

Если точка подвеса маятника движется с ускорением \vec{a} , то период колебаний маятника можно рассчитывать по формуле $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$, где $\vec{g}' = \vec{g} + (-\vec{a})$ — «эффективное» ускорение маятника в неинерциальной системе отсчета.

Для маятника, поднимающегося (опускающегося) вертикально,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g \pm a}};$$

для маятника, движущегося в вагоне горизонтально с ускорением, модуль которого a ,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}.$$

Механической волной называется процесс распространения колебаний в упругой среде, сопровождающийся переносом энергии.

Длина волны λ — расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе:

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu},$$

где v — скорость распространения волны. Различают волны *поперечные*, в которых колебания частиц происходят перпендикулярно направлению распространения, и *продольные*. Поперечные волны распространяются только в твердом теле, а продольные волны — в твердом теле, жидкости и газе. Типичными продольными волнами являются звуковые волны.

Тест А1

- Если амплитуда гармонических колебаний материальной точки $A = 20$ см, то модуль перемещения колеблющейся точки за один период колебаний равен:
1) 80 см; 3) 40 см; 5) 0 см.
2) 60 см; 4) 20 см;
- Точка, совершающая гармонические колебания, проходит за два полных колебания путь $s = 100$ см. Амплитуда колебаний точки равна:
1) 6,30 см; 3) 25,0 см; 5) 100 см.
2) 12,5 см; 4) 50,0 см;

3. На рисунке 24.1 приведен график зависимости координаты x колеблющейся точки от времени. Уравнение гармонических колебаний имеет вид:

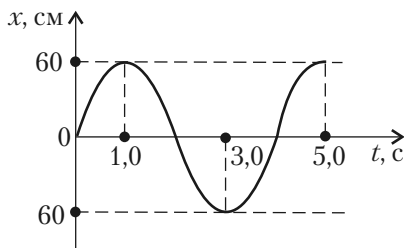


Рис. 24.1

- 1) $x = 0,60 \sin \pi t$ (м);
 - 2) $x = 0,60 \sin 0,5 \pi t$ (м);
 - 3) $x = 1,2 \sin 0,5 \pi t$ (м);
 - 4) $x = 1,2 \sin \pi t$ (м);
 - 5) $x = 0,60 \sin \left(0,5 \pi t + \frac{\pi}{2} \right)$ (м).
4. В начальный момент времени колеблющееся тело находится в положении максимального отклонения. Амплитуда колебаний $A = 0,2$ м, период колебаний $T = 0,1$ с. Уравнение колебаний имеет вид:
- 1) $y = 0,2 \cos 20 \pi t$;
 - 2) $y = 0,2 \sin 20 \pi t$;
 - 3) $y = 0,2 \sin 2 \pi t$;
 - 4) $y = 0,2 \cos 2 \pi t$;
 - 5) $y = 0,2 \cos \left(20 \pi t + \frac{\pi}{2} \right)$.
5. Тело совершает гармонические синусоидальные колебания с амплитудой $A = 20$ см и начальной фазой $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$. Смещение x_0 тела от положения равновесия в начальный момент времени $t = 0$ с равно:
- 1) 0 см;
 - 2) 5,0 см;
 - 3) 10 см;
 - 4) 15 см;
 - 5) 20 см.
6. Гармонически колеблющееся тело имеет период колебаний $T = 0,10$ с и амплитуду $A = 0,20$ м. Модуль максимальной скорости колеблющегося тела равен:
- 1) 2,0 м/с;
 - 2) 2,0 м/с;
 - 3) π м/с;
 - 4) 2π м/с;
 - 5) 4π м/с.
7. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 20 \sin 8 \pi t$ (см). Период и частота колебаний равны:
- 1) 4 с; $\frac{1}{4}$ с⁻¹;
 - 2) $\frac{1}{4}$ с; 4 с⁻¹;
 - 3) 4π с; $\frac{1}{4\pi}$ с⁻¹;
 - 4) $\frac{1}{4\pi}$ с; 4π с⁻¹;
 - 5) $\frac{1}{8\pi}$ с; 8π с⁻¹.

8. Период колебаний тела на пружине равен T_0 . Если две такие пружины соединить последовательно и подвесить то же тело, то период колебаний будет равен:

- 1) $2T_0$; 3) T_0 ; 5) $\frac{T_0}{2}$.
 2) $T_0\sqrt{2}$; 4) $\frac{T_0}{\sqrt{2}}$;

9. Период колебаний маятника на пружине равен T_0 . Если две такие пружины соединить, как показано на рисунке 24.2, то период колебаний станет равным (опора гладкая):

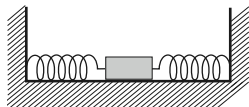


Рис. 24.2

- 1) $2T_0$; 4) $\frac{T_0}{\sqrt{2}}$;
 2) $T_0\sqrt{2}$; 5) $\frac{T_0}{2}$.
 3) T_0 ;

10. В каком направлении движется поперечная волна, если частица в точке В (рис. 24.3) смещается вверх?

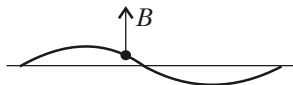


Рис. 24.3

- 1) Вправо;
 2) вверх;
 3) влево;
 4) вниз;
 5) зависит от длины волны.

Тест А2

1. Пренебрегая потерями механической энергии и временем соударения, определите период колебаний упругого мяча, падающего с высоты $h = 4,9$ м на твердую горизонтальную поверхность:
- 1) 4,0 с; 3) 1,0 с; 5) 0,25 с.
 2) 2,0 с; 4) 0,50 с;
2. Модуль ускорения гармонически колеблющегося тела изменяется по закону $a = 0,36\cos 3t$ (м/с²). Амплитуда колебаний тела равна:
- 1) 1,1 м; 4) 0,040 м;
 2) 0,36 м; 5) 0,020 м.
 3) 0,12 м;

3. На рисунке 24.4 приведен график зависимости смещения колеблющейся точки от времени. Проекция на ось x скорости гармонически колеблющейся точки от времени описывается уравнением:

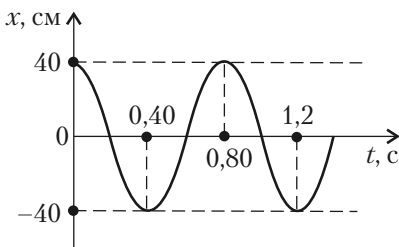


Рис. 24.4

- 1) $v = \pi \cos 2,5\pi t$;
 - 2) $v = -\pi \cos 2,5\pi t$;
 - 3) $v = \pi \sin 2,5\pi t$;
 - 4) $v = -\pi \sin 2,5\pi t$;
 - 5) $v = -\pi \sin 5\pi t$.
4. Полная энергия гармонически колеблющегося тела равна W_0 , модуль максимальной силы, действующей на тело, равен F_0 . Период колебаний тела T , начальная фаза колебаний φ_0 . Уравнение гармонических колебаний можно записать следующим образом:

- 1) $x = \frac{W_0}{F_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$;
 - 2) $x = \frac{F_0}{W_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$;
 - 3) $x = \frac{F_0}{2W_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$;
 - 4) $x = \frac{2W_0}{F_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$;
 - 5) $x = \frac{W_0}{2F_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$.
5. Модуль максимальной скорости материальной точки, движение которой описывается уравнением $x = 2,0 \cos\left(5,0t - \frac{\pi}{4}\right)$ (см), равен:
- 1) 1,0 см/с;
 - 2) 2,0 см/с;
 - 3) 4,0 см/с;
 - 4) 8,0 см/с;
 - 5) 10 см/с.
6. Груз неподвижно висит на пружине, когда она растянута на x . Период свободных вертикальных колебаний такого маятника равен:
- 1) $2\pi\sqrt{gx}$;
 - 2) $2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$;
 - 3) $\frac{x}{g}$;
 - 4) $\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$;
 - 5) $2\pi\frac{x}{g}$.

7. Маятник подвешен к потолку лифта и имеет период колебаний T , когда лифт неподвижен. Если лифт движется вверх с постоянным ускорением, модуль которого a , то период свободных колебаний маятника равен:

1) T ; 3) $\frac{T}{\sqrt{1 - \frac{a}{g}}}$; 5) $T\sqrt{1 + \frac{a}{g}}$.

2) $\frac{T}{\sqrt{1 + \frac{a}{g}}}$; 4) $T\left(1 + \frac{a}{g}\right)$;

8. Чтобы растянуть легкую пружину на $x = 10$ см, требуется приложить силу, модуль которой $F = 10$ Н. К пружине подвесили тело массой $m = 4,0$ кг. Период свободных вертикальных колебаний тела равен:

1) $0,2\pi$; 3) $2,5\pi$; 5) 50π .

2) $0,1\pi$; 4) $0,4\pi$;

9. В каком направлении смещаются частицы в точках А и В (рис. 24.5), если поперечная волна движется вправо?

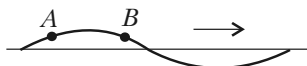


Рис. 24.5

- 1) Обе частицы вниз;
2) А и В смещаются вправо;
3) А — вниз, В — вверх;
4) А — вверх, В — вниз;
5) обе частицы вверх.

10. Лодка качается на волнах от проходящего катера. Модуль скорости распространения волны $v = 4,0$ м/с. Расстояние между ближайшими гребнями волн $\lambda = 6,0$ м. Частота колебаний лодка равна:

1) $1,5$ Гц; 3) $0,55$ Гц; 5) $0,33$ Гц.

2) $0,67$ Гц; 4) $0,50$ Гц;

Тест В1

1. Материальная точка совершает гармонические колебания вдоль оси x около положения равновесия ($x = 0$). В начальный момент точка находится в положении равновесия. Амплитуда колебаний $A = 8,0$ см, период $T = \sqrt{3}$ с. Модуль скорости точки при смещении $x = \frac{A}{2}$ равен ... см/с.

2. Материальная точка массой $m = 43$ г колеблется по закону $x = 0,060 \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{3}\right)$ (м). В момент времени $t = 40$ с кинетическая энергия точки равна ... мкДж.
3. Модули максимального ускорения и максимальной скорости тела, совершающего гармонические колебания, $a_0 = 3,14$ м/с² и $v_0 = 1,0$ м/с. Период колебаний равен ... с.
4. Материальная точка массой $m = 5,0$ г колеблется по закону $x = 4,0 \sin 10\pi t$ (см). Модуль силы, действующей на точку в момент времени $t = \frac{1}{60}$ с, равен ... мН.
5. Период колебаний пружинного маятника $T = 1,00$ с. Пружинный маятник вывели из положения равновесия и отпустили. Промежуток времени, через который кинетическая энергия W_k колеблющегося тела будет равна потенциальной энергии W_n пружины, составит ... с.
6. Математический маятник длиной $l = 100$ см совершает колебания параллельно вертикальной стенке. Ниже подвеса на расстоянии $\frac{l}{2}$ в точке A в стенку забит тонкий гвоздь (рис. 24.6). Период колебаний такого маятника равен ... с.
7. К пружине, верхний конец которой закреплен, подвешен груз массой $m = 0,20$ кг. Коэффициент упругости пружины $k = 60$ Н/м. В начальный момент времени груз оттянули от положения равновесия вниз на расстояние $x = 10$ см и сообщили скорость, модуль которой $v = 3,0$ м/с, направленную вверх. Амплитуда возникших колебаний равна ... см.
8. Математический маятник длиной $l = 1,00$ м подвешен в вагоне, движущемся горизонтально с ускорением, модуль которого $a = 2,00$ м/с² (ускорение свободного падения $g = 9,81$ м/с²). Период колебаний такого маятника равен ... с.
9. Звуковой генератор, погруженный в море, возбуждает волны длиной $\lambda = 2,50$ м и частотой $\nu = 580$ Гц. Модуль скорости этих волн в воде равен ... км/с.
10. В воде находится источник колебаний, который испускает волны с частотой $\nu = 28$ Гц. Модуль скорости звука в воде $v = 1400$ м/с. Расстояния от источника колебаний до точек A и B равны 80 м и 105 м.



Рис. 24.6

Отношение разности хода Δx звуковой волны в точках A и B к длине волны λ равно

Тест В2

- 1*. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 5,0 \sin 2t$ (м). Модуль возвращающей силы, действующей на точку, впервые достигнет значения $F = 5,0$ мН, а потенциальная энергия системы $W_{\text{п}} = 6,0$ мДж в момент времени, равный ... с.
2. Полная энергия гармонически колеблющегося тела $W = 3,0 \cdot 10^{-5}$ Дж, модуль максимальной силы, действующей на тело, $F = 1,5 \cdot 10^{-3}$ Н, и за одну минуту тело совершает полные колебания в количестве $N = 30$. Если начальная фаза $\phi_0 = 30^\circ$, то смещение x тела от положения равновесия в момент времени $t = \frac{1}{6}$ с от начала колебаний равно ... см.
3. Шарик подвешен на длинной нити. Один раз его поднимают по вертикали до точки подвеса, другой раз — отклоняют на небольшой угол. Отношение времени возврата шарика к начальному положению в первом случае t_1 к t_2 во втором случае равно
- 4*. На рисунке 24.7 показано положение равновесия колебательной системы (математический маятник массой $m = 1000$ г длиной $l = 400$ мм с пружинной связью с жесткостью $k = 100$ Н/м). Период малых колебаний такой системы равен ... мс.
- 5*. Груз массой $m = 200$ г висит на пружине, жесткость которой $k = 60$ Н/м. От груза отвалилась часть массой $\Delta m = 50$ г. Модуль максимальной скорости колебаний оставшейся части будет равен ... см/с.
6. Коробка массой $M = 2$ кг стоит на горизонтальном столе. В коробке на пружине жесткостью $k = 2000$ Н/м подвешен груз массой $m = M$. Коробка начнет подпрыгивать на столе, если амплитуда колебаний груза составит ... см.
7. Платформа совершает гармонические колебания в горизонтальной плоскости с частотой $\nu = 1$ Гц. На платформе находится тело с коэффициентом трения скольжения по платформе $\mu = 0,2$. Минимальная амплитуда колебаний платформы, чтобы груз начал скользить, должна быть равна ... см.

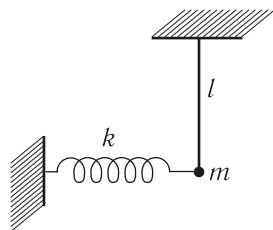


Рис. 24.7

- 8*. Два бруска массами $m_1 = 0,20$ кг и $m_2 = 0,40$ кг, соединенные легкой пружиной, жесткость которой $k = 21$ Н/м, удерживаются в сжатом состоянии нитью. Бруски находятся на гладкой горизонтальной поверхности. Если нить пережечь, то бруски приходят в гармоническое колебательное движение. Период гармонических колебаний бруска массой m_1 равен ... с.
9. Поплавок удочки качается на волнах, распространяющихся по воде с некоторой скоростью. Расстояние между ближайшими гребнями волны $\lambda = 5$ м. Период колебаний поплавок $T = 2,5$ с. Модуль скорости волн на воде равен ... м/с.
10. Точки, лежащие на одном луче и удаленные от источника звука на расстояния $l_1 = 14,0$ м и $l_2 = 14,2$ м, колеблются с разностью фаз $\frac{2}{3}\pi$. Модуль скорости звука в воздухе $v = 340$ м/с. Частота колебаний равна ... Гц.

§ 25. Электромагнитные колебания

Электромагнитные колебания — это периодические изменения со временем заряда $q(t)$, силы тока $I(t)$, напряжения $U(t)$, напряженности электрического поля $\vec{E}(t)$ и индукции магнитного поля $\vec{B}(t)$.

Период T свободных электромагнитных колебаний в идеальном контуре определяется формулой Томсона

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L — индуктивность контура; C — емкость его.

Зависимость заряда q и напряжения U на обкладках конденсатора от времени t имеют вид:

$$q = q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

$$U = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где q_0 и U_0 — амплитудные значения заряда и напряжения на обкладках конденсатора. Сила тока в контуре

$$I = q'_t = -q_0 \omega \sin(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где $q_0 \omega = I_0$ — максимальная сила тока в контуре; $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ — циклическая частота.

Энергия W в контуре состоит из энергии электростатического поля в конденсаторе $W_{\text{эл}} = \frac{CU^2}{2}$ и энергии магнитного поля в катушке индуктивности $W_{\text{м}} = \frac{LI^2}{2}$:

$$W = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}.$$

Часть энергии расходуется на излучение **электромагнитных волн** — электромагнитного поля, распространяющегося в пространстве с конечной скоростью

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}},$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость электромагнитной волны в вакууме; ϵ и μ — диэлектрическая и магнитная проницаемости среды.

Длина электромагнитной волны в вакууме $\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$.

Тест А1

1. Зависимость силы тока I от времени t в колебательном контуре приведена на рисунке 25.1. Закон изменения силы тока от времени имеет вид:

- 1) $I = 0,1 \sin(100\pi t + \pi)$;
- 2) $I = 0,1 \sin(50\pi t + \pi)$;
- 3) $I = 0,1 \sin 100\pi t$;
- 4) $I = 0,1 \sin(200\pi t + \pi)$;
- 5) $I = 0,1 \sin 50\pi t$.

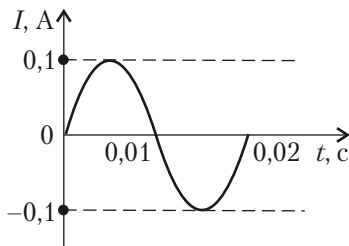


Рис. 25.1

2. Конденсатор емкостью C зарядили до напряжения U_0 , а затем замкнули на катушку индуктивностью L . Напряжение на конденсаторе через время, равное $\frac{1}{6}$ части периода электромагнитных колебаний в контуре, составит:

- 1) $\frac{1}{4}U_0$;
- 2) $\frac{U_0\sqrt{3}}{3}$;
- 3) $\frac{1}{3}U_0$;
- 4) $\frac{U_0\sqrt{2}}{2}$;
- 5) $\frac{U_0}{2}$.

3. Емкость конденсатора и индуктивность катушки колебательного контура $C = 5 \text{ мкФ}$ и $L = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$. Период электромагнитных колебаний в контуре равен:
- 1) $\pi \cdot 10^{-3} \text{ с}$; 3) 10^{-5} с ; 5) $5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$.
2) $\pi \cdot 10^{-5} \text{ с}$; 4) 10^{-6} с ;
4. Если в колебательном контуре емкость конденсатора увеличить в 25 раз, а индуктивность уменьшить в 16 раз, то частота собственных колебаний контура:
- 1) увеличится в 1,25 раза;
2) увеличится в $\frac{25}{16}$ раза;
3) уменьшится в 1,25 раза;
4) уменьшится в 20 раз;
5) увеличится в 20 раз.
5. Если увеличить расстояние между обкладками воздушного конденсатора колебательного контура в $k = 2$ раза и погрузить конденсатор в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 8$, то частота колебаний в контуре:
- 1) уменьшится в 2 раза;
2) уменьшится в 4 раза;
3) увеличится в 2 раза;
4) увеличится в 4 раза;
5) не изменится.
6. Напряжение на конденсаторе колебательного контура изменяется по закону $U = 40,0 \cos(6\pi \cdot 10^6 t) \text{ В}$. Длина электромагнитной волны, на которую настроен контур, равна:
- 1) 628 м; 3) 100 м; 5) $\frac{100}{2\pi} \text{ м}$.
2) 314 м; 4) 80,0 м;
7. Чтобы перейти от длины волны λ к длине волны $\frac{\lambda}{4}$, в приемном колебательном контуре нужно емкость конденсатора:
- 1) увеличить в 4 раза;
2) уменьшить в 4 раза;
3) увеличить в 16 раз;
4) уменьшить в 16 раз;
5) уменьшить в 8 раз.

8. Морской сигнал бедствия SOS передается на длине волны $\lambda = 0,60$ км. Частота передаваемого сигнала равна:
- 1) $1,8 \cdot 10^{11}$ Гц; 3) 600 Гц; 5) $1,8 \cdot 10^6$ Гц.
 - 2) $2,0 \cdot 10^{-6}$ Гц; 4) $5,0 \cdot 10^5$ Гц;
9. Сила тока в колебательном контуре радиопередатчика изменяется по закону $I = 0,200 \cdot \sin(3\pi \cdot 10^6 t)$ А. Длина электромагнитной волны, излучаемая передатчиком, равна:
- 1) 200π м; 3) $\frac{200}{\pi}$ м; 5) 300 м.
 - 2) 200 м; 4) 400 м;
10. Если длину электромагнитной волны в вакууме увеличить в 3 раза, то скорость распространения электромагнитной волны:
- 1) увеличится в 3 раза;
 - 2) увеличится в $\sqrt{3}$ раз;
 - 3) увеличится в 9 раз;
 - 4) уменьшится в $\sqrt{9}$ раз;
 - 5) не изменится.

Тест А2

1. На графике (рис. 25.2) представлена зависимость от времени заряда $q(t)$ на обкладках конденсатора колебательного контура. Амплитудное значение силы тока I_0 равно:
- 1) 15,7 А; 3) 157 А; 5) 5,00 А.
 - 2) 1,57 А; 4) $\frac{15,7}{2\pi}$ А;

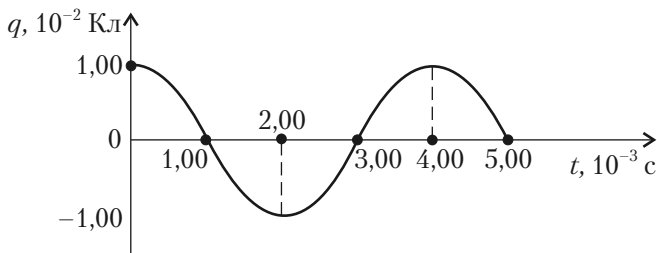


Рис. 25.2

2. Напряжение на конденсаторе U_0 . К конденсатору подключают катушку индуктивностью L . Частота возникших электромагнитных

колебаний в контуре равна v . Сила тока I в колебательном контуре изменяется по закону:

- | | |
|---|---|
| 1) $\frac{U_0}{2\pi^2 v^2 L} \sin 2\pi vt;$ | 4) $-\frac{U_0}{2\pi v L} \cos 2\pi vt;$ |
| 2) $\frac{U_0}{4\pi^2 v^2 L} \cos 2\pi vt;$ | 5) $\frac{U_0}{2\pi^2 v^2 L} \cos 2\pi vt.$ |
| 3) $-\frac{U_0}{2\pi v L} \sin 2\pi vt;$ | |

3. Колебательный контур состоит из индуктивности и двух конденсаторов одинаковой емкости, соединенных параллельно. Период электромагнитных колебаний в таком контуре $T = 9,0$ мкс. Если эти конденсаторы соединить последовательно, то период колебаний станет равным:

- | | | |
|-------------|----------------------|-------------|
| 1) 4,5 мкс; | 3) 18 мкс; | 5) 3,0 мкс. |
| 2) 6,0 мкс; | 4) $\sqrt{3,0}$ мкс; | |

4. Если сила тока в цепи идеального колебательного контура изменяется по закону $I = 10 \sin 10^4 t$ мА, а индуктивность катушки контура $L = 10$ мГн, то емкость конденсатора равна:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1) $2\pi \cdot 10^{-6}$ Ф; | 4) $10 \cdot 10^{-7}$ Ф; |
| 2) $10 \cdot 10^{-6}$ Ф; | 5) $10 \cdot 10^{-8}$ Ф. |
| 3) $\frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-6}$ Ф; | |

5. В идеальном колебательном контуре емкость конденсатора $C = 2,0$ мкФ, а амплитуда напряжения на нем $U = 10$ В. Максимальная энергия магнитного поля катушки в таком контуре равна:

- | | | |
|--------------|-------------|------------|
| 1) 0,10 мДж; | 3) 20 мДж; | 5) 1,0 Дж. |
| 2) 10 мДж; | 4) 0,10 Дж; | |

6. В электрическом колебательном контуре индуктивность катушки $L = 4,0$ мГн, а максимальная сила тока в ней $I_0 = 100$ мА. В момент, когда сила тока в катушке $I = 50$ мА, энергия электрического поля конденсатора равна:

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1) 15 мкДж; | 3) 31 мкДж; | 5) 54 мкДж. |
| 2) 25 мкДж; | 4) 40 мкДж; | |

7. Приемный контур прибора состоит из катушки с индуктивностью $L = 4,00$ мкГн и конденсатора с емкостью $C = 100$ пФ. Контур лучше всего реагирует на электромагнитную волну длиной, равной:

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1) 18,8 м; | 3) 75,4 м; | 5) 88,4 м. |
| 2) 37,7 м; | 4) 60,0 м; | |

8. Емкость переменного конденсатора входного колебательного контура радиоприемника можно изменять в пределах от C до $16C$. При емкости конденсатора, равной $4C$, контур настроен на длину волны $\lambda = 28$ м. Диапазон длин волн, принимаемых приемником, равен:
- 1) от 7,0 до 112 м;
 - 2) от 14 до 112 м;
 - 3) от 14 до 56 м;
 - 4) от 7,0 до 56 м;
 - 5) от 7,0 до 28 м.
9. Передатчик работает на длине волны $\lambda = 60$ м. Индуктивность колебательного контура передатчика $L = 1,5$ мГн. Емкость колебательного контура равна:
- 1) 2,7 пФ;
 - 2) 1,4 пФ;
 - 3) 0,68 пФ;
 - 4) 0,34 пФ;
 - 5) 0,17 пФ.
10. Частота повторения импульсов радиолокатора $\nu = 1000$ Гц, длительностью самого импульса можно пренебречь. Максимальная дальность обнаружения цели локатором равна:
- 1) 30,0 км;
 - 2) 150 км;
 - 3) 300 км;
 - 4) $1,50 \cdot 10^3$ км;
 - 5) $3,00 \cdot 10^3$ км.

Тест В1

1. Кривая зависимости силы тока I от времени t в колебательном контуре приведена на рисунке 25.3. Сила тока в момент времени $t = 0,0117$ с равна ... мкА.
2. Частота колебаний в колебательном контуре $\nu = 10$ кГц. Амплитудное значение силы тока в контуре $I_0 = 0,10$ А. Максимальный заряд на обкладках конденсатора равен ... мкКл.
3. Заряд на обкладках конденсатора входного контура приемника изменяется по закону $q = 4,0 \cdot 10^{-6} \sin 6,25 \cdot 10^6 t$. Емкость входного контура приемника $C = 80$ пФ. Индуктивность входного контура приемника равна ... мГн.
4. В электрическом колебательном контуре индуктивность катушки $L = 5,0$ мкГн. Если частота электромагнитных колебаний в контуре $\nu = 50$ кГц, то емкость конденсатора в контуре равна ... мкФ.

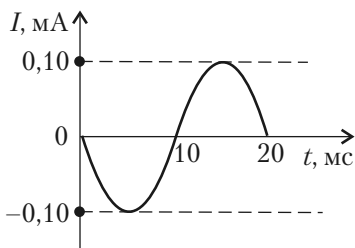


Рис. 25.3

5. Максимальная сила тока в идеальном колебательном контуре $I_0 = 1,0$ мА, а максимальный заряд на обкладке конденсатора в этом контуре $q_0 = \frac{10}{\pi}$ мкКл. Частота электромагнитных колебаний, исходящих в контуре, равна ... с⁻¹.
6. Энергия заряженного конденсатора в идеальном колебательном контуре через $\frac{1}{6}$ периода свободных колебаний после подключения конденсатора к катушке индуктивности уменьшится в ... раз (раза).
7. Энергия электромагнитных колебаний в колебательном контуре $W = 0,50$ мДж, частота колебаний $\nu = 400$ кГц. Если максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_0 = 50$ нКл, то индуктивность катушки, включенной в контур, составляет ... мГн.
8. В начальный момент времени конденсатор полностью заряжен. Период электромагнитных колебаний $T = 0,0020$ с. Наименьший промежуток времени, через который энергия электромагнитных колебаний в контуре распределится поровну между катушкой и конденсатором, составляет ... мс.
9. В колебательном контуре радиоприемника происходят свободные электромагнитные колебания. Если максимальный заряд конденсатора $q = 10,0$ нКл, а максимальный ток $I = 0,100$ А, то длина волны, на которую настроен контур, равна ... м.
10. Локатор испускает импульсы частотой $\nu = 4,0$ кГц. Период электромагнитной волны $T = 2,0$ мкс. Максимальная и минимальная дальности обнаружения цели локатором равны ... км.

Тест В2

1. График зависимости силы тока I в колебательном контуре от времени t приведен на рисунке 25.4. Заряд на обкладках конденсатора в момент времени $t = 0,025$ с составляет ... мКл.
2. Катушка с индуктивностью $L = 31$ мГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин $S = 20$ см² и расстоянием между ними $d = 1$ см. Если амплитуда силы тока получив-

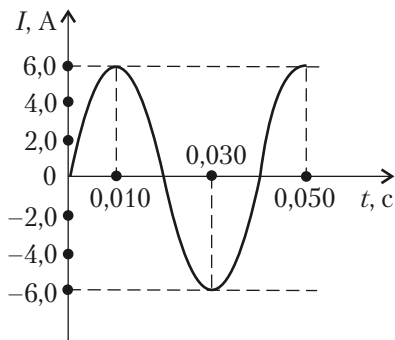


Рис. 25.4

шегося контура $I_0 = 0,2$ мА, а амплитуда напряжения $U_0 = 10$ В, то диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей конденсатор, составляет

3. Максимальное напряжение U в идеальном колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью $L = 6,00$ мГн и конденсатора емкостью $C = 2600$ пФ, равно 12,0 В. Число витков в катушке $N = 40$. Максимальное значение магнитного потока равно ... нВб.
4. В электрическом колебательном контуре сила тока изменяется по закону $I = 0,10 \cos 500t$. Емкость конденсатора в контуре $C = 4,0$ мкФ. Максимальное напряжение на обкладках конденсатора равно ... В.
5. Конденсатор подключили к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10,0$ В. Затем его отсоединили от источника и подключили к идеальной катушке, индуктивность которой $L = 20$ мГн. В образовавшемся колебательном контуре возникли электромагнитные колебания с частотой $\nu = 660$ Гц. Максимальное значение силы тока в колебательном контуре равно ... А.
- 6*. В электрическом колебательном контуре напряжение на обкладках конденсатора и сила тока в катушке индуктивности изменяются по законам: $U = 3,0 \cos(6,0 \cdot 10^3 t)$ В и $I = 2,0 \sin(6,0 \cdot 10^3 t)$ А. Индуктивность катушки равна ... мГн.
7. Заряженный конденсатор замкнули на катушку индуктивности. Период электромагнитных колебаний в контуре $T = 0,12$ мс. Энергия магнитного поля в катушке будет в 3 раза больше энергии электрического поля в конденсаторе через время после подключения, равное ... мкс.
8. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,20$ Гн и конденсатора емкостью $C = 10$ мкФ. Конденсатор зарядили до напряжения $U_0 = 4,0$ В и он начал разряжаться. В момент, когда энергия контура поровну распределится между электрическим и магнитным полями, сила тока в контуре составит ... мА.
9. Длина волны, на которую настроен приемный контур с конденсатором, емкость которого $C = 6,0$ пФ, если в катушке контура при скорости изменения силы тока $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 4,0$ А/с возникает ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} = 0,30$ В, равна ... км.
- 10*. В колебательном контуре радиоприемника при резонансе отношение максимальных значений напряжения на конденсаторе к току в катушке индуктивности $k = 3,0$, а электроемкость конденсатора $C = 50$ нФ. Радиоприемник настроен на длину волны, равную ... км.

§ 26. Переменный электрический ток

Переменный ток получают при помощи генератора переменного тока, принцип действия которого состоит во вращении рамки в магнитном поле. Модуль ЭДС индукции \mathcal{E}_i в рамке из N витков, вращающейся в магнитном поле с модулем индукции B , определяется выражением

$$\mathcal{E}_i = BS\omega N \sin \omega t,$$

где S — площадь рамки; ω — угловая скорость вращения. Амплитуда (максимальное значение) ЭДС индукции $\mathcal{E}_0 = BS\omega N$.

Если концы рамки замкнуты на резистор сопротивлением R , то сила тока $I = \frac{BSN\omega}{R} \sin \omega t$; амплитуда силы тока $I_0 = \frac{BSN\omega}{R}$.

Под *действующим значением* I_d силы переменного тока (напряжения U_d) понимают силу (напряжение) такого постоянного тока, при прохождении которого в цепи выделялось бы за 1 с такое же количество теплоты, как при прохождении переменного тока:

$$I_d = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad U_d = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

Средняя мощность переменного тока за длительный промежуток времени

$$\langle P \rangle = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{U_0^2}{2R} = \frac{I_0 U_0}{2} = I_d U_d = I_d^2 R = \frac{U_d^2}{R}.$$

Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока ограничивают силу тока, оказывая сопротивление прохождению тока.

Емкостное сопротивление конденсатора

$$X_c = \frac{1}{\omega C},$$

где ω — циклическая частота переменного тока; C — емкость конденсатора. **Индуктивное сопротивление** $X_L = \omega L$, где L — индуктивность катушки.

Если в цепь переменного тока последовательно включить резистор сопротивлением R , конденсатор емкостью C и катушку индуктивностью L , то полное сопротивление цепи переменного тока

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}.$$

Сила тока в такой цепи $I_{\text{д}} = \frac{U_{\text{д}}}{Z}$.

Если $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$, то сопротивление цепи минимальное, а сила тока максимальная.

Это явление называется *резонансом напряжения*, а $\omega_{\text{рез}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ — *резонансной частотой*.

Для преобразования напряжения и силы переменного тока служит **трансформатор**.

Отношение числа n_1 витков в первичной катушке к числу витков n_2 во вторичной катушке называется *коэффициентом трансформации*:

$$k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_{\text{д1}}}{U_{\text{д2}}} = \frac{I_{\text{д2}}}{I_{\text{д1}}}.$$

Тест А1

- Циклическая частота переменного тока $\omega = 200\pi$ рад/с. Период переменного тока равен:
1) 0,020 с; 3) 0,0050 с; 5) 0,0020 с.
2) 0,010 с; 4) 0,0025 с;
- Напряжение зажигания неоновой лампы $U_3 = 280$ В. Вольтметр показывает, что в сети переменного тока частотой $\nu = 50$ Гц напряжение $U = 220$ В. При таком напряжении происходит следующее:
1) лампа гореть не будет;
2) лампа будет гореть прерывисто;
3) лампа будет гореть непрерывно;
4) в сети переменного тока неоновая лампа вообще не горит;
5) недостаточно данных для решения.
- Рамка вращается в однородном магнитном поле. ЭДС индукции, возникающая в рамке, изменяется по закону $\mathcal{E} = 80 \sin 100\pi t$. Действующее значение напряжения $U_{\text{д}}$ и время T одного оборота рамки равны:
1) 80 В; 0,02 с; 3) $\frac{80}{\sqrt{2}}$ В; 0,04 с; 5) $\frac{80}{\sqrt{2}}$ В; 0,01 с.
2) $\frac{80}{\sqrt{2}}$ В; 100π с; 4) $\frac{80}{\sqrt{2}}$ В; 0,02 с;

4. Рамка из десяти проволочных витков вращается в однородном магнитном поле. Магнитный поток, пронизывающий рамку, изменяется по закону $\Phi = 0,020 \cos 100\pi t$. Зависимость модуля возникающей при этом ЭДС от времени имеет вид:
- 1) $6,3 \cos 100\pi t$; 3) $6,3 \sin 100\pi t$; 5) $98 \sin 100\pi t$.
2) $63 \cos 100\pi t$; 4) $63 \sin 100\pi t$;
5. Начальная ЭДС индукции в рамке, вращающейся в магнитном поле, равна нулю. Если амплитудное значение ЭДС в рамке $\mathcal{E}_0 = 100$ В, то через промежуток времени $t = \frac{1}{12}T$, где T — период вращения, мгновенное значение ЭДС равно:
- 1) 100 В; 3) 70,7 В; 5) 41,4 В.
2) 86,6 В; 4) 50,0 В;
6. Прямоугольная рамка площадью $S = 100 \text{ см}^2$ имеет витки в количестве $N = 200$ и вращается в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,020$ Тл. Ось вращения рамки перпендикулярна силовым линиям магнитного поля. Амплитудное значение ЭДС индукции \mathcal{E}_{\max} , возникающей в рамке, равно 0,5 В. Частота вращения рамки равна:
- 1) 10 об/с; 3) 6 об/с; 5) 2 об/с.
2) 8 об/с; 4) 4 об/с;
7. Напряжение на первичной обмотке трансформатора $U_1 = 220$ В, сила тока $I_1 = 0,50$ А. На клеммах вторичной обмотки трансформатора напряжение $U_2 = 22$ В, сила тока во вторичной цепи $I_2 = 4,0$ А. КПД трансформатора равен:
- 1) 75 %; 3) 85 %; 5) 92 %.
2) 80 %; 4) 90 %;
8. В сеть переменного тока частотой ν включены конденсатор емкостью C и катушка с индуктивностью L . Отношение индуктивного сопротивления к емкостному равно:
- 1) $2\pi\nu^2 LC$; 3) $\frac{\nu^2 LC}{4\pi^2}$; 5) $\frac{L}{C}$.
2) $4\pi^2 \nu^2 LC$; 4) $\frac{\nu^2 LC}{2\pi^2}$;
9. Действующее значение напряжения на клеммах катушки индуктивностью $L = 12$ Гн $U_d = 220$ В. Частота переменного тока $\nu = 50$ Гц. Амплитудное значение силы тока в катушке равно:
- 1) 0,58 А; 3) 1,0 А; 5) 1,7 А.
2) 0,83 А; 4) 1,2 А;

10. Трансформатор содержит в первичной обмотке витки в количестве $n_1 = 840$ и повышает напряжение от $U_1 = 220$ В до $U_2 = 660$ В. Число витков во вторичной обмотке равно:
- 1) 280; 3) $2,70 \cdot 10^3$; 5) $5,04 \cdot 10^3$.
2) $2,52 \cdot 10^3$; 4) $2,80 \cdot 10^3$;

Тест А2

1. Рамка из двадцати витков площадью $S = 300 \text{ см}^2$ каждый вращается в однородном магнитном поле с угловой скоростью $\omega = 31,4$ рад/с вокруг оси, перпендикулярной вектору индукции B магнитного поля, модуль которого $B = 0,100$ Тл. В начальный момент нормаль к плоскости рамки составляет $\alpha = 60^\circ$ с линиями магнитной индукции. ЭДС индукции на концах рамки зависит от времени по закону:
- 1) $\mathcal{E} = 1,88 \sin\left(31,4t + \frac{\pi}{6}\right)$ В; 4) $\mathcal{E} = 18,8 \sin\left(31,4t + \frac{\pi}{3}\right)$ В;
2) $\mathcal{E} = 1,88 \sin\left(31,4t + \frac{\pi}{3}\right)$ В; 5) $\mathcal{E} = 18,8 \sin\left(31,4t + \frac{\pi}{6}\right)$ В.
3) $\mathcal{E} = 1,88 \sin\left(31,4t + \frac{\pi}{3}\right)$ В;
2. Полагая, что напряжение в сети изменяется по закону синуса и начальная фаза $\varphi_0 = \frac{\pi}{12}$, определите мгновенное значение напряжения в момент времени $t = \frac{1}{1200}$ с. Действующее напряжение $U_d = 220$ В, частота $\nu = 50$ Гц.
- 1) 102,4 В; 3) 155,6 В; 5) $220\sqrt{2}$ В.
2) 124,6 В; 4) 220 В;
3. В начальный момент времени напряжение на клеммах генератора переменного тока равно амплитудному, $U_0 = 100$ В. Частота переменного тока $\nu = 50$ Гц. Напряжение на клеммах генератора через $\Delta t = \frac{1}{300}$ с равно:
- 1) 40 В; 2) 60 В; 3) 87 В; 4) 50 В; 5) 71 В.
4. В сеть переменного тока напряжением $U = 220$ В и частотой $\nu = 50$ Гц включили конденсатор. Амплитудное значение силы тока в конденсаторе $I_0 = 0,20$ А. Емкость этого конденсатора равна:
- 1) 2,0 мкФ; 3) $9,1 \cdot 10^{-4}$ мкФ; 5) $5,0 \cdot 10^{-3}$ мкФ.
2) 2,9 мкФ; 4) 7,8 мкФ;

5. Количество теплоты, которое выделяется за время $t = 10,0$ мин в кипятильнике сопротивлением $R = 110$ Ом, включенном в сеть переменного тока, напряжение в которой изменяется по закону $U = 311\sin 314t$, равно:
1) 264 кДж; 3) 373 кДж; 5) 460 кДж.
2) 528 кДж; 4) 412 кДж;
6. Соленоид, индуктивность которого $L = 100$ мГн, с активным сопротивлением обмотки $R = 25,0$ Ом включен вначале в сеть постоянного тока, а затем в сеть переменного тока частотой $\nu = 50$ Гц. Действующее значение напряжения в сети переменного тока равно напряжению в сети постоянного тока. Отношение сил токов $\frac{I_1}{I_2}$ равно:
1) 1,26; 3) 1,48; 5) 2,23.
2) 1,41; 4) 1,61;
7. В первичной обмотке идеального трансформатора содержатся витки в количестве $N = 200$, ток в ней $I_1 = 0,50$ А и к ней подведена мощность $P = 1,0$ кВт. Напряжение на вторичной обмотке $U_2 = 200$ В. Число витков во вторичной обмотке равно:
1) 10; 3) 40; 5) $20 \cdot 10^3$.
2) 20; 4) 50;
8. Длина воздушной линии электропередачи $l = 600$ км. Частота передаваемого напряжения $\nu = 50$ Гц. Сдвиг по фазе напряжения в начале и конце линии равен:
1) 0,050 рад; 3) $0,2\pi$ рад; 5) $0,4\pi$ рад.
2) $0,1\pi$ рад; 4) $0,3\pi$ рад;
9. Отношение числа витков вторичной и первичной обмоток трансформатора составляет 12,5. Если сила тока в нагрузке $I_n = 2,0$ А, то сила тока в первичной обмотке идеального трансформатора равна:
1) 6,3 А; 3) 1,8 А; 5) 13 А.
2) 50 А; 4) 25 А;
10. Трансформатор с коэффициентом трансформации $k = 10$ понижает напряжение с $U_1 = 10$ кВ до $U_2 = 800$ В. Если действующее значение силы тока во вторичной обмотке $I_2 = 2$ А, то ее сопротивление R_2 равно:
1) 0,1 кОм; 3) 0,3 кОм; 5) 0,5 кОм.
2) 0,2 кОм; 4) 0,4 кОм;

Тест В1

1. Квадратная рамка со стороной $a = 10$ см вращается в однородном магнитном поле с угловой скоростью $\omega = 300$ рад/с. Модуль индукции магнитного поля $B = 20$ мТл. Сопротивление рамки $R = 10$ Ом, ось вращения рамки перпендикулярна к линиям магнитной индукции. Максимальная сила тока в рамке равна ... мА.
- 2*. К участку цепи переменного тока приложено напряжение $U_{\text{д}} = 220$ В. Сопротивления резисторов $R_1 = 1000$ Ом, $R_2 = 200$ Ом, $R_3 = 500$ Ом. В цепь включен идеальный диод D (рис. 26.1). Средняя мощность, выделенная в такой цепи, равна ... Вт.
3. Сила переменного тока в цепи с активным сопротивлением R изменяется по закону $I = 8,6 \sin 100\pi t$ А. Если за период T на нагрузке выделилось количество теплоты $Q = 13,5$ Дж, то сопротивление R нагрузки равно ... Ом.
4. В цепь переменного тока частотой $\nu = 4000$ Гц включены последовательно соединенные конденсатор, резистор и катушка. Индуктивность катушки $L = 0,12$ Гн. Резонанс напряжений в такой цепи наблюдается, если емкость конденсатора равна ... нФ.
5. В сеть переменного тока с действующим напряжением $U = 220$ В и циклической частотой $\omega = 314$ рад/с последовательно включены резистор с сопротивлением $R = 200$ Ом, конденсатор емкостью $C = 22$ мкФ и катушка индуктивностью $L = 2,0$ Гн. Амплитуда тока в цепи равна ... А.
6. Цепь переменного тока состоит из последовательно соединенных резистора $R = 80,0$ Ом, индуктивного и емкостного сопротивления, величины которых $x_L = x_C = 800$ Ом. Напряжение в цепи переменного тока $U = 1000$ В. Падение напряжения на индуктивном и емкостном сопротивлениях равно ... кВ.
7. Конденсатор, подключенный к электрической цепи переменного тока с частотой $\nu_1 = 50$ Гц и действующим напряжением $U = 220$ В, имеет сопротивление $x_C = 800$ Ом. Если частоту увеличить до $\nu_2 = 400$ Гц, то максимальное значение силы тока через конденсатор составит ... А.

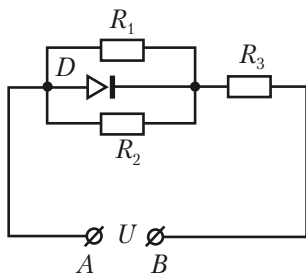


Рис. 26.1

- 8*. Неоновая лампа включена в сеть на время $t = 30$ мин. Лампа зажигается и гаснет, когда напряжение на ее электродах равно действующему. Такая лампа будет гореть ... мин.
9. Чтобы от электростанции мощностью $P = 5,00$ МВт было передано 99,5 % энергии, в линии электропередачи сопротивлением $R = 36$ Ом необходимо повысить напряжение до ... кВ.
10. Силовой трансформатор рассчитан на мощность $P = 10,0$ кВт. КПД трансформатора $\eta = 95,0$ %. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора $U_2 = 230$ В. Сила тока во вторичной обмотке трансформатора равна ... А.

Тест В2

1. В начальном положении нормаль к рамке совпадает с направлением силовых линий индукции магнитного поля. Рамка площадью $S = 100$ см² состоит из витков в количестве $N = 200$ и вращается в магнитном поле, модуль индукции которого $B = 10,0$ мТл, совершая 10 оборотов в секунду. ЭДС индукции \mathcal{E}_i в рамке через время $\Delta t = \frac{1}{120}$ с после начального положения рамки равна ... В.

2. В сеть переменного тока с действующим напряжением $U = 220$ В включена схема, состоящая из двух идеальных диодов и трех одинаковых резисторов сопротивлением $R = 5,0$ кОм каждый (рис. 26.2). Мощность, которая выделяется на резисторах, составляет ... Вт.

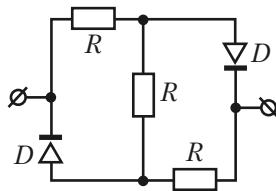


Рис. 26.2

- 3*. Резистор сопротивлением $R_2 = 240$ Ом включен в цепь переменного тока с действующим напряжением $U_d = 220$ В. Сопротивления резисторов в приведенной схеме (рис. 26.3) $R_1 = 120$ Ом, $R_3 = R_4 = 300$ Ом. В цепь включен идеальный диод D . Мощность, которая выделится на резисторе R_2 , равна ... Вт.

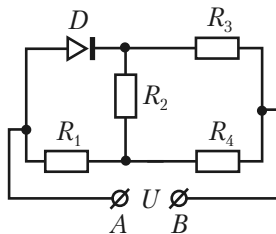


Рис. 26.3

4. Лампочку мощностью $P = 60$ Вт, рассчитанную на напряжение $U_{д1} = 127$ В, нужно включить в сеть переменного тока с действующим напряжением $U_{д2} = 220$ В. Индуктивность катушки, которую нужно включить по-

следовательно с лампочкой, чтобы лампочка горела полным накалом, составляет ... Гн. Частота переменного тока $\nu = 50$ Гц.

5. Лампочку мощностью $P = 60$ Вт, рассчитанную на напряжение $U_{д1} = 120$ В, нужно включить в сеть переменного тока частотой $\nu = 50$ Гц и напряжением $U_{д2} = 220$ В. Для того чтобы лампочка горела полным накалом, нужно последовательно включить конденсатор емкостью ... мкФ.
6. В цепь последовательно включены резистор $R = 50$ Ом, катушка индуктивностью $L = 100$ мГн и конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ. Напряжение в цепи $U = 400$ В. Резонанс напряжений наступит при частоте переменного тока, равной ... кГц. При резонансе напряжений сила тока равна ... А.
7. Неоновая лампочка включена в электросеть. Лампочка загорается и гаснет при напряжении на ее электродах, в $n = 2$ раза меньшем амплитудного значения напряжения в сети. В этом случае продолжительность одной вспышки лампочки больше промежутка между вспышками в ... раз (раза).
8. Вольтметр, подключенный к электродвигателю переменного тока, показал $U = 220$ В, а амперметр $I = 12$ А. Ваттметр, подключенный к двигателю, показал мощность $P = 2400$ Вт. Сдвиг фаз между током и напряжением равен ... град.
9. В пункте А установлен повышающий трансформатор, в пункте В — понижающий. Сопротивление соединяющей их линии $R = 15$ Ом. Коэффициент трансформации понижающего трансформатора $k = 10$, в цепи его вторичной обмотки потребляется мощность $P = 9,5$ кВт при действующей силе тока $I = 80$ А. Действующее напряжение на вторичной обмотке повышающего трансформатора равно ... кВ.
10. От подстанции к потребителю передается мощность $P_1 = 62,0$ кВт. Электропередача осуществляется при напряжении $U_1 = 6200$ В. Мощность P_2 , которую получит потребитель, если сопротивление линии электропередачи $R = 5,00$ Ом, составляет ... кВт.

Обобщающий тест № 7

1. Если уравнение движения тела, совершающего гармонические колебания, имеет вид $x = 0,1 \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (м), то амплитуда и частота

колебаний равны:

- | | | |
|------------------|----------------------|------------------|
| 1) 0,1 м; 1 Гц; | 3) 0,1 м; 5π Гц; | 5) 0,1 м; 10 Гц. |
| 2) 0,1 см; 5 Гц; | 4) 0,1 м; 5 Гц; | |

2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,20 \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (м). Модуль максимальной скорости равен:
- 1) $0,80\pi$ м/с; 3) $0,40\pi$ м/с; 5) $0,20$ м/с.
 2) $0,80$ м/с; 4) $0,40$ м/с;
3. Масса горизонтального пружинного маятника $m = 0,50$ кг, жесткость пружины $k = 100$ Н/м. Тело сместили из положения равновесия на величину $x_0 = 10$ см и толкнули, сообщив ему скорость $v_0 = 1,0$ м/с. Амплитуда колебаний такого маятника равна:
- 1) $6,0$ см; 3) 10 см; 5) 24 см.
 2) $9,0$ см; 4) 12 см;
4. Для того чтобы периоды колебаний одного и того же тела маятника длиной $l = 20$ см и пружинного маятника с жесткостью пружины $k = 30$ Н/м были одинаковы, масса колеблющегося тела должна быть равна:
- 1) $0,20$ кг; 3) $0,45$ кг; 5) $0,90$ кг.
 2) $0,30$ кг; 4) $0,60$ кг;
5. Вагон массой $m = 80$ т имеет четыре рессоры. Жесткость каждой рессоры $k = 203$ кН/м. Чтобы вагон сильно раскачивало, толчки от ударов о стыки рельсов должны повторяться через промежутки времени, равные:
- 1) $1,0$ с; 3) $2,0$ с; 5) $4,0$ с.
 2) $1,5$ с; 4) $2,5$ с;
6. Разность фаз колебаний точек, координаты которых $x_1 = 1,0$ м, $x_2 = 4,0$ м, в плоской поперечной волне (рис. 1), распространяющейся вдоль оси Ox (источник колебаний находится в точке O), равна:
- 1) $\frac{\pi}{2}$; 2) π ; 3) $\frac{3\pi}{2}$; 4) 2π ; 5) $\frac{5\pi}{2}$.
7. Разность фаз между двумя точками звуковой волны $\Delta\varphi = 5\pi$ рад. Разность хода этих точек от источника колебаний $\Delta r = 25$ см. Если модуль скорости звуковой волны $v = 340$ м/с, то частота колебаний источника равна:
- 1) $1,2$ кГц; 3) $3,4$ кГц; 5) $6,8$ кГц.
 2) $2,4$ кГц; 4) $5,6$ кГц;

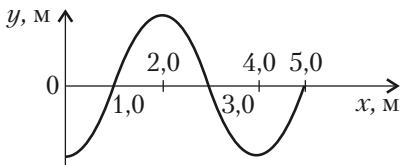


Рис. 1

8. При измерении глубины моря с помощью эхолота от послышки звукового сигнала до его возвращения прошло время $t = 1,8$ с. Если модуль скорости звука в воде $v = 5000$ м/с, то глубина моря равна:
1) 1,5 км; 3) 4,5 км; 5) 7,0 км.
2) 2,3 км; 4) 5,0 км;
9. Если емкость конденсатора $C = 5,0$ мкФ, а индуктивность катушки колебательного контура $L = 5,0 \cdot 10^{-6}$ Гн, то период электромагнитных колебаний в контуре составляет:
1) $3,1 \cdot 10^{-6}$ с; 3) $3,1 \cdot 10^{-5}$ с; 5) $3,1 \cdot 10^{-4}$ с.
2) $6,3 \cdot 10^{-6}$ с; 4) $6,3 \cdot 10^{-5}$ с;
10. В колебательном контуре напряжение на обкладках конденсатора и сила тока в катушке индуктивности изменяются по законам $U = 3,0 \cos 6,0 \cdot 10^3 t$ В и $I = 2,0 \sin 6,0 \cdot 10^3 t$ А. Индуктивность катушки равна:
1) 12 мГн; 3) 0,25 мГн; 5) 1,1 мГн.
2) 0,12 мГн; 4) 0,42 мГн;
11. Максимальная сила тока в идеальном колебательном контуре $I_0 = 10$ мА, а максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_0 = \frac{10}{\pi}$ мкКл. Частота электромагнитных колебаний, происходящих в контуре, равна:
1) 50 Гц; 3) 0,25 кГц; 5) 1,0 кГц.
2) 0,10 кГц; 4) 0,50 кГц;
12. Если сила тока в цепи идеального колебательного контура изменяется по закону $I = 1,0 \sin(10^4 t)$ (мА), а индуктивность катушки $L = 10$ мГн, то емкость конденсатора контура равна:
1) 0,50 мкФ; 3) 2,4 мкФ; 5) 10 мкФ.
2) 1,0 мкФ; 4) 5,2 мкФ;
13. Колебательный контур радиоприемника содержит катушку индуктивностью $L = 10,0$ мГн и два параллельно соединенных конденсатора емкостями $C_1 = 360$ нФ и $C_2 = 400$ нФ. Контур настроен на длину волны:
1) 56,5 км; 3) 2,52 км; 5) 360 м.
2) 37,7 км; 4) 1,67 км;
14. Максимальный заряд от пришедшей электромагнитной волны на конденсаторе колебательного контура $q_0 = 10,0$ нКл, а максималь-

ная сила тока в контуре $I_0 = 0,100$ А. Длина волны, на которую настроен колебательный контур, составляет:

- 1) 64,5 м; 3) 188 м; 5) 834 м.
2) 129 м; 4) 236 м;

15. Емкость конденсатора колебательного контура $C_1 = 56$ нФ. Индуктивность, которую должен иметь колебательный контур, чтобы его можно было настроить на длину волны $\lambda_1 = 40$ м, составляет:

- 1) 2,0 нГн; 3) 5,6 нГн; 5) 12 нГн.
2) 2,8 нГн; 4) 8,0 нГн;

16. По международному соглашению длина радиоволны для экстренной связи $\lambda = 0,60$ км. Поэтому корабли передают сигнал бедствия SOS на частоте ν , равной:

- 1) 0,50 МГц; 3) 2,0 МГц; 5) 6,0 МГц.
2) 1,5 МГц; 4) 3,0 МГц;

17. Действующее значение напряжения в сети переменного тока $U_d = 220$ В. В начальный момент времени напряжение $U = 0$. Через $\frac{1}{8}$ периода напряжение в сети равно:

- 1) 110 В; 3) 156 В; 5) 220 В.
2) 141 В; 4) 169 В;

18. Рамка площадью $S = 200$ см² вращается в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,10$ Тл. Число витков в рамке $N = 200$, а частота вращения $\nu = 10$ с⁻¹. Действующее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно:

- 1) 18 В; 3) 36 В; 5) 94 В.
2) 24 В; 4) 72 В;

19. Трансформатор включен в сеть с действующим напряжением $U_{d1} = 220$ В и обеспечивает в нагрузке действующее значение силы тока $I_{d2} = 6,0$ А. Отношение числа витков вторичной и первичной обмоток $\frac{n_2}{n_1} = 0,25$. Если потерями энергии в первичной обмотке можно пренебречь и сопротивление вторичной обмотки $R_2 = 3,00$ Ом, то действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора составляет:

- 1) 24 В; 3) 42 В; 5) 64 В.
2) 37 В; 4) 56 В;

20. В цепь к клеммам 1—2 приложено переменное напряжение, действующее значение которого $U_n = 220$ В. Сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = R_3 = 0,20$ кОм, диод D — идеальный (рис. 2). Мощность, которая выделяется в данной цепи, равна:

- 1) 0,10 кВт; 3) 0,70 кВт; 5) 1,5 кВт.
2) 0,30 кВт; 4) 1,2 кВт;

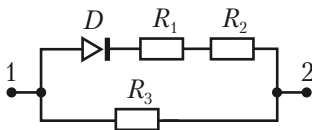


Рис. 2