ЕГЭНИЙ · ФИЗИКА · 9–11 КЛАСС · ОГЭ / ЕГЭ

Колебания и волны

ЕГЭНИЙ
egeniy.ru

Рабочая тетрадь: механические и электромагнитные колебания, волны, переменный ток

8 разделов теории | 10 разобранных примеров | 100 заданий: от 9 класса до части 2 ЕГЭ

Ученик: _____

Начата: _____ Закончена: _____

Договорённости (если не сказано иное): g = 10 м/с²; $\pi \approx 3{,}14$; в формулах периода удобно $\pi^2 \approx 10$; звук: 340 м/с в воздухе, 1500 м/с в воде; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Как работать. Каждый раздел: теория → разобранный пример → задания. Ответ записывай в поле справа, решение — в тетради. Блок Н оформляется полностью: рисунок, законы, система уравнений, расчёт. Задания внутри каждого блока идут от простых к сложным.

1. Основные понятия · 9 класс

Колебания — движения или процессы, повторяющиеся через равные промежутки времени. **Свободные** колебания идут за счёт начального запаса энергии, **вынужденные** — под действием периодической внешней силы. При совпадении частоты внешней силы с собственной частотой системы амплитуда резко растёт — это **резонанс**.

Величина	Формула	Смысл
Амплитуда A	—	наибольшее отклонение от положения равновесия
Период T, с	$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu}$	время одного полного колебания
Частота ν, Гц	$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$	число колебаний за 1 с
Путь за период	$s = 4A$	за $\frac{T}{2}$ — $2A$, за $\frac{T}{4}$ из крайней точки или из равновесия — A
Математический маятник	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	не зависит от массы и малой амплитуды
Пружинный маятник	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	не зависит от g и амплитуды
Энергия	$W = \frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2_{max}}{2}$	в крайней точке вся энергия потенциальная, в равновесии — кинетическая
Волна	$\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$	длина волны — путь волны за один период

Пример 1. Груз на пружине за 6 с прошёл путь 72 см, амплитуда 3 см. Найдите период и частоту.

t = 6 с
s = 72 см
A = 3 см
———
T, ν — ?

За один период путь $4A$ = 12 см. Число периодов $N = \frac{72}{12} = 6$.

$T = \frac{t}{N} = \frac{6\text{ с}}{6} = 1$ с, $\nu = \frac{1}{T} = 1$ Гц.

Ответ: 1 с; 1 Гц

Задания A. Основные понятия колебаний

9 класс · ОГЭ · № 1–14

1 Груз на пружине совершил 40 колебаний за 20 с. Найдите период и частоту колебаний.
Ответ: _____

2 Частота колебаний 25 Гц. Найдите период и число колебаний за 2 мин.
Ответ: _____

3 Амплитуда колебаний 6 см. Какой путь проходит тело за 2,5 периода?
Ответ: _____

4 Тело колеблется с амплитудой 4 см и за 12 с проходит путь 96 см. Найдите период колебаний.
Ответ: _____

5 Груз проходит путь от положения равновесия до крайней точки за 0,1 с. Найдите период и частоту.
Ответ: _____

6 Найдите период математического маятника длиной 64 см.
Ответ: _____

7 Найдите период колебаний груза массой 100 г на пружине жёсткостью 10 Н/м.
Ответ: _____

8 Качели можно считать маятником длиной 2,5 м. С каким периодом нужно их подталкивать, чтобы раскачать сильнее всего? Как называется это явление?
Ответ: _____

9 Как изменится частота математического маятника, если длину нити увеличить в 16 раз?
Ответ: _____

10 Длины двух маятников 1 м и 0,25 м. Найдите отношение их периодов.
Ответ: _____

11 Когда массу груза пружинного маятника увеличили на 300 г, период вырос в 2 раза. Найдите начальную массу груза.
Ответ: _____

12 Груз на пружине жёсткостью 50 Н/м колеблется с амплитудой 4 см. Найдите энергию колебаний.
Ответ: _____

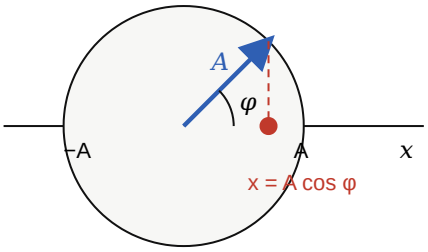
13 Найдите длину волны звука частотой 680 Гц в воздухе.
Ответ: _____

14 Длина волны 4 м, скорость её распространения 8 м/с. Найдите период колебаний частиц.
Ответ: _____

2. Уравнение гармонических колебаний · 10 класс

Гармонические колебания — колебания, при которых координата меняется по закону косинуса (или синуса). Их удобно представлять как проекцию точки, равномерно вращающейся по окружности радиусом A: угол поворота $\varphi = \omega t + \varphi_0$ — это **фаза**.

$$x = A\cos(\omega t + \varphi_0) \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$



Гармоническое колебание — проекция вращения

ω — **циклическая частота** (рад/с), φ_0 — начальная фаза. Если при $t = 0$ тело в крайней точке $x = A$, удобно писать косинус; если в положении равновесия — синус.

Величина	Закон	Наибольшее значение
Координата	$x = A\cos\omega t$	A
Скорость	$v_x = -A\omega\sin\omega t$	$v_{max} = A\omega$
Ускорение	$a_x = -A\omega^2\cos\omega t = -\omega^2 x$	$a_{max} = A\omega^2$

Полезные времена (от положения равновесия): до $\frac{A}{2}$ — $\frac{T}{12}$, до A — $\frac{T}{4}$. От крайней точки до $\frac{A}{2}$ — $\frac{T}{6}$. Скорость максимальна в положении равновесия, ускорение — в крайних точках и всегда направлено к положению равновесия.

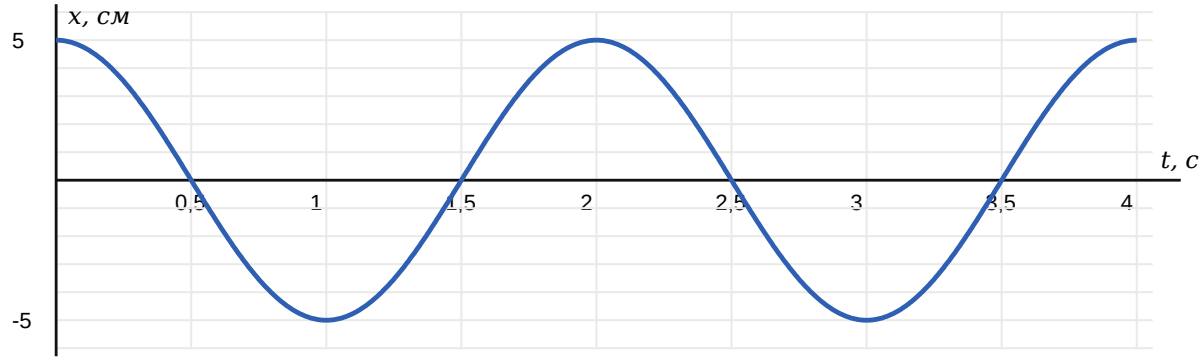


Рис. 1. График колебаний (задания 29, 30)

Пример 2. Тело колеблется по закону $x = 0{,}04\cos(5t)$ (м). Найдите период, наибольшую скорость и ускорение в момент, когда $x = 2$ см.

$A = 0{,}04$ м
$\omega = 5$ рад/с
$x = 0{,}02$ м

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{6{,}28}{5} \approx 1{,}26$ с. $v_{max} = A\omega = 0{,}04 \cdot 5 = 0{,}2$ м/с.
$a_x = -\omega^2 x = -25 \cdot 0{,}02 = -0{,}5$ м/с² (ускорение направлено к положению равновесия).

Ответ: ≈ 1,26 с; 0,2 м/с; 0,5 м/с²

Задания B. Уравнение гармонических колебаний

10 класс · № 15–30

15 Колебания описываются уравнением $x = 0{,}05\cos(4\pi t)$ (м). Найдите амплитуду, циклическую частоту, частоту и период.

Ответ: _____

16 Колебания описываются уравнением $x = 0{,}2\sin\dfrac{\pi t}{2}$ (м). Найдите амплитуду и период.

Ответ: _____

17 Амплитуда 3 см, частота 5 Гц, в момент $t = 0$ тело в точке $x = A$. Запишите уравнение $x(t)$.

Ответ: _____

18 $x = 0{,}1\cos(2\pi t)$ (м). Найдите координату тела в моменты 0,25 с и 0,5 с.

Ответ: _____

19 $x = 0{,}04\cos(\pi t)$ (м). Найдите координату в момент $t = \dfrac{1}{3}$ с.

Ответ: _____

20 $x = 0{,}05\cos(20t)$ (м). Найдите наибольшую скорость тела.

Ответ: _____

21 $x = 0{,}02\cos(10t)$ (м). Найдите наибольшее ускорение тела.

Ответ: _____

22 Наибольшая скорость колеблющегося тела 0,6 м/с, амплитуда 3 см. Найдите циклическую частоту и период.

Ответ: _____

23 Наибольшее ускорение тела 8 м/с², наибольшая скорость 2 м/с. Найдите циклическую частоту и амплитуду.

Ответ: _____

24 Тело проходит положение равновесия со скоростью 0,4 м/с, период колебаний 1,57 с. Найдите амплитуду.

Ответ: _____

25 Период колебаний 1,2 с. За какое наименьшее время тело сместится от положения равновесия на $\dfrac{A}{2}$?

Ответ: _____

26 Период колебаний 1,2 с. За какое наименьшее время тело переходит из крайней точки в точку $x = \dfrac{A}{2}$?

Ответ: _____

27 $x = 0{,}06\cos(5\pi t)$ (м). Где находится тело через 0,3 с после начала отсчёта и какой путь оно прошло?

Ответ: _____

28 Циклическая частота 10 рад/с. Найдите модуль ускорения тела в момент, когда смещение равно 2 см.

Ответ: _____

29 По графику на рис. 1 определите амплитуду и период. Запишите уравнение колебаний.

Ответ: _____

30 По графику на рис. 1 найдите наибольшую скорость и наибольшее ускорение тела ($\pi^2 \approx 10$).

Ответ: _____

3. Маятники в разных условиях · 10–11 класс

Нитяной маятник в неинерциальной системе. В формуле периода g заменяется на «эффективное» ускорение $g_{эф}$ — ускорение, с которым падало бы тело относительно этой системы:

Условие	$g_{эф}$	Период нитяного маятника
Лифт, ускорение a вверх	$g + a$	уменьшается
Лифт, ускорение a вниз ($a < g$)	$g - a$	увеличивается
Свободное падение	0	колебаний нет
Вагон, ускорение a горизонтально	$\sqrt{g^2 + a^2}$	уменьшается
Заряд q в поле E (сила qE вниз)	$g + \frac{qE}{m}$	уменьшается

Пружинный маятник в лифте или вагоне колеблется с прежним периодом: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ не содержит g.

Для вертикальной пружины удобно: в равновесии $k\Delta l = mg$, поэтому $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$.

Последовательное соединение пружин:
$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ (две одинаковые: $\frac{k}{2}$)

Параллельное соединение:
$k = k_1 + k_2$ (две одинаковые: $2k$).
Половина пружины имеет жёсткость $2k$.

Пример 3. Маятник длиной 0,9 м находится в лифте, движущемся с ускорением 2,5 м/с², направленным вниз. Найдите период ($\pi^2 \approx 10$).

l = 0,9 м
a = 2,5 м/с² ↓

$g_{эф} = g - a$ = 7,5 м/с². $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{l}{g_{эф}} = 40 \cdot \frac{0{,}9}{7{,}5} = 4{,}8$; $T = \sqrt{4{,}8} \approx 2{,}19$ с.

Без ускорения $T^2 = 40 \cdot 0{,}09 = 3{,}6$, $T \approx 1{,}9$ с — период вырос.

Ответ: ≈ 2,2 с

Пример 4. Груз массой m_1 на пружине колеблется с периодом 0,6 с, груз m_2 — с периодом 0,8 с. Найдите период, если подвесить оба груза.

T^2 пропорционален массе: $T^2 = \frac{4\pi^2}{k}\cdot(m_1 + m_2) = T_1^2 + T_2^2 = 0{,}36 + 0{,}64 = 1$. $T = 1$ с. **Ответ: 1 с**

Задания C. Маятники: период в разных условиях

10–11 класс · ЕГЭ ч. 1 · № 31–48

31 Найдите период математического маятника длиной 10 см. Ответ: _____

32 Какой длины должен быть маятник с периодом 1,2 с? Ответ: _____

33 Маятник длиной 1 м перенесли на планету, где ускорение свободного падения 2,5 м/с². Найдите период на Земле и на планете. Ответ: _____

34 Маятник длиной 1,25 м находится в лифте, который поднимается с ускорением 2,5 м/с². Найдите период. Ответ: _____

35 Лифт опускается с ускорением 5 м/с², направленным вниз. Найдите период маятника длиной 0,5 м в этом лифте. Ответ: _____

36 Что произойдёт с колебаниями математического маятника в свободно падающем лифте? А с колебаниями пружинного маятника?

Ответ: _____

37 Груз массой 200 г на пружине колеблется с периодом 0,4 с. Найдите жёсткость пружины.

Ответ: _____

38 Груз подвесили к пружине, и в равновесии она растянулась на 10 см. Найдите период вертикальных колебаний груза.

Ответ: _____

39 Груз висит на двух одинаковых пружинах, соединённых последовательно. Как изменится период, если оставить одну пружину?

Ответ: _____

40 Груз висел на одной пружине. Как изменится период, если подвесить его на две такие же пружины, соединённые параллельно?

Ответ: _____

41 Период груза на пружине 1,41 с. Пружину разрезали пополам и подвесили груз к одной половине. Найдите новый период.

Ответ: _____

42 Груз массой m_1 на пружине колеблется с периодом 0,3 с, груз m_2 на той же пружине — с периодом 0,4 с. Найдите период, если подвесить оба груза вместе.

Ответ: _____

43 За одно и то же время первый маятник совершил 10 колебаний, второй — 6. Второй маятник длиннее первого на 16 см. Найдите длины маятников.

Ответ: _____

44 Маятниковые часы перенесли на планету, где ускорение свободного падения в 4 раза меньше земного. Сколько часов они покажут за земные сутки?

Ответ: _____

45 Маятник длиной 1 м при каждом колебании задевает гвоздь, вбитый на 75 см ниже точки подвеса (на вертикали). Найдите период таких колебаний.

Ответ: _____

46 Как изменится период груза на пружине, если колебания происходят в лифте, движущемся с ускорением вверх?

Ответ: _____

47 Маятник длиной 1,25 м подвешен в вагоне, который движется горизонтально с ускорением 7,5 м/с². Найдите период малых колебаний.

Ответ: _____

48 В U-образной трубке колеблется вода, длина всего столба жидкости 0,5 м. Найдите период колебаний ($T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{2g}}$).

Ответ: _____

4. Энергия механических колебаний

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2_{\max}}{2} \qquad W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$$

Кинетическая и потенциальная энергия колеблются с частотой 2ν (дважды за период каждая проходит через максимум). При затухании амплитуда уменьшается, а энергия, пропорциональная A^2, уменьшается быстрее: амплитуда в 2 раза меньше — энергия в 4 раза меньше.

Нитяной маятник. Груз, отклонённый на угол α, поднят на $h = l(1 - \cos\alpha)$. Скорость в нижней точке $v = \sqrt{2gh}$, натяжение нити там: $T_н = m(g + \frac{v^2}{l})$.

Пример 5. Груз массой 0,1 кг на пружине жёсткостью 40 Н/м колеблется с амплитудой 5 см. Найдите скорость груза при смещении 3 см.

m = 0,1 кг
k = 40 Н/м
A = 0,05 м
x = 0,03 м

$mv^2 = k(A^2 - x^2) = 40 \cdot (0{,}0025 - 0{,}0009) = 0{,}064$. $v^2 = \frac{0{,}064}{0{,}1} = 0{,}64$; $v = 0{,}8$ м/с.

Ответ: 0,8 м/с

Задания D. Энергия механических колебаний

10–11 класс · ЕГЭ ч. 1 · № 49–60

49 Груз на пружине жёсткостью 400 Н/м колеблется с амплитудой 5 см. Найдите энергию колебаний. Ответ: _____

50 Груз массой 0,5 кг проходит положение равновесия со скоростью 2 м/с. Найдите энергию колебаний. Ответ: _____

51 Груз массой 1 кг на пружине жёсткостью 100 Н/м колеблется с амплитудой 10 см. Найдите наибольшую скорость. Ответ: _____

52 Амплитуда колебаний 10 см. При каком смещении кинетическая энергия равна потенциальной? Ответ: _____

53 Наибольшая скорость груза 2 м/с. Найдите скорость груза при смещении $\frac{A}{2}$. Ответ: _____

54 Груз массой 0,5 кг на пружине жёсткостью 200 Н/м при смещении 3 см имеет скорость 0,8 м/с. Найдите амплитуду. Ответ: _____

55 Маятник длиной 1,6 м отклонили на 60° и отпустили. Найдите скорость груза в нижней точке. Ответ: _____

56 Масса груза маятника из задачи 55 равна 100 г. Найдите силу натяжения нити в нижней точке. Ответ: _____

57 Период колебаний груза 0,4 с. С какой частотой колеблется его кинетическая энергия? Ответ: _____

58 Амплитуда затухающих колебаний уменьшилась в 2 раза. Какая доля энергии колебаний потеряна? Ответ: _____

59 Груз массой 0,2 кг колеблется по закону $x = 0{,}1\cos(10t)$ (м). Найдите полную энергию колебаний. Ответ: _____

60 Колебания маятника затухают. Куда переходит энергия? Почему качели нужно подталкивать в такт? Ответ: _____

5. Механические волны и звук

Волна — распространение колебаний в среде с переносом энергии без переноса вещества. В **поперечной** волне частицы колеблются перпендикулярно направлению распространения, в **продольной** — вдоль него (звук в газах и жидкостях). При переходе в другую среду частота сохраняется, меняются скорость и длина волны.

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu} \qquad \Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda} \qquad y = A\cos(\omega t - kx), \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Точки, отстоящие на λ, колеблются в фазе; на $\frac{\lambda}{2}$ — в противофазе. Высота звука определяется частотой, громкость — амплитудой. Эхо: $s = \frac{vt}{2}$.

Пример 6. Волна описывается уравнением $y = 0{,}01\cos(200\pi t - \pi x)$ (м). Найдите частоту, длину волны и скорость.

$\omega = 200\pi \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 100$ Гц. $\quad k = \pi \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 2$ м. $\quad v = \lambda\nu = 200$ м/с.

Ответ: 100 Гц; 2 м; 200 м/с

Задания E. Механические волны и звук

9–11 класс · № 61–70

61 Длина волны 2 м, частота 170 Гц. Найдите скорость волны. Ответ: _____

62 Поплавок за 30 с совершил 15 колебаний, расстояние между соседними гребнями 3 м. Найдите скорость волны. Ответ: _____

63 Длина волны 2 м. Найдите разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче на расстоянии 0,5 м друг от друга. Ответ: _____

64 Звук частотой 500 Гц идёт в воздухе. Найдите наименьшее расстояние между точками, колеблющимися в противофазе. Ответ: _____

65 Длина звуковой волны в воде 3 м. Найдите частоту звука и длину волны после перехода звука в воздух. Ответ: _____

66 Сигнал эхолота вернулся через 0,4 с. Найдите глубину. Ответ: _____

67 Звук удара по рельсу дошёл по стали (5100 м/с) на 1,4 с раньше, чем по воздуху. На каком расстоянии был удар? Ответ: _____

68 Волна описывается уравнением $y = 0{,}02\cos(100\pi t - 2\pi x)$ (м). Найдите амплитуду, частоту, длину волны и скорость. Ответ: _____

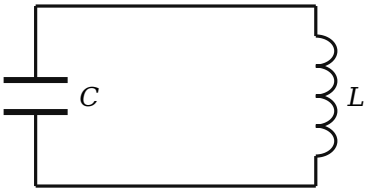
69 Звук частотой 1000 Гц переходит из воздуха в воду. Найдите длины волн в обеих средах. Ответ: _____

70 Расстояние между первым и пятым гребнями волны 12 м, период 1,5 с. Найдите скорость волны. Ответ: _____

6. Электромагнитные колебания · 11 класс

Колебательный контур — конденсатор ёмкостью C и катушка индуктивностью L. Заряженный конденсатор разряжается через катушку, ток создаёт магнитное поле, затем конденсатор перезаряжается — энергия электрического поля переходит в энергию магнитного и обратно.

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad \text{(формула Томсона)} \qquad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



Колебательный контур

Механика	Контур	Формулы контура
смещение x	заряд q	$q = q_m \cos \omega t$
скорость v	сила тока i	$i = -q_m\omega \sin \omega t$, $I_m = q_m\omega$
масса m	индуктивность L	$W_м = \frac{Li^2}{2}$
жёсткость k	величина $\frac{1}{C}$	$W_{эл} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$
$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2_{max}}{2}$	сохранение энергии	$\frac{q_m^2}{2C} = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$

Энергии полей меняются с периодом $\frac{T}{2}$. Конденсатор полностью разряжается через $\frac{T}{4}$ после начала. Приёмник настроен на волну $\lambda = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$.

Пример 7. Конденсатор 5 мкФ заряжен до 40 В и подключён к катушке 0,2 Гн. Найдите амплитуду тока и период.

$C = 5\cdot10^{-6}$ Ф
$U_m = 40$ В
$L = 0{,}2$ Гн

$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \Rightarrow I_m = U_m\sqrt{\frac{C}{L}} = 40 \cdot \sqrt{\frac{5\cdot10^{-6}}{0{,}2}} = 40 \cdot 0{,}005 = 0{,}2$ А.

$T = 2\pi\sqrt{10^{-6}} = 6{,}28 \cdot 10^{-3}$ с $= 6{,}28$ мс.

Ответ: 0,2 А; 6,28 мс

Задания F. Электромагнитные колебания: колебательный контур 11 класс · ЕГЭ ч. 1 · № 71–84

71 Найдите период колебаний в контуре с катушкой 0,1 Гн и конденсатором 10 мкФ. Ответ: _____

72 Найдите частоту колебаний в контуре: $L = 0{,}25$ мГн, $C = 10$ нФ ($\pi^2 \approx 10$). Ответ: _____

73 Ёмкость конденсатора контура увеличили в 4 раза. Как изменились период и частота? Ответ: _____

74 Заряд меняется по закону $q = 2\cdot10^{-6}\cos(10^4 t)$ (Кл). Найдите амплитуду заряда, амплитуду силы тока и период. Ответ: _____

75 Амплитуда заряда 10^{-5} Кл, амплитуда силы тока 0,1 А. Найдите циклическую частоту и период. Ответ: _____

76 Конденсатор ёмкостью 2 мкФ заряжен до 100 В. Найдите энергию колебаний в контуре. Ответ: _____

77 Индуктивность катушки 0,1 Гн, амплитуда силы тока 0,2 А. Найдите энергию колебаний. Ответ: _____

78 В контуре C = 1 мкФ, L = 10 мГн, амплитуда напряжения 10 В. Найдите амплитуду силы тока. Ответ: _____

79 Какую долю от амплитуды U_m составляет напряжение в момент, когда энергия электрического поля равна энергии магнитного? Ответ: _____

80 Конденсатор 4 мкФ заряжен до 50 В и замкнут на катушку 0,04 Гн. Найдите амплитуду силы тока. Ответ: _____

81 Частота колебаний в контуре 1 кГц. С какой частотой меняется энергия электрического поля конденсатора? Ответ: _____

82 На какую длину волны настроен приёмный контур с L = 25 мкГн и C = 1 нФ? ($\pi^2 \approx 10$) Ответ: _____

83 Как нужно изменить ёмкость контура из задачи 82, чтобы принимать волну 600 м? Ответ: _____

84 Амплитуда заряда 2 мкКл. Найдите заряд конденсатора в момент, когда сила тока равна $\frac{I_m}{2}$. Ответ: _____

7. Переменный ток и электромагнитные волны

Переменный ток: $i = I_m \sin \omega t$. Действующие значения:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

В сети 220 В — действующее, амплитуда ≈ 311 В, частота 50 Гц.

Трансформатор (идеальный):

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$$

$k > 1$ — понижающий, $k < 1$ — повышающий.

Электромагнитная волна — распространяющиеся в пространстве взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей; волна поперечная, в вакууме скорость $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

$$\lambda = cT = \frac{c}{\nu} \qquad \text{радиолокация: } s = \frac{ct}{2}$$

Пример 8. Напряжение на первичной обмотке трансформатора 220 В, на вторичной 44 В, во вторичной обмотке 60 витков. Сколько витков в первичной?

$N_1 = N_2 \cdot \frac{U_1}{U_2} = 60 \cdot \frac{220}{44} = 300$. **Ответ: 300 витков**

Задания G. Переменный ток, трансформатор, электромагнитные волны

11 класс · № 85–92

85 Сила тока меняется по закону $i = 2 \sin(100\pi t)$ (А). Найдите амплитуду, действующее значение и частоту. Ответ: _____

86 Действующее напряжение в сети 220 В. Найдите амплитуду напряжения. Ответ: _____

87 Первичная обмотка трансформатора — 1000 витков, вторичная — 50, напряжение на первичной 220 В. Найдите напряжение на вторичной. Ответ: _____

88 Трансформатор повышает напряжение с 200 В до 10 кВ. В первичной обмотке 100 витков. Сколько витков во вторичной?

Ответ: _____

89 Идеальный трансформатор: $U_1 = 220$ В, $I_1 = 0{,}5$ А, $U_2 = 11$ В. Найдите силу тока во вторичной обмотке.

Ответ: _____

90 Найдите длину радиоволны частотой 100 МГц.

Ответ: _____

91 Длина радиоволны 1500 м. Найдите её частоту.

Ответ: _____

92 Сигнал радиолокатора вернулся через $2 \cdot 10^{-4}$ с. Найдите расстояние до цели.

Ответ: _____

8. Задачи части 2 ЕГЭ: план решения

Алгоритм. 1) Рисунок с положениями системы и силами. 2) Выделить этапы: удар (сохраняется импульс), колебания (сохраняется энергия). 3) Записать законы для каждого этапа. 4) Решить в общем виде, затем подставить числа. 5) Проверить размерность.

Пример 9. Пуля массой 9 г, летящая горизонтально, застревает в бруске массой 0,291 кг на пружине жёсткостью 300 Н/м (гладкий стол). Амплитуда колебаний 4 см. Найдите скорость пули.

Колебания: $\frac{M_{общ}u^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow u = A\sqrt{\frac{k}{M_{общ}}} = 0{,}04 \cdot \sqrt{\frac{300}{0{,}3}} = 0{,}04 \cdot \sqrt{1000} \approx 1{,}26$ м/с.

Удар (импульс): $mv = M_{общ}u \Rightarrow v = \frac{0{,}3 \cdot 1{,}26}{0{,}009} \approx 42$ м/с.

Ответ: ≈ 42 м/с

Пример 10. В контуре амплитуда тока 10 мА, амплитуда напряжения на конденсаторе 5 В, C = 0,4 мкФ. Найдите L и период.

$CU_m^2 = LI_m^2 \Rightarrow L = \frac{CU_m^2}{I_m^2} = \frac{0{,}4 \cdot 10^{-6} \cdot 25}{10^{-4}} = 0{,}1$ Гн. $T = 2\pi\sqrt{0{,}1 \cdot 0{,}4 \cdot 10^{-6}} = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-4} \approx 1{,}26$ мс.

Ответ: 0,1 Гн; ≈ 1,26 мс

Задания H. Задачи с развёрнутым решением

уровень части 2 ЕГЭ · № 93–100

93 Пластилиновый шарик массой 0,1 кг, летящий горизонтально со скоростью 5 м/с, прилипает к покоящемуся бруску массой 0,4 кг, прикреплённому к пружине жёсткостью 200 Н/м (гладкий стол). Найдите амплитуду возникших колебаний.

Ответ: _____

94 Пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 200 м/с, застревает в ящике с песком массой 0,99 кг, подвешенном на длинной нити. На какую высоту поднимется ящик?

Ответ: _____

95 Груз массой 1 кг подвешен к пружине жёсткостью 100 Н/м. Груз подняли до положения, где пружина не деформирована, и отпустили. Найдите амплитуду, наибольшую скорость и период колебаний.

Ответ: _____

96 Шарик массой 10 г с зарядом $+10^{-5}$ Кл висит на нити в однородном электрическом поле напряжённостью $3 \cdot 10^{4}$ В/м, направленном вертикально вниз. Во сколько раз период малых колебаний меньше, чем без поля?

Ответ: _____

97 Конденсатор 10 мкФ, заряженный до 100 В, подключили к катушке 0,1 Гн. Найдите амплитуду силы тока, период и время, через которое конденсатор впервые полностью разрядится.

Ответ: _____

98 Амплитуда заряда в контуре 4 мкКл, амплитуда силы тока 20 мА. Найдите период и силу тока в момент, когда заряд равен 2 мкКл.

Ответ: _____

99 Груз массой 0,6 кг подвешен на двух пружинах жёсткостью 60 Н/м и 40 Н/м, соединённых последовательно. Найдите период колебаний ($\pi^2 \approx 10$).

Ответ: _____

100 Брусок массой 0,5 кг на пружине жёсткостью 200 Н/м колеблется на гладком столе с амплитудой 10 см. Когда брусок проходит положение равновесия, на него сверху кладут и он мгновенно увлекает груз массой 1,5 кг. Найдите новую амплитуду и период.

Ответ: _____