

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Задания по физике для самостоятельной работы студентов

Дарибазарон Э.Ч., Шелкунов Н.Г., Шелкунова З.В.

Министерство образования РФ

ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

РАЗДЕЛ: "КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ"

Редактор Т.Ю.Артюнина

Подготовлено в печать 11.02. 2002 г. Формат 60×80 1/16

Усл.п.л. 3,72; уч.-изд.л. 3,2; Тираж 100 экз.

РИО ВСГТУ, Улан-Удэ, Ключевская, 40а

Отпечатано на ротапринте ВСГТУ, Улан-Удэ,
Ключевская, 42.

© Восточно-Сибирский государственный
технологический университет

Составители: Дарибазарон Э.Ч.,
Шелкунов Н.Г.,
Шелкунова З.В.

Улан-Удэ 2002

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Механические колебания и волны

Уравнение затухающих колебаний и его решение:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0, \quad x = Ae^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi),$$

где β - коэффициент затухания, ω - частота затухающих колебаний:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}.$$

Логарифмический декремент затухания:

$$(-) = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} = \beta T.$$

Период малых колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g},$$

где l - длина маятника, g - ускорение силы тяжести.

Период колебаний тела, подвешенного на пружине:

$$T = 2\pi \sqrt{m/k},$$

где m - масса тела, k - жесткость пружины.

Период малых колебаний физического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{L/g},$$

где $L = \frac{I}{md}$ - приведенная длина физического маятника, I - момент инерции маятника относительно оси качаний, m - масса маятника, d - кратчайшее расстояние от центра масс до оси качаний.

Период крутильных колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{I/k},$$

где I - момент инерции, $k = \frac{M}{\varphi}$ (M - момент силы, φ - угол закручивания).

Период затухающих колебаний:

$$T = 2\pi / \sqrt{k/m - \beta^2},$$

где $\beta = \frac{r}{2m}$ - коэффициент затухания.

Амплитуда вынужденных колебаний при действии вынуждающей силы $F = F_0 \cos \omega t$:

$$A = \frac{f_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}},$$

где $f_0 = \frac{F_0}{m}$, $\omega_0 = 2\pi \nu_0 = \sqrt{k/m}$, $\omega = 2\pi \nu$, ν и ν_0 - частоты собственных колебаний при отсутствии затухания и вынуждающей силы.

Период колебаний однородной струны:

$$T = 2l \sqrt{m/F},$$

где l - длина струны, m - масса единицы длины струны, F - сила натяжения струны.

Полная энергия материальной точки массой m , которая совершает гармонические колебания:

$$E = E_k + E_p = \frac{m\omega^2 A^2}{2}.$$

Скорость распространения волны:

$$v = \lambda \nu.$$

где λ - длина волны.

Скорость распространения продольных волн в тонких стержнях:

$$v = \sqrt{E/\rho},$$

Где E - модуль Юнга среды, ρ - ее плотность.

Скорость распространения поперечных волн:

$$v = \sqrt{G / \rho},$$

где G - модуль сдвига.

Скорость продольных волн в неограниченной упругой среде:

$$v = \sqrt{k / \rho},$$

где k - модуль всестороннего сжатия.

Уровень громкости звука, дБ:

$$L_N = 10 \lg \frac{I}{I_0},$$

где I - интенсивность звука, I_0 - интенсивность на пороге слышимости.

Частота звука, воспринимаемая наблюдателем, согласно принципу Доплера, определяется по формуле:

$$v' = \frac{c \pm v}{c \pm u} v,$$

где c - скорость распространения звука, v - скорость движения наблюдателя, u - скорость источника звука, v - частота звука, посылаемого источником. Верхние знаки берутся при сближении источника и наблюдателя, нижние - при их удалении.

Электромагнитные колебания и волны

Эффективные значения силы переменного тока и переменного напряжения:

$$I_{\text{эф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt; \quad U_{\text{эф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt,$$

где T - период тока, i и u - мгновенные значения силы тока и напряжения.

В случае синусоидального тока

$$I_{\text{эф}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U_{\text{эф}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}},$$

где I_m и U_m - амплитуды силы тока и напряжения.

При последовательном соединении элементов цепи полное сопротивление переменному току

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

где R , L и C - активное сопротивление, индуктивность и емкость цепи, ω - круговая частота.

Мощность переменного тока:

$$N = I_{\text{эф}} U_{\text{эф}} \cos \varphi,$$

где φ - сдвиг фаз между током и напряжением.

Период свободных затухающих колебаний колебательного контура:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L} \right)^2}}.$$

Логарифмический декремент затухания:

$$\Theta = \frac{R}{2L} T.$$

Скорость распространения электромагнитных колебаний в изотропной среде диэлектрической проницаемостью ϵ и магнитной проницаемостью μ :

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

где $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ - скорость распространения электромагнитных колебаний в вакууме.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Механические колебания и волны

1. Какие колебательные процессы называются: периодическими; гармоническими?

Дайте определения величин, характеризующих гармонические колебания: периода и частоты; циклической частоты; амплитуды; фазы и начальной фазы. В каких единицах измеряются эти величины?

2. Материальная точка движется вдоль оси x по закону $x=A\cos(\omega_0 t+\alpha)$. Постройте графики: а) смещения x , скорости v и ускорения a в зависимости от времени t ; б) v и a в зависимости от x .

3. Получите и обсудите результаты сложения двух гармонических колебаний одинакового направления: а) с равными частотами; б) с равными амплитудами и мало различающимися частотами. Что такое биения?

4. Каковы результаты сложения двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний одной и той же частоты; кратных частот? Опишите фигуры Лиссажу при соотношении частот: а) 1:2; б) 1:3.

5. Получите выражения для кинетической, потенциальной и полной энергий гармонического колебания. Изобразите графически их зависимости от времени.

6. При каких условиях простая колебательная система совершает: а) зависимости амплитуды скорости от циклической частоты вынуждающей силы; б) зависимости разности фаз между скоростью и вынуждающей силой от циклической частоты вынуждающей силы.

8. Рассмотрите механизм распространения продольных и поперечных волн в упругих средах. Как связаны меж-

ду собой фазовая скорость волны, частота колебаний и длина волны?

9. Получите и объясните уравнение плоской волны при условии, что частицы среды совершают гармонические колебания одной и той частоты и амплитуды.

10. Покажите, что уравнение плоской волны, распространяющейся в положительном направлении оси x :

$$\xi = A\cos(\omega t - kx + \alpha)$$

является решением волнового уравнения, которое в данном

случае может быть записано в виде $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$,

где v - фазовая скорость волны.

11. Покажите, что в случае распространения гармонической упругой волны средние по времени значения объемной плотности энергии и плотности потока энергии в любой точке среды соответственно равны:

$$\langle \omega \rangle = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2; \quad I = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 v,$$

где ρ - плотность Среды; A - амплитуда; ω - циклическая частота.

12. Что называется интерференцией? Получите уравнение стоячей волны и проведите его анализ.

Электромагнитные колебания и волны

1. Какие электрические токи называются квазистационарными? Рассмотрите процесс разрядки конденсатора через активное сопротивление. Какие параметры контура RC определяют быстроту убывания в нем электрического тока?

2. Рассмотрите свободные электрические колебания в идеализированном контуре LC. Почему в таком контуре электрические колебания не прекращаются в тот момент, когда конденсатор полностью разряжается?

3. Рассмотрите свободные затухающие электрические колебания в контуре RLC. Что называется логарифмическим декрементом затухания; добротностью контура?

4. Рассмотрите вынужденные электрические колебания в контуре RLC. От каких параметров контура зависит его резонансная частота? Изобразите и обсудите резонансные кривые для силы тока в контуре.

5. Запишите волновое уравнение. Объясните, почему существование электромагнитных волн непосредственно вытекает из фундаментальных выражений Максвелла для электромагнитного поля.

6. Дайте определение плоской электромагнитной волны и запишите ее уравнения. Какому правилу удовлетворяет взаимная ориентация тройки векторов \mathbf{E} , \mathbf{H} , \mathbf{v} электромагнитной волны?

7. Изобразите графически плоскую электромагнитную волну.

8. Покажите, что в электромагнитной волне колебания электрического и магнитного векторов происходят в одинаковых фазах, причем в любой точке между их мгновенными значениями имеет место связь, которую можно выразить соотношением $\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu_0 \mu} H$.

9. Покажите, как скорость распространения электромагнитных волн в вакууме связана с электрической и магнитной постоянными соотношением $c = 1/\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$.

10. Чему равна фазовая скорость v электромагнитной волны в однородной нейтральной непроводящей среде с постоянными проницаемостями ε и μ ?

11. Напишите и объясните выражения: а) для плотности энергии электромагнитного поля; б) для вектора плотности потока электромагнитной энергии (вектора Пойнтинга). Оказывают ли электромагнитные волны давление на тело?

12. Рассмотрите излучение колеблющегося по гармоническому закону электрического диполя. Изобразите и объясните диаграмму направленности его излучения. Чем определяется средняя мощность излучения диполя?

Гармонические колебания

1. Колебания материальной точки с массой $m=10^{-3}$ кг задано уравнением $x=0,02\sin(\omega t+\pi/3)$. Определить: а) максимальное значение скорости и ускорения; б) ее полную энергию; в) максимальное значение силы F_{\max} , действующую на точку.

2. Максимальная точка совершает колебания по закону $x=b\cos\pi(t+0,2)$ где t в с. Определить скорость, ускорение и смещение x материальной точки в момент времени $t=4$ с.

3. Частица совершает гармоническое колебание с периодом $T=0,75$ с. Определить минимальный промежуток времени, в течении которого смещение частицы изменится от $+A/2$ до $-A/2$, где A - амплитуда колебаний частиц.

4. Частица колеблется вдоль оси x по закону $x=0,10\sin 6,28t$ (м). Найти среднее значение модуля скорости частицы: за первую $1/8$ часть периода; за вторую $1/8$ часть периода. Сопоставить полученные значения.

5. Материальная точка совершает колебания по закону $x=0,08\cos(20\pi t+\pi/4)$. Найти скорость частицы, действующую силу, а также амплитудные значения этих величин. Масса материальной точки $m=0,20$ кг.

6. Материальная точка совершает гармонические колебания с частотой $0,5$ Гц. В начальный момент она находится в положении равновесия и движется со скоростью 20 см/с. Написать закон колебаний.

7. В начальный момент времени смещение частицы равно $4,3$ см, а скорость - $3,2$ м/с. Масса частицы 4 кг, ее

полная энергия 79,5 Дж. Написать закон колебаний и определить путь пройденный частицей за 0,4 с.

8. Сложить аналитически с помощью векторной диаграммы два колебания $x_1=3\sin(6t+\pi/4)$ и $x_2=4\sin(6t-\pi/4)$. Найти амплитуду скорости результирующего колебания.

9. Материальная точка массой $m=10$ г гармонические колебания. Полная энергия ее равна 19,7 мкДж. Определить частоту колебаний и максимальную силу, действующую на точку, если амплитуда колебаний 5 см.

10. Зависимость смещения материальной точки от времени задано уравнением $x(t)=3\pi\cdot\cos 2\pi t$. Определить скорость в момент времени $t=3$ с. Чему равно максимальное ускорение точки?

11. Частица массой $m=0,01$ кг совершает гармонически колебания с периодом $T=2$ с. Полная энергия частицы 0,1 Дж. Определить амплитуду колебаний и наибольшее значение силы F_{\max} , действующую на частицу.

12. Точка совершает гармонические колебания с частотой $\nu=10$ Гц. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 1 мм. Написать уравнение колебаний точки и начертить график.

13. Определить максимальное ускорение a_{\max} материальной точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=15$ см, если наибольшая скорость точки $v_{\max}=30$ м/с. Написать также уравнение колебаний.

14. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых равно $x=A\sin\omega t$, где $A=5$ см; $\omega=2$ с⁻¹. В момент, когда на точку действовала возвращающая сила $F=+5$ мН, точка обладала потенциальной энергией $\Pi=0,1$ мДж. Найти этот момент времени t и соответствующую фазу φ колебаний.

15. Найти максимальную кинетическую энергию T_{\max} материальной точки массой $m=2$ г, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A=4$ см и частотой $\nu=5$ Гц.

16. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки $x=5$ см, скорость ее $v=20$ м/с и ускорение $a=-80$ см/с². Найти циклические частоту и период колебаний, фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

17. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид: $x=A\sin\omega t$, где $A=5$ см; $\omega=2$ см⁻¹. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки $\Pi=10^{-4}$ Дж, а возвращающая сила $F=+5\cdot 10^{-3}$ Н. Определить также фазу колебаний в этот момент времени.

18. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний.

19. Сложить с помощью векторной диаграммы и аналитически два колебания $x_1=5\cos(3t+\pi/3)$ и $x_2=2\cos(3t-\pi/3)$. Найти максимальное значение ускорения результирующего колебания.

20. Частица колеблется по закону $x=A\cos(\omega t-\varphi)$ при наличии силы $F=F_0\cos\omega t$. Какова средняя мощность этой силы?

21. Уравнение движения точки дано в виде $x=\sin(\pi/6)t$. Найти моменты времени, в которые достигаются максимальная скорость и максимальное ускорение.

22. Начальная фаза гармонического колебания равна нулю. При смещении точки от положения равновесия, равном 2,4 см скорость точки равна 3 см/с, а при смещении 2,8 см, скорость равна 2 см/с. Найти амплитуду и период этого колебания.

23. Уравнение колебания материальной точки массой $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг имеет вид, $x=0,1 \sin(\pi t/8+\pi/4)$ м. Построить график зависимости от времени t силы F , действующей на точку. Найти значение F_{\max} .

24. Материальная точка массой 10 г колеблется по уравнению $x=5\sin(\pi t/5+\pi/4)$ см. Найти полную энергию колеблющейся точки.

25. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки 2 см, полная энергия колебаний $3 \cdot 10^{-7}$ Дж. При каком смещении от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F=2,25 \cdot 10^{-5}$ Н.

26. Точка совершает гармонические колебания. Циклическая частота $\omega=4 \text{ с}^{-1}$, амплитуда ускорения $A_a=72 \text{ см/с}^2$. Найти скорость точки V в момент времени, когда смещение $x=2,2$ см.

27. Частица совершает прямолинейные гармонические колебания. При смещении на $x_1=2,6$ см, ее скорость $V_1=2,9 \text{ см/с}$; а при смещении на $x_2=3,4$ см скорость частицы $V_2=1,9 \text{ см/с}$. Найти амплитуду и циклическую частоту.

28. Тело совершает гармонические колебания, обладает запасом энергии, равным $5 \cdot 10^{-6}$ Дж. Период колебаний равен 4 с, начальная фаза 60° , максимальная сила, действующая на тело, равна $2 \cdot 10^{-3}$ Н. Написать уравнение движения этого тела.

29. Полная энергия тела, совершающего гармоническое колебательное движение, равна $3 \cdot 10^{-5}$ Дж, максимальная сила, действующая на тело, равна $1,5 \cdot 10^{-3}$ Н. Написать уравнение движения этого тела, если период колебаний равен 2 с и начальная фаза 60° .

30. Чему равно отношение кинетической энергии точки, совершающей колебания, к ее потенциальной энергии

для моментов времени $t_1 = \frac{1}{8}T$ с и $t_2 = \frac{1}{6}T$ с. Начальная фаза равна нулю.

31. Тело, подвешенное на нерастяжимой нити длиной 80 см, отклонено от положения равновесия на угол 20° . Определить смещение тела от положения равновесия.

32. Ускорение свободного падения на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$. Какой длины должен быть математический маятник, если его период колебаний на Луне 1 с?

33. Тело массой 0,20 кг подвешено на пружине жесткость которой $k=2 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$. Определить частоту свободных колебаний этого тела на пружине.

34. Период колебаний пружинного маятника $T=1$ с, масса груза $m=0,2$ кг. Определить модуль ускорения груза при его отклонении от положения равновесия на $x=0,1$ м.

35. Тело на пружине совершает гармоническое колебание. Его координата изменяется в интервале от +3 до -3 см (рис.1).

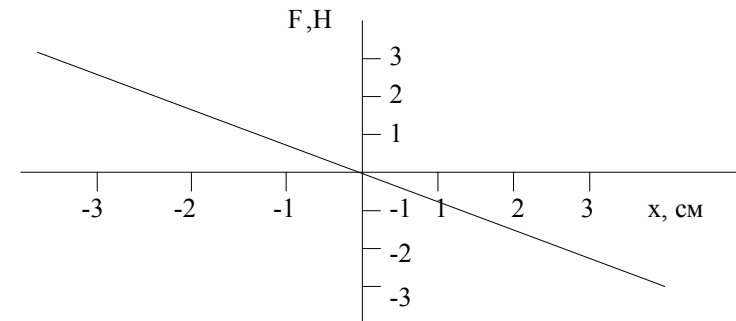


Рис.1.

Используя график зависимости проекции силы упругости от координаты, определите работу силы упругости при перемещении тела:

а) из точки с координатой 3 до точки с координатой 0; б) от точки с координатой 0 до точки с координатой -3;

в) из точки с координатой 3 до точки с координатой - 3.

36. Полная энергия пружинного маятника $E=0,05$ Дж, а скорость груза в момент прохождения равновесия равна $V=1$ м/с. Определить массу груза, колеблющегося на пружине.

37. На рис.2 дан график полной энергии пружинного маятника и график зависимости его потенциальной энергии от координат. Определить кинетическую энергию груза, скрепленного с пружиной:

- 1) в положении равновесия;
- 2) при максимальном отклонении маятника;
- 3) при отклонении маятника на расстояние $0,1$ м от положения равновесия.

38. По графику зависимости потенциальной энергии тела, прикрепленного к пружине и выведенного из положения равновесия, от координаты x . Определить период колебаний пружинного маятника, если его масса m (рис.2).

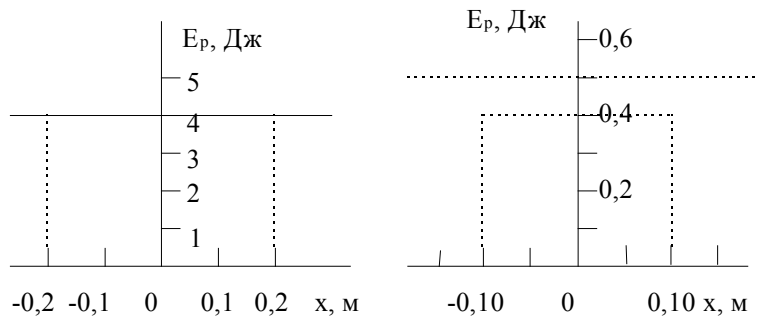


Рис.2.

39. Тело массой $m=1,0$ кг под действием пружины, имеющей жесткость $k=400$ н/м, совершает колебания в горизонтальной плоскости. Определить период колебания тела, используя закон сохранения энергии.

40. Используя условия предыдущей задачи (№39), найдите закон по которому изменяется сила упругости, за-

пишите уравнения данного гармонического колебания (x , V , a), если в крайнем положении тело обладало энергией 2 Дж.

Математический маятник

41. Период колебаний математического маятника длиной 1 м равен 1 с. Каким станет период колебаний этого маятника при длине $0,5$ м.

42. Маятник длиной l_1 , совершает колебания с частотой 15 Гц. При длине l_2 он совершает колебания с частотой 10 Гц. Определить отношение l_2/l_1 .

43. Маятник длиной $0,25$ м совершает 120 колебаний в течение 120 с. Чему равно ускорение свободного падения?

44. Вычислить длину маятника, который установлен на экваторе, если период его колебаний равен 2 с. Ускорение свободного падения на экваторе $9,78$ м/с².

45. Как изменится период колебаний маятника, если его перенести с Земли на Луну? Ускорение свободного падения на Луне $1,6$ м/с².

46. На рис.3 представлен график зависимости координаты от времени t при колебательном движении математического маятника. Какова длина этого маятника?

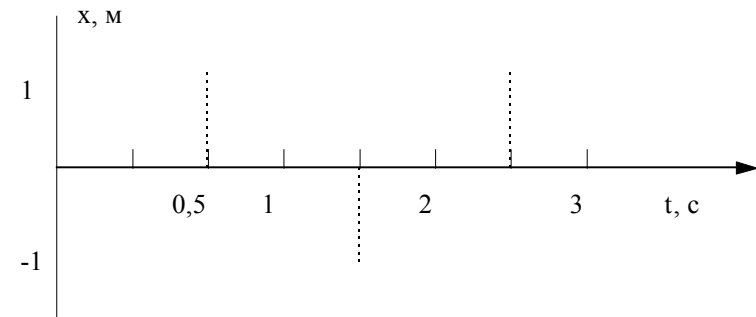


Рис.3.

47. Математический маятник, имеющий массу $m=0,1$ кг и длину $l=1$ м, отклонили на 5 см. Какую скорость, уско-

рение и оптенциальную энергию он будет иметь на расстоянии $x=2$ см от положения равновесия.

48. Определить период колебаний маятника в лифте, движущемся вертикально вверх с ускорением a .

49. Период колебания маятника, подвешенного к потолку кабины неподвижного вертолета, равен 2 с. Найти период его колебаний.

1) вертолет летит горизонтально с постоянной скоростью;

2) вертолет летит горизонтально с ускорением 2 м/с^2 ;

3) вертолет поднимается вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 ;

4) вертолет опускается вниз с ускорением 2 м/с^2 .

50. С каким ускорением движется вертикально вверх ракета, если маятник в ней колеблется с периодом 2,0 с? В покоящейся ракете период колебаний маятника 2,2 с. Считать, что ракета находится на небольшой высоте, изменением g с высотой пренебречь.

51. Часы на поверхности Земли идут точно, период колебаний 1 с. В каком случае эти часы больше отстанут за сутки: 1) если их поднять на высоту 200м; 2) опустить в шахту на глубину 200 м?

52. Как изменится период колебаний груза весящего на двух одинаковых пружинах, если последовательное соединение пружины заменить параллельным?

53. Период колебаний маятника покоящегося относительно Земли, равен 1,50 с. Каков будет его период, если поместить маятник в вагон, движущийся горизонтально с ускорением $4,9 \text{ м/с}^2$?

54. Математический маятник длиной 1 м отклонили на 40° от вертикали и отпустили. Определить период колебаний маятника.

55. Физический маятник состоит из стержня длиной 60 см и массой 0,5 кг и диска радиусом 3,0 см и массой 0,60

кг. Определить период колебаний этого маятника. Диск укреплен на конце стержня.

56. Период колебаний математического маятника можно определить по формуле при обльших углах отклонения $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right)}$. Докажите справедливость

этой формулы.

57. Стержень длиной 50 см совершает колебания около горизонтальной оси, проходящей через точку, которая расположена на расстоянии 0,125 м от конца стержня. Определить частоту колебаний стрежня.

58. Найти период колебаний груза массой 0,20 кг, подвешенного на пружине и помещенного в масло, если коэффициент трения в масле $\mu=0,50$, а жесткость пружины $k=50 \text{ Н/м}$.

59. Определить период колебаний стержня длиной $l=30$ см около оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец.

60. Медный шарик подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если медный шарик заменить алюминиевым такого же порядка?

III. Электромагнитные колебания

IV. Электромагнитные волны

V. Энергия. Электромагнитное поле.

61. Плоская электромагнитная волна $\mathbf{E}=\mathbf{E}_{\text{max}}\cos(\omega t - \mathbf{k}\mathbf{r})$ распространяется в вакууме. Найти модуль вектора Пойнтинга $|\mathbf{P}|$ этой волны.

62. Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрической составляющей волны E_{max} . Определить среднюю за период колебания плотность потока энергии $|\mathbf{P}|$.

63. Плоский воздушный конденсатор, обкладки которого имеют форму дисков радиусом $R=9$ см, подключен к переменному гармоническому напряжению частоты $\omega=10^3$ с⁻¹. Найти отношение амплитудных значений магнитной и электрической энергии $\frac{W_{i\max}}{W_{e\max}}$ внутри конденсатора.

64. Ток, проходящий по обмотке длинного прямого соленоида, увеличивается. Показать, что скорость возрастания энергии магнитного поля $\partial W / \partial t$ в соленоиде равна потоку вектора Пойнтинга Φ через его боковую поверхность.

65. Найти среднюю мощность $\langle P \rangle$ излучения электрона, совершающего гармонические колебания с амплитудой $A=0,1$ нм и частотой $\omega=6,5 \cdot 10^{14}$ с⁻¹.

66. Электромагнитная волна распространяется в вакууме. Напряженность электрического поля меняется по закону $E=2\cos(2,5 \cdot 10^8 \pi t - 0,83 \pi x)$. Найти мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке $x=1,205$ м в момент времени $5 \cdot 10^{-9}$ с. Определить максимальное значение величины вектора Умова-Пойнтинга.

67. Напряженность электрического поля в электромагнитной волне меняется по закону $E=12\cos(5 \cdot 10^6 \pi t - 1,667 \cdot 10^{-2} \pi x)$. Определить среднее за период и максимальное значение вектора Умова-Пойнтинга для $x=60$ м, $t=2,5 \cdot 10^{-7}$ с.

68. Электромагнитная волна падает на поверхность $S=30$ м². За время $t=5$ мин поглощается энергия, равная 2,98 Дж. Определить максимальное значение вектора напряженности электромагнитной волны.

69. Максимальное значение вектора в электромагнитной волне $E_{\max}=3$ В/м. Какая энергия поглощается поверхностью $S=6$ м², расположенной перпендикулярно к направлению распространения волны, за $t=40$ мин?

70. Поверхность поглощает за $t=25$ мин энергию $W=5,732$ Дж падающей электромагнитной волны. Вектор напряженности $E_{\max}=1,2$ В/м. Какова площадь поверхности, если волна падает нормально к поверхности.

71. За какой промежуток времени поверхность $S=40$ м² может поглотить энергию электромагнитной волны, падающей перпендикулярно к поверхности, $W=0,955$ Дж, если $E_{\max}=0,1$ В/м.

72. Найти мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке $x=24$ м в момент времени $t=10^{-7}$ с и величину его максимального значения, если в распространяющейся электромагнитной волне напряженность электрического поля меняется по закону $E=8\cos(1,25 \cdot 10^7 \pi t - 4,167 \cdot 10^{-2} \pi x)$ В/м.

73. Напряженность электрического поля меняется в электромагнитной волне по закону $E=20\cos(6,25 \cdot 10^8 \pi t - 2,083 \pi x)$. Найти среднее за период значение вектора Умова-Пойнтинга в точке $x=0,48$ м в момент времени $2 \cdot 10^{-9}$ с.

74. Плоская поверхность $S=24$ м² поглощает энергию $W=30,57$ Дж электромагнитной волны, падающей нормально к поверхности. Определить максимальное значение вектора напряженности электрического поля E_{\max} , если поглощение происходит за $t=4$ мин.

75. Какой площадью поверхность необходимо поставить перпендикулярно направлению распространения электромагнитной волны, если при $E_{\max}=1,4$ В/м за $t=15$ мин было поглощено 11,5 Дж энергии.

76. За какое время поверхность площадью $S=3$ м² поглощает энергию $W=21,5$ Дж электромагнитной волны, в которой $E_{\max}=3,0$ В/м, если поверхность расположена перпендикулярно направлению распространения волны.

77. Какую максимальную энергию поглотит плоская поверхность $S=15 \text{ м}^2$ за $t=50$ мин, если на поверхность падает электромагнитная волна, $E_{\text{max}}=0,6 \text{ В/м}$.

78. Выразить напряженность магнитного поля H электромагнитной волны через волновой вектор k и напряженность электрического поля E . Параметры Среды (ϵ , μ) считать заданными.

79. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, в которой вектор напряженности изменяется по закону $E=6\cos(6,25 \cdot 10^8 \pi t - 9,6 \cdot 10^{-2} \pi x)$. Определить максимальное значение вектора Умова-Пойнтинга и его мгновенное значение в точке $x=10,42 \text{ м}$ в момент времени $t=4 \cdot 10^{-10} \text{ с}$.

80. Определить мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке $x=3,6 \text{ м}$ в момент времени $t=1,4 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ для электромагнитной волны, напряженность которой меняется по закону $E=15\cos(8,33 \cdot 10^7 \pi t - 0,278 \pi x)$.

81. В вакууме распространяется электромагнитная волна, в которой напряженность электрического вектора изменяется по закону $E=30\cos(1,67 \cdot 10^8 \pi t - 0,556 \pi x)$. Найти мгновенное и среднее значения вектора Умова-Пойнтинга в точке $x=1,8 \text{ м}$ в момент времени $t=8 \cdot 10^{-9} \text{ с}$.

82. АВыразить вектор напряженности электрического поля E плоской электромагнитной волны через модуль вектора Умова-Пойнтинга и диэлектрическую проницаемость Среды.

Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме. Известны волновой вектор k и средняя по времени объемная плотность энергии волны (ω). Чему равна интенсивность волны?

84. Найти выражение для вектора Умова-Пойнтинга стоячей электромагнитной волны. Чему равно его среднее значение?

85. Найти давление электромагнитной волны на стенку, полностью поглощающую излучение. Волна падает по нормали к стенке. ($E=E_{\text{max}}$).

86. Заданы параметры импульса, излучаемого рубиновым лазером: длительность $t=0,1 \text{ мс}$, энергия $W=0,3 \text{ Дж}$, диаметр пучка $d=5,0 \text{ мм}$. Найти напряженность электрического поля волны E_{max} .

87. Плоская электромагнитная волна падает по нормали к поверхности $S=16 \text{ м}^2$ и за время $t=55$ мин передает ей энергию $W=17,5 \text{ Дж}$. Определить максимальную величину электрического вектора волны.

88. Какова площадь плоской поверхности S , если на нее падает электромагнитная волна по нормали к поверхности. За время $t=10$ мин поверхность поглощает энергию, равную $W=29,86 \text{ Дж}$. Максимальное значение электрического вектора волны $E=2,5 \text{ В/м}$.

89. За какое время плоская поверхность $S=35 \text{ м}^2$ поглотит энергию $W=8,92 \text{ Дж}$ электромагнитной волны, падающей по нормали к поверхности, если $E_{\text{max}}=0,4 \text{ В/м}$.

90. Плоская электромагнитная волна с интенсивностью J падает на стенку под углом θ к ее нормали. Найти давление, оказываемое волной на стенку при ее зеркальном отражении.

Электромагнитные колебания

91. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L , конденсатора емкостью $C=8 \text{ мкФ}$ и обладает активным сопротивлением $R=2 \text{ Ом}$. За один период разность потенциалов на обкладках конденсатора уменьшается в $n=1,134$ раз. Найти индуктивность контура L .

92. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L=0,1 \text{ Гн}$, конденсатора емкостью C и обладает активным сопротивлением $R=5 \text{ Ом}$. За один период

разность потенциалов на обкладках конденсатора уменьшится в $n=1,099$ раз. Найти емкость конденсатора C .

93. Колебательный контур имеет емкость $C=12$ мкФ и индуктивность $L=0,03$ Гн. Логарифмический декремент затухания $k=0,006$. За время $t=0,2$ с в контуре вследствие затухания теряется $\frac{\Delta W}{W_0}$ энергии. Найти $\frac{\Delta W}{W_0}$ и пояснить зависимость этой величины от t .

94. В колебательный контур, имеющий индуктивность $L=0,15$ Гн, емкость $C=0,22$ мкФ и сопротивление R , подключена последовательно к элементам контура ЭДС, изменяющаяся по закону $\varepsilon=\varepsilon_{\max}\cdot\cos\omega t$, где $\varepsilon_{\max}=3$ В. Добротность контура равна $Q=120$. При малом затухании ($\beta^2 \ll \omega_0^2$) резонансные значения заряда на обкладках конденсатора $q_{\text{рез}}$, силы тока в контуре $I_{\text{рез}}$ и напряжения $U_{\text{рез}}$ в контуре. Найти R , ω_0 , $q_{\text{рез}}$, $I_{\text{рез}}$ и $U_{\text{рез}}$.

95. Колебательный контур, имеющий индуктивность $3 \cdot 10^{-4}$ Гн, емкость, меняющегося в пределах от $C_1=25$ пФ до $C_2=1600$ пФ, и ничтожно малого сопротивления, может быть настроен на диапазон длин волн λ_1 до λ_2 . Найти эти длины волн.

96. Колебательный контур, имеющий индуктивность L , емкость, меняющуюся в пределах от $C_1=4$ пФ до $C_2=800$ пФ, и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от $\lambda_1=99,74$ м до λ_2 . Найти индуктивность контура L и длину волны λ_2 .

97. Колебательный контур, имеющий индуктивность L , емкость, меняющуюся в пределах от $C_1=35$ пФ до C_2 , и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от $\lambda_1=208,6$ м до $\lambda_2=1271,5$ м. Найти индуктивность контура L и емкость C_2 .

98. Колебательный контур, имеющий индуктивность $L=4 \cdot 10^{-4}$ Гн и емкость, меняющуюся от C_1 до $C_2=750$ пФ и

ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от $\lambda_1=65,3$ м до λ_2 . Найти емкость C_1 и длину волны λ_2 .

99. Колебательный контур, имеющий индуктивность $L=0,8 \cdot 10^{-4}$ Гн, емкость, меняющуюся в пределах от C_1 до $C_2=750$ пФ и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от $\lambda_1=65,3$ м до λ_2 . Найти емкость C_1 и длину волны λ_2 .

100. Колебательный контур, имеющий индуктивность $L=9 \cdot 10^{-4}$ Гн, емкость, меняющуюся, в пределах от C_1 до C_2 и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от $\lambda_1=160$ м до $\lambda_2=1696,5$ м. Найти пределы изменения емкости.

101. Колебательный контур, имеющий индуктивность L , емкость, изменяющуюся от C_1 до 950 пФ, и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазоне длин волн от λ_1 до $\lambda_2=1643,3$ м. Найти индуктивность L и λ_1 .

102. Колебательный контур, имеющий индуктивность L , емкость, меняющуюся в пределах от C_1 до C_2 , и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от λ_1 до λ_2 ($C_2=980$ пФ, $\lambda_1=273,2$ м и $\lambda_2=1561,2$ м). Найти индуктивность контура L и емкость C_1 .

103. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=0,06$ мкФ и катушки индуктивности $L=1,5$ Гн, омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества $q_m=8 \cdot 10^{-6}$ Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора и силу тока в контуре в момент времени $T/4$.

104. Колебательный контур состоит из конденсатора $C=1$ мкФ и катушки индуктивности $L=3$ Гн. Омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества $6 \cdot 10^{-6}$ Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти энергию электрического и магнитного полей в момент времени $t=T/4$ с.

105. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=0,8$ мкФ и катушки индуктивностью $L=2$ Гн, омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества $q_m=2 \cdot 10^{-4}$ Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти полную энергию в момент времени $t=T/4$.

106. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре дано в виде $U_c=20\cos(5,5 \cdot 10^8 \pi t + \pi/4)$. Емкость конденсатора $C=0,5 \cdot 10^{-9}$ Ф. Записать закон изменения силы тока в контуре. Найти период колебаний в контуре T и индуктивность L .

107. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре дано в виде $U_c=5\cos(4 \cdot 10^8 \pi t - \pi/2)$. Емкость конденсатора $C=2 \cdot 10^{-3}$ Ф. Записать закон изменения силы тока в контуре. Найти период колебаний в контуре T , максимальный заряд q_m .

108. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора $U_c=35\cos(5 \cdot 10^8 \pi t - \pi/4)$. Емкость конденсатора $C=0,6 \cdot 10^{-9}$ Ф. Записать закон измене-

ния силы тока в контуре. Определить индуктивность контура L и длину волны λ .

109. К источнику гармонического напряжения с круговой частотой ω подключили параллельно конденсатор с емкостью C и катушку с активным сопротивлением R и индуктивностью L . Определить разность фаз $\text{tg}\varphi$ между напряжением на источнике и силой тока, подводимого к контуру.

110. Конденсатор емкостью $C=16$ пФ заряжается до напряжения $U=320$ В и замыкается на катушку индуктивностью $L=1$ мГн. Определить максимальную силу тока I_{\max} в образовавшемся контуре. Активным сопротивлением контура пренебречь.

111. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C=8$ пФ и катушку индуктивностью $L=0,5$ мГн. Сопротивлением контура пренебречь. Каково максимальное напряжение U_{\max} на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в конденсаторе $I_{\max}=40$ мА?

112. Катушка (без сердечника) длиной $l=50$ см и сечением $S=3$ см² имеет $N=1000$ витков и соединена параллельно с конденсатором. Площадь каждой пластины конденсатора $S=75$ см², расстояние между пластинами $d=5$ мм, диэлектрик - воздух. Пренебрегая активным сопротивлением контура, найти период T_0 его колебаний.

113. Колебательный контур состоит из параллельно соединенных конденсатора емкостью $C=1,0$ мкФ и катушки индуктивностью $L=1,0$ мГн. Сопротивление контура ничтожно мало. Найти частоту ν_0 колебаний контура.

114. Определить частоту ν_0 колебаний контура, если максимальное напряжение на обкладках конденсатора $U_{\max}=100$ В, а максимальный ток в катушке $I_{\max}=50$ мА. Емкость конденсатора $C=0,5$ мкФ. Активным сопротивлением контура пренебречь.

115. В колебательном контуре состоит из конденсатора емкостью $C=5$ мкФ и катушки индуктивностью $L=200$ мГн. Определить максимальную силу тока I_{\max} в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора $U_{\max}=90$ В. Активным сопротивлением контура пренебречь.

116. В колебательном контуре, состоящем из плоского конденсатора и катушки индуктивности с пренебрежимо малым активным сопротивлением, происходят колебания с энергией W . Пластины конденсатора медленно раздвинули так, что частота колебаний увеличилась в n раз. Какую работу A совершили при этом?

117. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L=100$ мГн и конденсатора емкостью $C=100$ нФ. Сколько времени τ проходит от момента, когда конденсатор полностью разряжен, до момента, когда его энергия вдвое превышает энергию катушки? Активным сопротивлением катушки пренебречь.

118. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=2$ мкФ и катушки индуктивностью $L=100$ мГн. Активное сопротивление катушки $R=10$ Ом. Определить логарифмический декремент затухания λ контура.

119. Найти промежуток времени τ , за который амплитуда колебаний силы тока в контуре с добротностью $Q=5000$ уменьшается в 2 раза, если частота свободных колебаний в контуре $\nu=2,2$ МГц.

120. Емкость колебательного контура $C=10$ мкФ, индуктивность $L=25$ мГн и активное сопротивление $R=1$ Ом. Через сколько колебаний N амплитуда силы тока в контуре уменьшится в e раз?

121. В контуре, добротность которого $Q=50$ и собственная частота $\nu=5,5$ кГц, возбуждаются затухающие ко-

лебания. Через какое время τ энергия, запасенная в контуре, уменьшится в 2 раза?

122. В однородной изотропной среде с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ и относительной магнитной проницаемостью μ . Амплитуда напряженности электрического поля волны равна E_m , амплитуда напряженности магнитного поля $H_m=8,56 \cdot 10^{-3}$ А/м. Фазовая скорость распространения волны $V=1,86 \cdot 10^8$ м/с. Найти относительную диэлектрическую постоянную Среды ϵ и амплитуду напряженности электрического поля E_m .

123. Запишите уравнение описывающее распространяющийся в кристалле вдоль заданной оси волновой пакет, образовавшийся при сложении двух электромагнитных волн с одинаковым амплитудным значением электрического вектора $E_m=1,25$ В/м, имеющих циклические частоты $\omega_1=5,81 \cdot 10^{14}$ рад/с и $\omega_2=6,05 \cdot 10^{14}$ рад/с и волновые числа $k_1=2,98 \cdot 10^6$ рад/м и $k_2=3,11 \cdot 10^6$ рад/м. Определить фазовую скорость каждой волны (с точностью до двух различающихся значащих цифр) и групповую скорость волнового пакета.

124. Электромагнитные колебания, распространяясь в однородной среде, имеют групповую скорость $U=1,78 \cdot 10^8$ м/с и фазовую $V=1,82 \cdot 10^8$ м/с. Дисперсия в диапазоне длин волн $d\lambda$ вблизи λ равна $D=5,55 \cdot 10^{12}$ с⁻¹. Определить длину волны λ и пояснить, в диспергирующей или недиспергирующей среде распространяется электромагнитная волна, положительной или отрицательной дисперсией обладает Среда.

125. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, максимальная величина электрического вектора которой равна E_m . На пути волны перпендикулярно к направлению распространения расположена плоская поверхность площадью $S=30$ м². За время $\tau=5$ мин, значитель-

но превышающее период колебаний электрического и магнитного векторов в электромагнитной волне, данная поверхность поглощает энергию равную 2,985 Дж. Найти max величину электрического вектора E_m .

126. В однородной изотропной среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon=2$ и относительной магнитной проницаемостью μ близкой к единице, распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна E_m , амплитуда напряженности магнитного поля $H_m=1,88 \cdot 10^{-3}$ А/м. Найти фазовую скорость распространяется волны V и напряженность электрического поля E_m .

127. Запишите уравнение, описывающее распространяющийся в кристалле вдоль заданной оси волновой пакет, образовавшийся при сложении двух электромагнитных волн с одинаковым амплитудным значением электрического вектора $E_m=0,55$ В/м, имеющих циклические частоты $\omega_1=7,1 \cdot 10^{14}$ рад/с и $\omega_2=7,95 \cdot 10^{14}$ рад/с и волновые числа $k_1=3,66 \cdot 10^6$ рад/м и $k_2=4,11 \cdot 10^6$ рад/м соответственно. Определить фазовую скорость каждой волны (с точностью до двух различающихся значащих цифр) и групповую скорость волнового пакета.

128. Электромагнитные колебания распространяясь в однородной среде имеют групповую скорость $U=1,8 \cdot 10^8$ м/с и фазовую V . Дисперсия в диапазоне длин волн $d\lambda$ вблизи $\lambda=804$ нм равна $D=9,95 \cdot 10^{12}$ с⁻¹. Определить фазовую скорость волн V , пояснить в диспергирующей или недиспергирующей среде распространяется электромагнитная волна, положительной или отрицательной дисперсией обладает Среда.

129. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, максимальная величина электрического вектора которой равна $E_m=3$ В/м. На пути волны перпенди-

кулярно к направлению распространения расположена плоская поверхность площадью $S=6$ м². За время $\tau=40$ мин значительно превышающее период колебаний электрического и магнитного векторов в электромагнитной волне данная поверхность поглощает энергию W . Найти эту энергию.

130. В однородной изотропной среде с отрицательной проницаемостью ϵ и относительной магнитной проницаемостью $\mu=1$, распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля $H_m=2,5$ В/м, амплитуда напряженности магнитного поля H_m . Фазовая скорость распространения волны $V=2,12 \cdot 10^8$ м/с. Найти диэлектрическую постоянную Среды и напряженность магнитного поля H_m .

131. В однородной изотропной среде и относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon=6$ и относительной магнитной проницаемостью $\mu=1$, распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна $E_m=0,6$ В/м, амплитуда напряженности магнитного поля - H_m . Фазовая скорость распространения волны V . Найти H_m - напряженность магнитного поля и фазовую скорость V .

132. Запишите уравнение, описывающее распространяющийся в кристалле вдоль заданной оси волновой пакет, образовавшийся при сложении двух электромагнитных волн с одинаковым амплитудным значением электрического вектора $E_m=1,6$ В/м, имеющих циклические частоты $\omega_1=9,46 \cdot 10^{14}$ рад/с и $\omega_2=16,16 \cdot 10^{14}$ рад/с и волновые числа $k_1=4,94 \cdot 10^6$ рад/м и $k_2=9,33 \cdot 10^6$ рад/м соответственно. Определить фазовую скорость каждой волны (с точностью до двух различающихся значащих цифр) и групповую скорость волнового пакета.

133. Электромагнитные колебания, распространяясь в однородной среде, имеют групповую скорость $U=1,93 \cdot 10^8$ м/с и фазовую скорость $V=1,96 \cdot 10^8$ м/с. Дисперсия в диапазоне длин волн $d\lambda$ вблизи λ равна $D=2,94 \cdot 10^{12}$ с⁻¹. Найти длину волны λ и пояснить, в диспергирующей или недиспергирующей среде распространяется электромагнитная волна, положительной или отрицательной дисперсией обладает Среда.

134. Определить частоту электромагнитных волн в воздухе, длина которых $\lambda=2$ см.

135. Колебательный контур излучает, в воздухе электромагнитные волны длиной 300 м. Определить индуктивность колебательного контура, если его емкость равна 5 мкФ. Активное сопротивление контура не учитывать.

136. Катушка, индуктивность которой $L=30$ мкГн, присоединена к плоскому конденсатору. Площадь каждой пластины $S=100$ см², расстояние между ними $d=0,1$ мм. Определить диэлектрическую проницаемость ϵ Среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур резонирует на монохроматическую электромагнитную волну, длина которой $\lambda=750$ м.

137. Индуктивность колебательного контура $L=50$ мкГн. Какова должна быть емкость C контура, чтобы он резонировал на электромагнитную волну, длина которой $\lambda=300$ м?

138. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=1$ нФ и катушки индуктивностью $L=1$ мГн. Активным сопротивлением контура пренебречь. На какую длину монохроматической электромагнитной волны λ настроен контур?

139. Контур приемника с конденсатором емкостью $C=20$ пФ настроен на электромагнитную волну длиной $\lambda=5$

м. Определить индуктивность катушки контура. Активным сопротивлением контура пренебречь.

140. Определить длину волны λ в трансформаторном мале ($\epsilon=2,2$, $\mu=1,0$), если частота волны $\nu=50$ МГц.

141. За какое время T происходит одно полное колебание в контуре, излучающем электромагнитную волну длиной $\lambda=240$ м в вакууме?

142. На какую длину волны λ настроен приемный контур радиоприемника, если он обладает индуктивностью $L=1,5$ мГн и емкостью $C=0,67$ нФ? Активным сопротивлением контура пренебречь.

143. Радиолокатор работает на длине волны $\lambda=20$ см и излучает 2000 импульсов в секунду длительностью 0,02 мкс каждый. Определить число колебаний N_1 в одном импульсе и глубину l действия радиолокатора.

144. Электромагнитная волна с частотой $\nu=100$ МГц переходит из вакуума в немагнитную среду с показателем преломления $n=2,45$. Найти приращение длины волны $\Delta\lambda$ в среде.

145. Электромагнитная волна с частотой $\nu=59$ МГц распределяется в немагнитной среде с показателем преломления $n=5,1$. Определить длину волны λ в среде.

146. Найдите массу фотона, импульс которого равен импульсу молекулы водорода при температуре $t=20$ °С. Скорость молекулы считать равной средней квадратичной скорости.

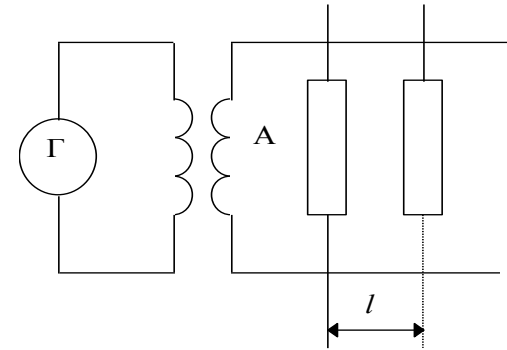
147. На поверхность площадью $S=100$ см² ежеминутно падает $W=63$ Дж световой энергии. Найти световое давление в случаях, когда поверхность: а) полностью отражает лучи; б) полностью поглощает падающие на нее лучи.

148. Лазер излучил в импульсе длительностью $\tau=0,13$ мс пучок света энергии $W=10$ Дж. Найти среднее давление такого светового импульса, если его сфокусировать в пят-

нышко $d=10$ мкм на поверхность перпендикулярную пучку с коэффициентом отражения $\rho=0,5$.

149. Два параллельных провода, в бензоле, индуктивно соединены с генератором высокочастотных электромагнитных колебаний. При частоте $\nu=10^2$ МГц в системе устанавливаются стоячие электромагнитные волны. Перемещая вдоль проводов газоразрядную трубку А, по ее свечению определяют положения пучностей напряженности электрического поля. Расстояние между соседними пучностями $l=1$ м. Найти диэлектрическую проницаемость бензола.

150. Определить энергию, которую переносит за время $t=1$ мин плоская синусоидальная электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме, через площадку $S=10$ см², расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0=10^{-3}$ В/м. Период волны $T \ll t$.



| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Задачи | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 |
| | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 |
| | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 |
| | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 |
| | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 |
| | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 |