Задания с развернутым ответом по электродинамике

1.

Образец возможного решения
Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца: $Q = \frac{U^2}{R}t.$ (1) Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: $Q = cm\Delta T,$ (2) где масса проводника $m = \rho lS$ (3) (S — площадь поперечного сечения проводника). Сопротивление проводника: $R = \frac{\rho_{эл} l}{S}$. (4) Из (1)—(4), получаем: $\Delta T = \frac{v^2 t}{c\rho l^2 \rho_{эл}} \approx 16K$. Ответ: $\Delta T \approx 16$К

2.

Образец возможного решения
Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца: $Q = \frac{U^2}{R}t$. (1) Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: $Q = cm\Delta T,$ (2) где масса проводника $m = \rho lS$ (3) (S — площадь поперечного сечения проводника). Сопротивление проводника: $R = \frac{\rho_{эл} l}{S}$. (4) Из (1)—(4), получаем: $l = \sqrt{\frac{v^2 t}{c\rho\rho_{эл}\Delta T}} \approx 5{,}1$ м. Ответ: $l \approx 5{,}1$ м.

3.

Образец возможного решения
Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца: $Q = \frac{U^2}{R}t$. (1) Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: $Q = cm\Delta T,$ (2) где масса проводника $m = \rho lS$ (3) (S — площадь поперечного сечения проводника). Сопротивление проводника: $R = \frac{\rho_{эл} l}{S}$. (4)

Образец возможного решения
Из (1)—(4), получаем: $$t = \frac{\Delta T c \rho l^2 \rho_{эл}}{U^2} \approx 57с.$$ Ответ: $t \approx 57$с.

4.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$ Изменение магнитного потока за малое время Δt равно $\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$. Следовательно, $\lvert\mathscr{E}\rvert = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника. В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $$\lvert\mathscr{E}\rvert = Bl\sqrt{2ax} = 2\,В.$$ Ответ: $\varepsilon = 2B$.

5.

Образец возможного решения
ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле $$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$ Изменение магнитного потока за малое время Δt равно $\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$. Следовательно, $\lvert\mathscr{E}\rvert = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника. В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $\lvert\mathscr{E}\rvert = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда $B = \frac{\lvert\mathscr{E}\rvert}{l\sqrt{2ax}} = 0{,}5$ Тл. Ответ: $B = 0{,}5$ Тл.

6.

Образец возможного решения
ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле $$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$ Изменение магнитного потока за малое время Δt равно $\Delta\Phi = B\Delta S$, где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt, т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$. Следовательно, $\lvert\mathscr{E}\rvert = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника. В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $\lvert\mathscr{E}\rvert = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда $l = \frac{\lvert\mathscr{E}\rvert}{B\sqrt{2ax}} = 1$ м. Ответ: $l = 1$ м.

7.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Формула для расчета требуемого отношения: $\alpha = \frac{A_{\text{упр.}}}{A}$, где $A_{\text{упр}} = F_{\text{упр}}S$, $A = UIt$, а S — путь каретки под действием $F_{\text{упр}}$. Показания приборов и необходимые для расчета данные: $F_{\text{тр}} = 0{,}4$ H; $t = 3{,}98$ с; $U = 4{,}6$ В; $I = 0{,}22$ А; $s = 26$ см. Расчет отношения α: $\alpha = \frac{0{,}4H \cdot 0{,}26M}{4{,}6B \cdot 0{,}22A \cdot 3{,}98c} \approx 0{,}026 \approx 3\%$. Ответ: $\alpha \approx 3\%$. *Примечание:* возможны неточности в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

8.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Формула для расчета отношения: $\alpha = \frac{A_{упр}}{A}$, где $\lvert A_{TP}\rvert = F_{TP}S$, а $A = UIt$. Необходимые для расчетов данные: $t = 3{,}98$ с; $U = 4{,}6$ В; $I = 0{,}22$ А; $S = 26$ см. Выражение для силы трения: $F_{TP} = \frac{\alpha UIt}{S} =$

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
$=\dfrac{0{,}05\cdot 4{,}6\cdot 0{,}22\cdot 3{,}98}{0{,}26}\approx 0{,}8(H).$ Ответ: $F_{тр}\approx 0{,}8H.$ *Примечание:* возможны несовпадения в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Закон сохранения энергии: $UIt = I^2Rt + A_1 + Q_{ред}$, где A_1 — работа по перемещению каретки $A_1 = FS$, $Q_{ред}$ — искомое количество теплоты.   Показания приборов и необходимые для расчетов данные: U = 4,6 В; I = 0,22 А; F = 0,4 Н; S = 0,26 м; t = 3,98 с. $Q_{ред}$ = 0,22 А · 4,6 В · 3,98 с – (0,22 А)^2 · 3 Ом · 3,98 с – 0,4 Н · 0,26 м, $Q_{ред}$ = 3,3 Дж.   Ответ: $Q_{ред.}\approx$ 3,3 Дж.   *Примечание:* возможно несовпадение в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Выражение для расчета: $\alpha=\dfrac{F_{упр.}s}{UIt}$. Следовательно, $t=\dfrac{F_{тяги}S}{\alpha IU}$.   При равномерном движении сила трения равна силе тяги, т.е. силе упругости нити: $F_{тр} = F_{упр}$.   Показания приборов и необходимые для расчетов данные: $F_{тр}$ = 0,4 Н; U = 4,6 В; I = 0,22 А; s = 26 см, α = 0,03.   Численное значение показаний секундомера: $t=\dfrac{0{,}4\cdot 0{,}26}{4{,}6\cdot 0{,}22\cdot 0{,}03}=3{,}4$ (с).   Ответ: t = 3,4 с.   *Примечание:* возможно несовпадение результатов в связи с погрешностью прямых измерений. В связи с этим числовое значение ответа может отличаться от приведенного.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Измеренные значения напряжения и силы тока $U_1 = 3{,}2$ В $I_1 = 0{,}5$ А $U_2 = 2{,}6$ В $I_2 = 1$ А. Закон Ома для полной цепи: $I = \dfrac{\varepsilon}{R+r}$ или $\varepsilon = U + Ir$. Уравнения: $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r$. Равенство: $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$. $r = \dfrac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \dfrac{3{,}2B - 2{,}6B}{0{,}5A} = 1{,}2$ Ом $\varepsilon = 3{,}2$ В + (0,5 А · 1,2 Ом) = 3,8 В [или $\varepsilon = 2{,}6$ В + (1,0 А · 1,2 Ом) = 3,8 В.] Ответ: $\varepsilon = 3{,}8$ В, $r = 1{,}2$ Ом. *Примечание:* решение считать правильным при снятии показаний вольтметра U_2 в интервале (2,6 ÷ 2,8) В и амперметра I_2 в интервале (1,00 ÷ 1,05) А. В связи с этим изменяется числовое значение ответа.

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Значения напряжения и силы тока согласно показаниям приборов $U_1 = 3{,}2$ В $I_1 = 0{,}5$ А. $U_2 = 2{,}6$ В $I_2 = 1$ А. Закон Ома для полной цепи: $I = \dfrac{\varepsilon}{R+r}$ или $\varepsilon = U + Ir$. Уравнения: $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r \Rightarrow$ равенство: $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$. Выражения для внутреннего сопротивления и ЭДС: $r = \dfrac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \dfrac{3{,}2B - 2{,}6B}{0{,}5A} = 1{,}2$ Ом $\varepsilon = 3{,}2$ В + (0,5 А · 1,2 Ом) = 3,8 В [или $\varepsilon = 2{,}6$ В + (1,0 А · 1,2 Ом) = 3,8 В.] Выражение для КПД источника тока в первом опыте: $\eta = \dfrac{U_1 I_1}{\varepsilon I_1} = \dfrac{U_1}{\varepsilon}$, и его значение $\eta = \dfrac{3{,}2}{3{,}8} \cdot 100\% = 84\%$.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Ответ: $\eta = 84\%$. *Примечание:* отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой; соответственно могут различаться и числовые значения ответа.

13.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Согласно показаниям приборов,

$U_1 = 3{,}2$ В $\quad I_1 = 0{,}5$ А.

$U_2 = 2{,}6$ В $\quad I_2 = 1$ А.

Закон Ома для полной цепи: $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r}$.

Отсюда: $\varepsilon = U + Ir$, $\varepsilon = U_1 + I_1 r$; $\varepsilon = U_2 + I_2 r$; $U_1 + I_1\, r = U_2 + I_2\, r$.

Следовательно, $r = \dfrac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \dfrac{3{,}2B - 2{,}6B}{0{,}5A} = 1{,}2$ Ом.

Количество теплоты, выделившейся в источнике тока во втором опыте, $Q_2 = I_2^2 rt$, $Q_2 = 72$ Дж.

Ответ: $Q_2 = 72$ Дж.

Примечание: отклонения в записанных показаниях приборов в пределах цены деления этих приборов не считаются ошибкой, соответственно могут различаться и числовые значения ответа.

14.

Образец возможного решения

В момент, когда сила тока в катушке равна нулю, заряд находится из закона сохранения энергии: $\dfrac{1}{2}LI_0^2 = \dfrac{Q_0^2}{2C}$ (1).

При быстром изменении емкости заряд не успевает измениться, поэтому изменение энергии конденсатора:

$$\Delta W = \frac{Q^2}{2\varepsilon C} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q_0^2(1-\varepsilon)}{2\varepsilon C} = \frac{\frac{1}{2}Q_0^2}{C} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \quad (2).$$

Используя (1), находим $\Delta W = \dfrac{1}{2}LI_0^2 \cdot \dfrac{1-\varepsilon}{\varepsilon} = -\dfrac{1}{6}LI_0^2$.

Ответ: $\Delta W = -\dfrac{1}{6}LI_0^2$.

15.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
При максимальном заряде на конденсаторе сила тока в цепи равна нулю. Изменение заряда конденсатора $\Delta Q = Q_{max} - CU_0$ (1). Изменение энергии конденсатора $\Delta W = \frac{Q_{max}^2}{2C} - \frac{CU_0^2}{2}$ (2). Работа, совершенная батареей, $A = \Delta Q \cdot \varepsilon = \varepsilon \cdot (Q_{max} - CU_0)$ (3). По закону сохранения энергии (омическим сопротивлением пренебрегаем, а энергия катушки равна нулю) совершенная работа равна изменению энергии конденсатора. Приравнивая (2) и (3) и учитывая, что $U_0 = \frac{1}{2}\varepsilon$, получаем квадратное уравнение для Q_{max}: $$Q_{max}^2 - 2C\varepsilon Q_{max} + \frac{3}{4}C^2\varepsilon^2 = 0 .$$ У квадратного уравнения есть два решения $Q'_{max} = \frac{3}{2}C\varepsilon$ и $Q''_{max} = \frac{1}{2}C\varepsilon$. Второе решение соответствует начальному состоянию. Поэтому решением задачи является первое значение $Q_{max} = \frac{3}{2}C\varepsilon = 30$ мкКл. Ответ: $Q_{max} = 30$ мкКл.

16.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы: $F = \frac{fd}{f+d}$; $\Gamma = \frac{f}{d}$, где d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изображения, Г — увеличение. Следовательно, $F = \frac{f}{1+\Gamma}$ (1). После того как экран передвинули, для нового положения предмета и изображения можно записать: $F = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}$; $\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1}$; где $f_1 = f - \Delta f$. Следовательно, $f = \frac{\Delta f(1+\Gamma)}{\Gamma + \Gamma_1} = 90$ см, $\Delta d = \frac{f - \Delta f}{\Gamma_1} - \frac{f}{\Gamma} = 2$ см. Ответ: $\Delta d = 2$ см.

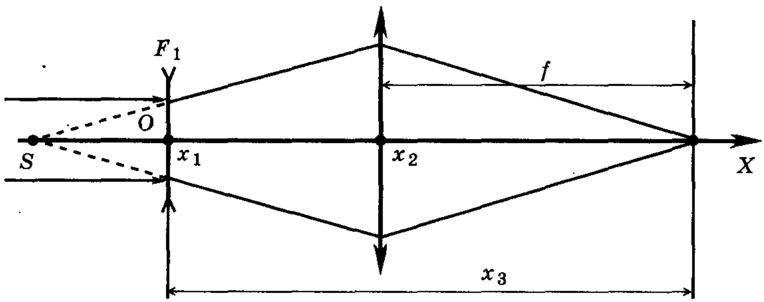
17.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы: $F = \dfrac{fd}{f+d}$; $\Gamma = \dfrac{f}{d}$, где d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изображения, Г — увеличение. Следовательно, $d = \dfrac{F(1+\Gamma)}{\Gamma} = 18$ (1). После того как предмет передвинули, для нового положения предмета и изображения можно записать: $F = \dfrac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}$; $\Gamma_1 = \dfrac{f_1}{d_1}$; следовательно, $d_1 = \dfrac{F(1+\Gamma_1)}{\Gamma_1} = 20$ см (2). Отсюда $\Delta d = d_1 - d = 20 - 18 = 2$ см. Ответ: $\Delta d = 2$ см.

18.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Ход лучей через систему линз изображен на рисунке:



Из рисунка ясно, что расстояние $OS = -F_1 = 20$ см. Расстояние от источника до собирающей линзы $d = -F_1 + (x_2 - x_1)$. Расстояние от второй линзы до изображения f равно $x_3 - x_2$.

Формула тонкой собирающей линзы $\dfrac{1}{-F_1 + (x_2 - x_1)} + \dfrac{1}{x_3 - x_2} = \dfrac{1}{F_2}$

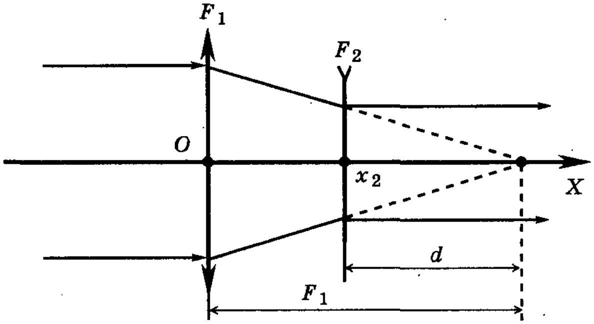
$\Rightarrow$ фокусное расстояние собирающей линзы

$$F_2 = \frac{(x_3 - x_2)((x_2 - x_1) - F_1)}{x_3 - x_1 - F} = 20 \text{ см.}$$

Ответ: $F_2 = 20$ см.

19.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)
На рисунке изображен ход лучей через систему линз.



Формула тонкой рассеивающей линзы с учетом правила знаков

$$-\frac{1}{d}+\frac{1}{\infty}=-\frac{1}{|F_2|}\Rightarrow |F_2|=d\ .$$

Искомое фокусное расстояние F_2:

$$F_1=(x_2-x_1)+d=(x_2-x_1)+|F_2|,$$

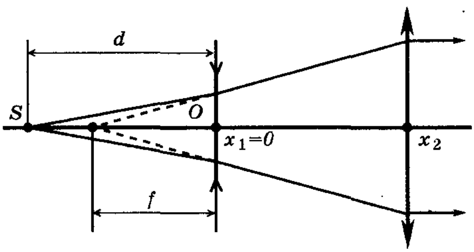
$$|F_2|=F_1-(x_2-x_1) \text{ и } |F_2|=15 \text{ см}, F_2=-15 \text{ см}.$$

Ответ: $F_2=-15$ см.

20.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

На рисунке изображен ход лучей через систему линз.
Расстояние f от линзы до изображения источника света $(x_2-x_1)+f=F_2$,
$f=10$ см.



Формула тонкой рассеивающей линзы с учетом правила знаков

$$\frac{1}{d}-\frac{1}{f}=-\frac{1}{F_1};\ \frac{1}{d}=\frac{F_1-f}{f\cdot F_1};\ d=\frac{f\cdot F_1}{F_1-f};\ d=20\text{см}.$$

Искомое значение $x=-d$, $x=-20$ см.

Ответ: $x=-20$ см.

21.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

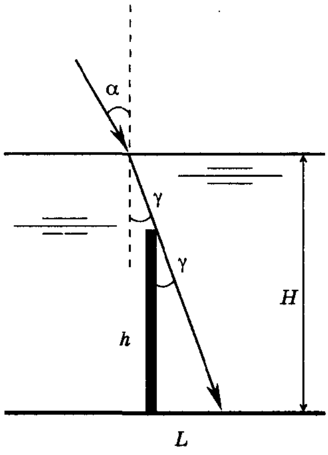
Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot tg$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$, $\sin\gamma = \frac{\sin\alpha}{n} = \frac{1}{2n}$,

$$\text{tg}\gamma = \frac{\sin\gamma}{\sqrt{1-\sin^2\gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2-1}}.$$

Следовательно,

$$L = h\frac{1}{\sqrt{4n^2-1}} = \frac{2}{\sqrt{4\frac{16}{9}-1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0{,}8$$

Ответ: L ≈ 0,8 м.



22.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Согласно рисунку высота сваи h связана с длиной тени L и углом между сваей и скользящим по ее вершине лучом света соотношением:

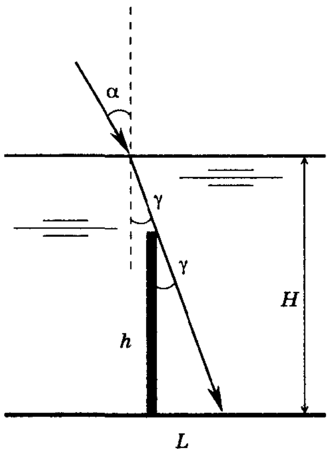
$\sin\gamma = \frac{L}{\sqrt{h^2+L^2}}$. Угол γ является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$,

$\sin\alpha = n \cdot \sin\gamma$. Следовательно,

$$\sin\alpha = n\frac{L}{\sqrt{h^2+L^2}} = \frac{\frac{4}{3}\cdot\frac{3}{4}}{\sqrt{4+\frac{9}{16}}} = \frac{4}{\sqrt{73}};$$

$$\alpha = \arcsin\frac{4}{\sqrt{73}} \approx 28^\circ.$$

Ответ: $\alpha \approx 28°$.



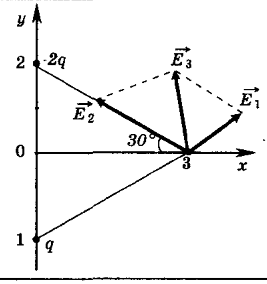
23.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Записана формула для модуля напряженности поля точечного заряда: $E = k\frac{q}{r^2}$. 2) Получено выражение для E_2 в общем виде: $E_2 = E_1\frac{r_{0A}^2}{r_{0C}^2}$. 3) Рассчитаны квадраты расстояний r_{0A}^2 и r_{0C}^2: $r_{0A}^2 = 1^2 + 2^2 = 5$ $r_{0C}^2 = 3^2 + 2^2 = 13$. 4) Вычислите модуль напряженности поля E_2 в точке C: $E_2 = 25$ В/м.

24.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Записано условие равенства нулю напряженности поля в точке C: $\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$. 2) Записаны формулы напряженности электрических полей, создаваемых зарядами q_1, q_2 и q_3 в точке C с учетом знака: $E_1 = \frac{kq_1}{(2L)^2}$; $E_2 = \frac{kq_2}{(L)^2}$; $E_3 = -\frac{kq_3}{(L)^2}$. 3) Записана формула напряженности в точке C: $E_C = \frac{kq_1}{(2L)^2} + \frac{kq_2}{(L)^2} - \frac{kq_3}{(L)^2} = 0$; отсюда $\frac{q_1}{4} + q_2 - q_3 = 0$. 4) Получен числовой ответ: $q_2 = -3 \cdot 10^{-12}$Кл.

25.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Выполнен чертеж, указаны векторы напряженности $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ в точке 3 и результирующий вектор напряженности $\vec{E}_3$. 2) Указано, что в соответствии с принципом суперпозиции 

$\vec{E}_3 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ и $\begin{cases} E_{3x} = E_{1x} + E_{2x} \\ E_{3y} = E_{1x} + E_{2x} \end{cases}$.

3) Указано, что $E_1 = E$ и $E_2 = 2E$. Определено, что $E_{3x} = -E\cos 30°$ и $E_{3y} = 3E\sin 30°$.

4) Записано выражение для модуля вектора

$E_3 = \sqrt{(E_{3x})^2 + (E_{3y})^2} = \sqrt{3}E$; получен числовой ответ

$E_3 \approx 17$ мВ/м.

26.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записан II закон Ньютона для движения электрона по окружности в однородном магнитном поле $Bev = \frac{mv^2}{R}$ или $v = \frac{BeR}{m}$. 2) Записана формула для периода движения электрона по окружности $T = \frac{2\pi m}{Be}$ и, следовательно, $t = \frac{T}{360}$. 3) Записана формула для вычисления пути, пройденного электроном к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1°: $S = vt$, где $t = \frac{T}{360}$. 4) Получены ответ в общем виде: $S = \frac{\pi m v}{Be180}$ и числовой ответ $S = 0{,}01$ мм.

27.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записан II закон Ньютона для движения тела по окружности в однородном магнитном поле: $Bqv = \frac{mv^2}{R}$ или $v = \frac{BqR}{m}$. 2) Записана формула для периода движения по окружности: $T = \frac{2\pi R}{v}$ и, следовательно, $T = \frac{2\pi m}{Bq}$. 3) Записана формула для вычисления пути, пройденного шариком массой m к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1°: $S = vt$, где $t = \frac{T}{360}$. 4) Получены ответ в общем виде: $S = \frac{\pi m v}{Bq \cdot 180}$ и числовой ответ $S = 1{,}75$ м.

28.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записана формула для периода малых колебаний математического маятника в отсутствие электрического поля: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. 2) Записано выражение для ускорения заряда, вызванного действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$. 3) Получен ответ в общем виде: $l = \frac{T^2\left(g - \frac{qE}{m}\right)}{4\pi^2}$. 4) Получен правильный числовой ответ: $l = 0{,}127$ м.

29.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записано выражение для периода колебаний маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$ или $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a_1 + g}}$. 2) Записана формула для ускорения заряда, вызванного электическим полем: $a_1 = \frac{Eq}{m}$. 3) Выполнены математические преобразования и получен ответ в общем виде: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{Eq}{m}}}$. 4) Получен правильный числовой ответ: $T = 0{,}5$ с.

30.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записано выражение для ускорения заряда под действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$. 2) Записана связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием электрического поля (движение в горизонтальном направлении): $\frac{at^2}{2} = \frac{d}{2}$ или $t^2 = \frac{d}{a}$. 3) Записана связь между временем, пройденным путем и ускорением при движении под действием силы тяжести (движение в вертикальном направлении): $\Delta h = \frac{gt^2}{2}$.

Содержание верного решения задачи
4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $\Delta h = \frac{mgd}{2qE}$ и правильный числовой ответ: $\Delta h = 0{,}05$ м.

31.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записано выражение для ускорения заряда при движени под действием электрического поля: $a = \frac{Eq}{m}$. 2) Записана формула пути при равноускоренном движении: $\frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}$. 3) Получен ответ в общем виде: $t = \sqrt{\frac{dm}{Eq}}$. 4) Получен правильный числовой ответ: $t = 0{,}1$ с.

32.

Содержание верного решения задачи
Элеенты ответа: 1) Записаны выражения для потенциальной энергии тела в поле тяжести $E_п = mgh$; в электрическом поле: $E_п = qEh$. 2) Записан закон сохранения механической энергии: $\frac{mv^2}{2} = (mg + qE)h$. 3) Записано выражение для импульса, передаваемого шариком пластине при абсолютно упругом ударе: $\Delta p = 2mv$. 4) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $\Delta p = 2\sqrt{mh(mg + qE)}$ и правильный числовой ответ: $\Delta p = 0{,}07$ кг·м/с.

33.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны уравнения, связывающие разность потенциалов на концах проводника с напряженностью однородного электрического поля: $U_1 = E_1 l$, $U_2 = E_2 l$. 2) Записан закон Ома для участка цепи: $U_1 = IR_1$ и $U_2 = IR_2$, где R_1 и R_2 — сопротивления проводников. Записаны выражения для сопротивления проводников:

Содержание верного решения задачи
$R_1 = \frac{\rho l}{S_1}$, $R_2 = \frac{\rho l}{S_2}$, где ρ — удельное сопротивление меди, $S_1 = \frac{\pi d_1^2}{2}$, $S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$ — поперечные сечения проводников. 3) Выполнены математические преобразования $E_1 = 4I\frac{\rho}{\pi d_1^2}$, $E_2 = 4I\frac{\rho}{\pi d_2^2}$, получен правильный ответ: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$.

34.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записано выражение для полного заряда последовательно соединенных конденсаторов: $q = 2U\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$. 2) Записано выражение для начальной энергии конденсаторов: $W = \frac{C_1 + C_2}{2}U^2$; закон сохранения энергии: $Q = \lvert W_2 - W_1 \rvert$. 3) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $Q = \frac{5}{9}W_1$ и правильный числовой ответ: $Q = 83$ мкДж.

35.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны формулы для электрической емкости параллельно соединенных конденсаторов: $C_1 = C + X$; последовательно соединенных конденсаторов: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C + X} + \frac{1}{X}$. 2) Выполнены математические преобразования, получено уравнение: $X^2 - CX - C^2 = 0$. 3) Получена расчетная формула $X = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ и найден правильный числовой ответ: $X = 26$ пФ.

36.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны формулы для заряда каждого конденсатора: $q_1 = C_1U_1$ и $q_2 = C_2U_2$; закон сохранения заряда: $q = q_1 + q_2$.

Содержание верного решения задачи
2) Записаны формулы для электроемкости параллельно соединенных конденсаторов: $C = C_1 + C_2$; для разности потенциалов между пластинами соединенных конденсаторов: $U = \frac{q}{C}$. 3) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $U = \frac{C_1U_1 + C_2U_2}{C_1 + C_2}$ и правильный числовой ответ: $U = 190$ В.

37.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записана связь между амплитудой силы тока I_m и амплитудой электрического заряда q_m: $I_m = q_m\omega$. 2) Записано соотношение между периодом электромагнитных колебаний и циклической частотой: $\omega = \frac{2\pi}{T}$. 3) Выполнены математические преобразования и получен правильный ответ: $T = 2\pi\frac{q_m}{I_m}$.

38.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний: $\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C}$. 2) По формуле Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$. 3) Из закона сохранения энергии определяем: $q_m^2 = q^2 + LCI^2$, 4) откуда получаем: $q_m = \sqrt{q^2 + \frac{I^2T^2}{4\pi^2}} \approx 5{,}0$ нКл. Ответ: $q_m \approx 5{,}0$ нКл.

39.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}$, (1)

Содержание верного решения задачи
$\frac{CU_m^2}{2}=\frac{LI_m^2}{2}$. (2) 2. Из равенства (1) следует: $U^2=U_m^2-\frac{L}{C}I^2$, а из (2): $\frac{L}{C}=\frac{U_m^2}{I_m^2}$. 3. В результате получаем: $U=U_m\sqrt{1-\frac{I^2}{I_m^2}}=1{,}6$ В. Ответ: U = 1,6 В.

40.

Образец возможного решения
Напряженность электрического поля, создаваемого равномерно заряженной сферической оболочкой, равна нулю внутри нее, а снаружи совпадает с напряженностью поля точечного заряда в центре сферы. Отмечено, что в точке A поле создается только зарядами первых двух сфер. Напряженность поля точечного заряда обратно пропорциональна квадрату расстояния до него: $E(r)\sim\frac{1}{r^2}$. $$E=\frac{q_1+q_2}{R_A^2}E_1\frac{R^2}{q}.$$ $$E=\frac{E_1}{(2{,}5)^2}\approx 10\text{ В/м}.$$ Ответ: $E\approx 10$ В/м.

41.

Образец возможного решения
Из соображений симметрии достаточно рассмотреть условие равновесия одного из зарядов. На каждый заряд действуют пять сил. Условие равновесия заряда — равенство нулю векторной суммы сил, действующих на него. По закону Кулона $\vec{F}_d+\vec{F}_0+\vec{F}_0+\vec{T}+\vec{T}$ сила F_d, действующая на рассматриваемый заряд со стороны заряда, лежащего на диагонали: $$F_d=F_0/2.$$ Из равенства нулю суммы проекций сил на направление стороны квадрата следует: $$T=F_0+F_d\cos 45^\circ=F_0\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)=2{,}7\cdot 10^{-2}H.$$ Ответ: $T=2{,}7\cdot 10^{-2}\,H$.

42.

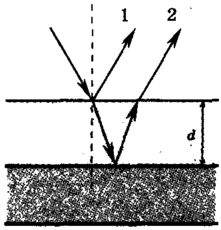
Образец возможного решения
В случае однородного поля по закону электромагнитной индукции $\lvert\mathcal{E}\rvert = \left\lvert\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\rvert = S\left\lvert\frac{\Delta B_Z}{\Delta t}\right\rvert$. С другой стороны, $\lvert\mathcal{E}\rvert = IR$. Поэтому $\lvert\Delta q\rvert = I\Delta t = \frac{S}{R}\lvert B_{2Z} - B_{1Z}\rvert$. И $\lvert\Delta q\rvert = \frac{0{,}1}{5}\cdot 4 = 0{,}08$ (Кл). Ответ: $\Delta q = 0{,}08$(Кл).

43.

Образец возможного решения
В случае однородного поля по закону электромагнитной индукции $\lvert\mathcal{E}\rvert = \left\lvert\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\rvert = S\left\lvert\frac{\Delta B_Z}{\Delta t}\right\rvert$. С другой стороны, $\lvert\mathcal{E}\rvert = IR$. Поэтому $\lvert\Delta q\rvert = I\Delta t = \frac{S}{R}\lvert B_{2Z} - B_{1Z}\rvert$. Отсюда $S = \frac{R\lvert\Delta q\rvert}{\lvert B_{2Z} - B_{1Z}\rvert} = 0{,}1\ \text{м}^2$. Ответ: $S = 0{,}1$ м^2.

44.

Содержание верного решения задачи



Элементы ответа:

1) Сделан рисунок, показывающий ход лучей через пленку.

2) Записано выражение для оптической разности хода лучей 1 и 2 с учетом практически нормального падения $\Delta = 2nd$. (1)

Потеря полуволны при отражении от оптически более плотной среды происходит на обеих границах и поэтому не дает вклада в оптическую разность хода.

3) В соответствии с условием интерференции волн, отраженных от верхней и нижней границы пленки, минимум интенсивности в отраженном свете будет наблюдаться при $\Delta = \lambda/2$ (2).

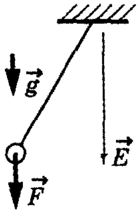
4) Сравнение уравнений (1) и (2) дает выражение для толщины пленки в общем виде и соответствующее численное значение. $d = \lambda/4n$; $d = 120$ нм.

45.

Содержание правильного ответа
Элементы ответа: 1) Записано условие второго интерференционного минимума: $$\Delta l = \frac{3}{2}\lambda .$$ 2) Из геометрического построения найдена разность хода лучей 1 и 2: $$\Delta l = \frac{2h^2}{l} .$$ (При этом было принято приближение: $\sqrt{l^2 + 4h^2} \approx l + 2\frac{h^2}{l}$.) 3) При объединении этих двух условий получено выражение для искомой величины: $h = \frac{1}{2}\sqrt{3\lambda l}$. 4) Произведены математические расчеты, приводящие к числовому ответу: $h = 3{,}0$ мм.

46.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)



Период колебаний маятника определяется соотношением $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$, где a — ускорение шарика в электрическом поле и поле тяготения. По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m}$.

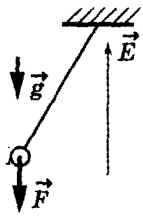
$\vec F = \vec F_{грав.} + \vec F_{эл.}$, где $\vec F_{грав.} = m\vec g$ и $\vec F_{эл.} = q\vec E$. Так как $\uparrow\uparrow \vec E$, то $F = mg + qE \Rightarrow a = \frac{mg + qE}{m} = g + \frac{q}{m}E$.

$$a = 10 + \frac{10^{-8}}{2\cdot 10^{-3}}\cdot 10^6 = 15\,(\text{м/с}^2).\quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}} = 2\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{\frac{0{,}5}{15}} \approx 1{,}15\,(\text{с}).$$

Ответ: $T \approx 1{,}15$ с.

47.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)



Период колебаний маятника определяется соотношением $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$, где a — ускорение шарика в электрическом поле и поле тяготения.

По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m}$. $\vec F = \vec F_{грав.} + \vec F_{эл.}$, где и $\vec F_{эл.} = q\vec E$. Так как $\uparrow\downarrow \vec E$, то $F = mg - qE \Rightarrow$

$$a = \frac{mg - qE}{m} = g - \frac{q}{m}E .\quad a = 10 - \frac{10^{-8}}{2\cdot 10^{-3}}\cdot 10^6 = 5\,(\text{м/с}^2).$$

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
$l=\frac{T^2}{4\pi^2}a$; $l=\frac{1^2\cdot 5}{4\cdot 3{,}14^2}\approx 0{,}13$ (м). Ответ: $l\approx 0{,}13$ м.

48.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Если нити нет, шарик будет падать с ускорением, равным не g, а $g+\frac{qE}{m}$, где qE — сила действия электрического поля напряженности E на заряд q. Поэтому в формуле для собственной частоты колебаний математического маятника нужно вместо g поставить выражение $g+\frac{qE}{m}$, так что $\omega_0=\sqrt{\frac{g+\frac{qE}{m}}{l}}=\sqrt{\frac{10-\frac{6\cdot 10^{-8}\cdot 2\cdot 10^{6}}{3\cdot 10^{-3}}}{0{,}5}}=10^6\ \left(\text{с}^{-1}\right)$ Ответ: 10^6 с^{-1}.

49.

Образец возможного решения
Центростремительное ускорение электрона в конденсаторе $a=\frac{v^2}{R}$ задается силой $F=qE$ действия электрического поля, так что $qE=m\frac{v^2}{R}$. (Здесь q, m и v — соответственно заряд, масса и скорость электрона, E — напряженность электрического поля). Отсюда: $v=\sqrt{RE\frac{q}{m}}=\sqrt{0{,}5\cdot 5\cdot 10^2\frac{1{,}6\cdot 10^{-19}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}}\approx 6{,}6\cdot 10^6$ (кг). Ответ: $6{,}6\cdot 10^6$ м/с.

50.

Образец возможного решения
Центростремительное ускорение электрона в конденсаторе $a=\frac{v^2}{R}$ задается силой $F=qE$ действия электрического поля, так что $qE=m\frac{v^2}{R}$. (Здесь q, m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона, E — напряженность электрического поля). Отсюда: $m=\frac{RqE}{v^2}=\frac{0{,}5\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 5\cdot 10^4}{4\cdot 10^{10}}=10^{-25}$ (м/с). Ответ: 10^{-25} м/с.

51.

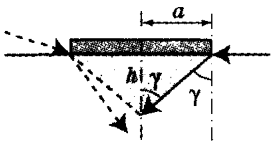
Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Закон Ома для полной цепи: $I=\dfrac{\varepsilon}{r+R}$. Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U=IR$, $U=Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $E=\dfrac{U}{d}=\dfrac{IR}{d}=\dfrac{\varepsilon R}{d(r+R)}=4$ кВ/м. Ответ: $E=4$ кВ/м.

52.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Закон Ома для полной цепи: $I=\dfrac{\varepsilon}{r+R}$, откуда искомая ЭДС: $\varepsilon=I(R+r)=U\dfrac{R+r}{R}$. Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U=IR$, $U=Ed$, где E — напряженность поля в конденсаторе. Следовательно, $\varepsilon=\dfrac{Ed(R+r)}{R}=4{,}8$ В. Ответ: $\varepsilon=4{,}8$ В.

53.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)



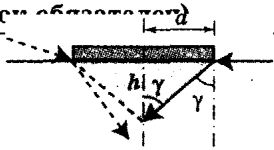
Боковые грани очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды. Согласно рисунку, глубину h тени можно определить по формуле $h=\dfrac{a}{\mathrm{tg}\gamma}$, где a — полуширина плота. Значение $\mathrm{tg}\gamma$ найдем из закона преломления света: $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\gamma}=n$, где n — показатель преломления воды, а $\alpha=90^\circ$.

Имеем: $\sin\gamma=\dfrac{1}{n}=\dfrac{3}{4}$; $\mathrm{tg}\gamma=\dfrac{4}{\sqrt{1-\dfrac{9}{16}}}=\dfrac{3}{\sqrt{7}}$; $h=\dfrac{2\sqrt{7}}{3}\approx1{,}76$ (м).

Ответ: 1,76 м.

54.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)



Боковые грани очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды. Согласно рисунку, глубину h тени можно определить по формуле $h=\dfrac{a}{\mathrm{tg}\gamma}$, где a — полуширина плота.

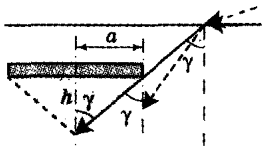
Отсюда: $a = h\mathrm{tg}\gamma$. Значение $a=h\mathrm{tg}\gamma$ найдем из закона преломления света: $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\gamma}=n$, где n — показатель преломления воды, а $\alpha=90°$.

Имеем: $\sin\gamma=\dfrac{1}{n}=\dfrac{3}{4}$; $tg\gamma=\dfrac{4}{\sqrt{1-\dfrac{9}{16}}}=\dfrac{3}{\sqrt{7}}$; $a=2{,}3\cdot\dfrac{3}{\sqrt{7}}\approx 2{,}6$ (м).

Ширина плота в 2 раза больше и примерно равна 5,2 м.

55.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)



Область тени — это пирамида, боковые грани которой очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды, а после преломления касаются краев понтона. Согласно рисунку глубину h тени можно определить по формуле $h=\dfrac{a}{\mathrm{tg}\gamma}$, где a — полуширина плота.

Значение $\mathrm{tg}\gamma$ найдем из закона преломления света: $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\gamma}=n$, где n — показатель преломления воды, а $\alpha=90°$

Имеем: $\sin\gamma=\dfrac{1}{n}=\dfrac{3}{4}$; $\mathrm{tg}\gamma=\dfrac{\dfrac{3}{4}}{\sqrt{1-\dfrac{9}{16}}}=\dfrac{3}{\sqrt{7}}$; $h=\dfrac{2\sqrt{7}}{3}\approx 1{,}76$ (м).

Ответ: 1,76 м.

56.

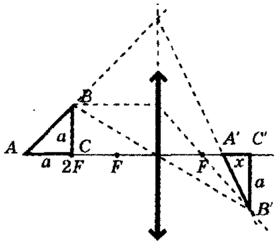
Образец возможного решения (рисунок обязателен)

Длина катетов $AC=BC=a=\sqrt{2S}=10$ см.

Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

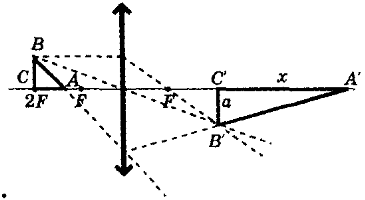
$\dfrac{1}{2F+a}+\dfrac{1}{2F-x}=\dfrac{1}{F}$, откуда $x=\dfrac{aF}{F+a}$.

Длина вертикального катета $B'C'$ изображения равна a, т.к. для него $d=f=2F$.



Образец возможного решения (рисунок обязателен)
Площадь изображения $S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{F}{F+a} = S \cdot \frac{F}{F+\sqrt{2S}} = \frac{5}{6} S \approx 41{,}7\ \text{см}^2.$

57.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)
Длина катетов $AC = BC = a = \sqrt{2S} = 10\ \text{см}.$ Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы: $\frac{1}{2F-a} + \frac{1}{2F+x} = \frac{1}{F}$, откуда $x = \frac{aF}{F-a}$.  Длина вертикального катета $B'C'$ изображения равна a, т.к. для него $d = f = 2F$. Площадь изображения $S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{F}{F-a} = S \cdot \frac{F}{F-\sqrt{2S}} = \frac{5}{4} S \approx 62{,}5\ \text{см}^2.$