$ витков изменяется по закону $\Phi = (3,6t - 0,71t^3) \cdot 10^{-2}$ Вб, где t — время в секундах. 1) Найти временную зависимость ЭДС индукции \mathcal{E} . 2) Чему равна \mathcal{E} при $t_1 = 1$ с и $t_2 = 5$ с?

1.

Заряженная частица движется по окружности радиусом $R=1$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл. Параллельно магнитному полю включено электрическое поле с напряженностью, зависящей от времени $E=\alpha t^2$, где $\alpha = 50$ В / мс². В какой момент времени после включения поля кинетическая энергия частицы возрастает вдвое?

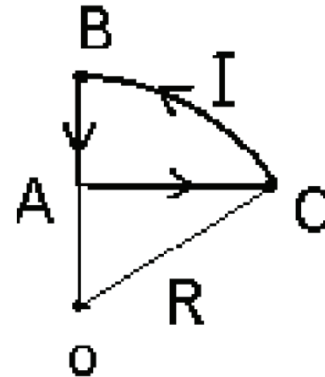
2.

Вася Лисичкин, известный на всю школу экспериментатор, решил заставить колебаться магнитную фигурку любимого литературного героя Колобка по стенке холодильника. Он прикрепил фигурку к пружине жесткостью $k = 10$ Н/м, растянул ее на 10 см и отпустил. Сколько колебаний совершит Колобок, если масса фигурки $m = 10$ г, коэффициент трения между фигуркой и стенкой равен $\mu = 0,4$, а оторвать ее от стенки можно силой $F = 0,5$ Н.



3.

По контуру ABC течет ток $I = 0,5$ А. Определить магнитную индукцию в точке O, если $OB = OC = R = 12$ см, $AB = OA$, BC дуга радиуса R.



4.

Найти скорость распространения продольных упругих колебаний в следующих металлах: 1) алюминий; 2) медь; 3) вольфрам.

Найти скорость распространения поперечных упругих колебаний в следующих металлах: 1) алюминий; 2) сталь; 3) серебро.

Решения

1.

Электрон, имея скорость $v = 2 \cdot 10^6$ м/с, влетел в однородное магнитное поле с индукцией $B = 30$ мТл под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению линий индукции. Определить радиус R и шаг h винтовой линии, по которой будет двигаться электрон.

2.

Два тонких параллельных стержня, находящихся на расстоянии a друг от друга, равномерно заряжены с линейной плотностью заряда τ . Оба стержня движутся со скоростью v вдоль своих осей. Найти силу взаимодействия между ними в расчете на единицу длины.

3.

Модель атома предложенная Томпсоном представляет собой положительно заряженное шарообразное «облако», в котором под действием кулоновской силы движется отрицательно заряженный «точечный» электрон. Принимая положительный заряд атома равным элементарному заряду (атом водорода), определите период колебаний электрона вдоль линии, проходящей через центр положительно заряженного «облака».

4.

Моряк в трюме ударяет по борту корабля чуть ниже уровня воды. Эхо (волна отражается от дна моря) приходит через 1,8 с. Чему равна глубина моря в этом месте?

Решения

1.

Бесконечный плоский слой парамагнетика с магнитной проницаемостью μ граничит с вакуумом. Вектор намагниченности имеет величину J и образует угол α с нормалью к поверхности. Найти модуль B вектора магнитной индукции снаружи у поверхности и угол β , образуемый им с нормалью.

2.

Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104 \text{ В}$ и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10 \text{ кВ/м}$) и магнитное ($B = 0,1 \text{ Тл}$) поля. Найти отношение заряда альфа-частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

3.

Однородный диск радиусом $R = 0,5 \text{ м}$ подвешен за край. Чему равна частота ν его малых колебаний относительно точки подвеса и приведенная длина l маятника?

4.

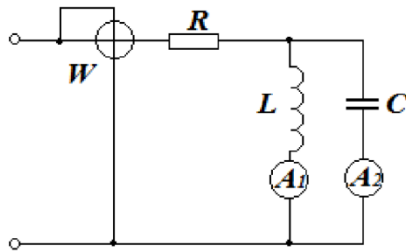
Найти отношение скоростей звука в водороде и углекислом газе при одинаковой температуре газов.

Решения

1. Бусинке массой m , $q > 0$, надетой на спицу, сообщили скорость u_0 . Коэффициент трения бусинки о спицу μ . Силовые линии поля составляют угол α со спицей, $\sin(\alpha) = 3/5$. Какое расстояние пройдет бусинка до остановки? Силой тяжести пренебречь.

2.

Определите показания ваттметра, если показания амперметров равны соответственно $I_1 = 8 \text{ A}$ и $I_2 = 12 \text{ A}$. Активное сопротивление $R = 10 \text{ Ом}$.



3.

Амплитуды вынужденных гармонических колебаний при частотах $\omega_1 = 400 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 600 \text{ с}^{-1}$ равны между собой. Определите резонансную частоту.

4.

Оцените колебания давления в звуковой волне на пороге слышимости и пороге болевых ощущений. Громкость звука на пороге болевых ощущений равна 120 дБ, плотность воздуха при нормальных условиях $1,29 \text{ кг/м}^3$, скорость звука при 0° C примерно равна 330 м/с .

1.

По кольцу радиусом R течет ток. На оси кольца на расстоянии $d=1$ м от его плоскости магнитная индукция $B=10$ нТл. Определить магнитный момент p_m кольца с током. Считать R много меньшим d .

2.

Число витков во вторичной обмотке трансформатора с замкнутым сердечником в $n = 2$ раза больше числа витков в первичной обмотке. При включении первичной обмотки в сеть с напряжением $U_1=100$ В на концах разомкнутой вторичной обмотки возникает напряжение $U_2=197$ В. Каким будет напряжение на концах разомкнутой вторичной катушки U'_2 , если использовать в трансформаторе сердечник того же размера, но из материала с магнитной проницаемостью в 10 раз меньшей, чем в первом случае? Рассеянием магнитного потока в сердечнике пренебречь.

3.

Оцените колебания давления в звуковой волне на пороге слышимости и пороге болевых ощущений. Громкость звука на пороге болевых ощущений равна 120 дБ, плотность воздуха при нормальных условиях $1,29$ кг/м³, скорость звука при 0 град С примерно равна 330 м/с.

4.

АМ-сигнал характеризуется тем, что максимальное значение амплитуды АМ-сигнала U_{\max} равно 130 В, а минимальное значение амплитуды АМ-сигнала U_{\min} равно 20 В. Найдите коэффициент амплитудной модуляции, а также максимальную амплитуду U_n несущего колебания.

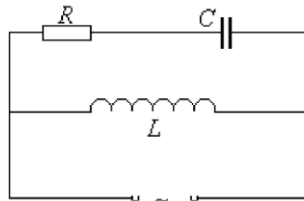
Решения

1.

По двум параллельным прямым проводам длиной $l=2,5$ м каждый, находящимся на расстоянии 20 см друг от друга, текут одинаковые токи 1 кА. Вычислите силу взаимодействия токов.

2.

Определите силу тока в неразветвленной части цепи и напряжение на клеммах источника, если $R = X_C = 2$ Ом, ток через катушку равен 10 А, ток в ветви, содержащей конденсатор и резистор – 14,1 А. Активное сопротивление катушки пренебрежимо мало.



3.

Самолет летит горизонтально на высоте $H = 4$ км над поверхностью земли со сверхзвуковой скоростью. Звук дошел до наблюдателя через время $\tau = 10$ с после того, как над ним пролетел самолет. Определите скорость v самолета. Скорость звука $c = 330$ м/с.

4.

Результирующее колебание, получающееся при сложении двух гармонических колебаний одного направления с одинаковыми амплитудами и начальными фазами, равными нулю, мало отличающихся по частоте, описывается уравнением $x = A \cos 2t \cos 48t$ (t – в секундах). Определите циклические частоты складываемых колебаний и период биений результирующего колебания.

1.

Первичная обмотка трансформатора включена в сеть переменного тока с напряжением $U_1 = 220$ В, разность потенциалов на зажимах вторичной обмотки $U_2 = 20$ В, ее сопротивление $R_2 = 1$ Ом. Сила тока во вторичной обмотке $I_2 = 2$ А. Определите коэффициент трансформации и КПД трансформатора. Потерями в первичной обмотке, рассеянием магнитного потока и потерями энергии на перемагничивание сердечника пренебречь.

2.

Основная частота звука сирены полицейского автомобиля, когда он стоит на месте, равна $f_0 = 1800$ Гц. На какой частоте услышит звук сирены преступник, если он едет на угнанной «Оке» со скоростью $v_1 = 144$ км/ч, а полицейский автомобиль движется по встречной полосе со скоростью $v_2 = 54$ км/ч? Скорость звука 343 м/с.

3.

Материальная точка одновременно участвует в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых $x = \cos 2\pi t$ и $y = \cos \pi t$. Найдите уравнение траектории точки. Вычертите траекторию точки с соблюдением масштаба, указав направление движения точки.

4. Бусинке массой m , $q > 0$, надетой на спицу, сообщили скорость u_0 .

Коэффициент трения бусинки о спицу μ . Силовые линии поля составляют угол α со спицей, $\sin(\alpha) = 3/5$. Какое расстояние пройдет бусинка до остановки? Силой тяжести пренебречь.

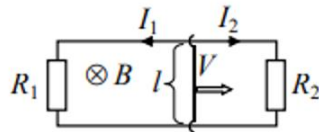
Решения

1.

Найти магнитное поле, создаваемое прямолинейным отрезком проводника в среде с магнитной проницаемостью μ , если r_0 — кратчайшее расстояние до точки наблюдения.

2.

В постоянном однородном магнитном поле с индукцией B закреплен прямоугольный проводящий контур, плоскость которого перпендикулярна вектору магнитной индукции. По контуру поступательно перемещают со скоростью V проводящую перемычку длины l . Сопротивления R_1 и R_2 известны и значительно превышают сопротивление проводов и перемычки. Определите токи I_1 и I_2 в контуре.



3.

Для АЦП с приведенными ниже параметрами определите:

- 1) минимальную частоту дискретизации;
- 2) минимальное число бит в кодовом слове;
- 3) шаг квантования.

Максимальная частота входного аналогового сигнала f_{\max} равна 5 кГц. Диапазон изменения входного сигнала напряжения составляет $\pm 2,55$ В, а минимальный динамический диапазон $DR - 46$ дБ.

4.

Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки $x_{\max} = 10$ см, наибольшая скорость $v_{\max} = 20$ см/с. Найти максимальное ускорение a_{\max} точки.

Решения

1.

Расстояние d между двумя длинными параллельными проводниками равно 5 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи силой $I = 30$ А каждый. Найти напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 4$ см от одного и $r_2 = 8$ см от другого провода.

2. Выберите какую-нибудь модель самолёта и рассчитайте, какое напряжение создается на крыльях самолёта в полёте. Все необходимые параметры для расчёта можно выбрать самостоятельно.

3.

Известно, что для получения разборчиво звучащей человеческой речи достаточно оцифровывать ее с частотой 8 кГц. Какой диапазон частот может быть правильно передан такой цифровой записью? Что необходимо предпринять при оцифровке для правильной передачи этого диапазона?

4.

Пружинный маятник (жесткость пружины $k = 10$ Н/м, масса груза $m = 100$ г) совершает вынужденные колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления $r = 2 \cdot 10^{-2}$ кг/с. Найти коэффициент затухания β и резонансную амплитуду $A_{\text{рез}}$, если амплитудное значение вынуждающей силы $F_0 = 10$ мН.

Решения

1.

По двум одинаковым круговым виткам радиусом $R = 5$ см, плоскости которых взаимно перпендикулярны, а центры совпадают, текут одинаковые токи $I = 2$ А. Найти индукцию магнитного поля B в центре витков.

2.

Запишите полную систему уравнений Максвелла для стационарных полей ($\vec{E} = \text{const}$; $\vec{B} = \text{const}$) в интегральной и дифференциальной формах; объясните физический смысл каждого из этих уравнений.

3.

Интенсивность звуковой волны равна $7,5 \cdot 10^{-8}$ Вт/м². Какова громкость звука, воспринимаемая человеком? Порог слышимости для среднего человека принять равным 10^{-12} Вт/м². Как изменится громкость звука, если интенсивность волны возрастет вдвое?

4.

Уравнение плоской звуковой волны имеет вид $\xi(x, t) = 60 \cos(1800t - 5,3x)$, где ξ дано в мкм, t — в секундах, x — в метрах. Найти отношение амплитуды смещения частиц среды к длине волны среды.

Решения

1.

Протон и электрон влетают в однородное магнитное поле. Скорость частиц направлена перпендикулярно линиям индукции поля. Как соотносятся периоды вращения протона и электрона в магнитном поле?

2.

Определить индуктивность фрагмента длиной ℓ бесконечно длинного соленоида, если его сопротивление R , а проволока имеет массу m .

3. Левому концу длинной горизонтальной натянутой струны сообщается простое гармоническое колебательное движение с частотой 250 Гц и амплитудой 2,6 см. Сила натяжения струны 140 Н, линейная плотность 0,12 кг/м. При $t = 0$ с конец струны смещен вверх на 1,6 см и движется вверх. Вычислите длину образующейся волны. Вычислите величину волнового вектора. Написать выражение, описывающее бегущую волну.

4.

Материальная точка одновременно участвует в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых $x = \cos 2\pi t$ и $y = \cos \pi t$. Найдите уравнение траектории точки. Вычертите траекторию точки с соблюдением масштаба, указав направление движения точки.

Решения