



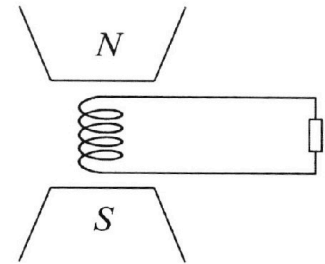
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



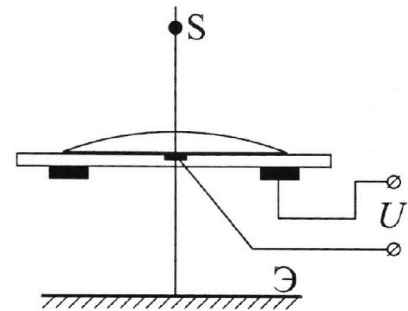
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране $\mathcal{E}$. Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



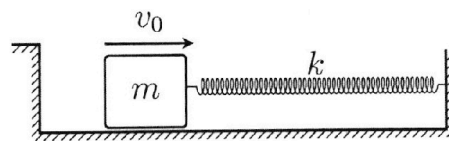
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



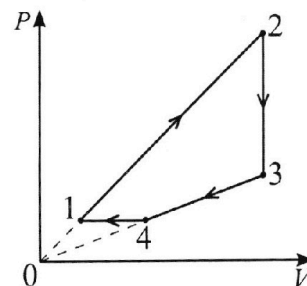
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

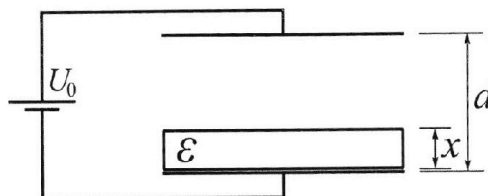
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.

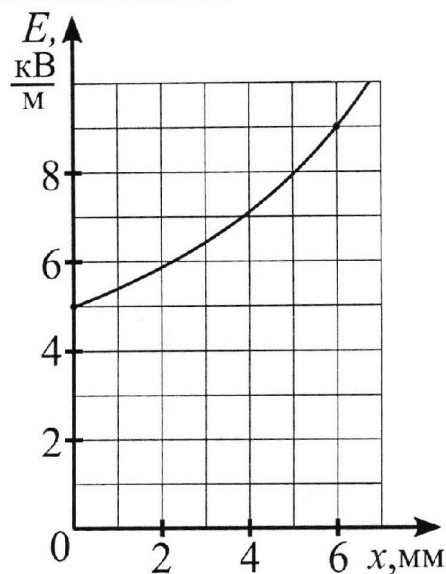


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1

Дано:

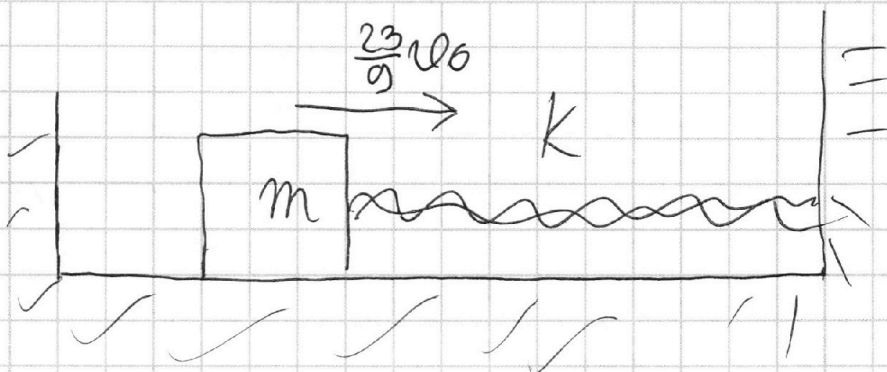
m, v_0, k

$$\frac{E_{k0}}{E_1} = \cos \alpha$$

1) $x_1 - ?$

2) $v_2 - ?$

3) $t_1 - ?$



1. тело стартует со скоростью $\frac{23}{9}v_0$ из положения равновесия к стене. В момент, когда статие пружины достигли максимума, скорость тела равна

нулю, а вся энергия перешла в энергию пружины. По ЗСЭ:

$$\frac{m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} = \frac{k x_1^2}{2}$$

$$x_1 = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1



2



3



4



5



6



7

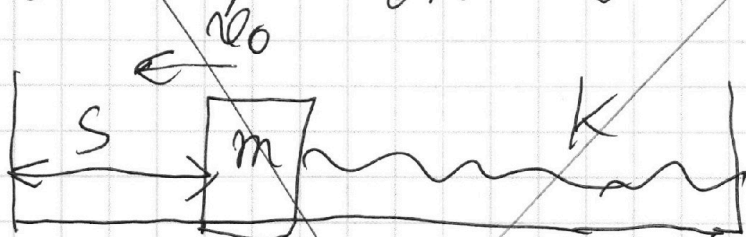


СТРАНИЦА

2 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. рассмотрим случай, когда тело толкает в сторону центра со скоростью v_0



тело проходит расстояние S .

из ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{KS^2}{2} + K_1$$

K_1 — кинетическая энергия непосредственно перед ударом

2. рассмотрим случай, когда тело прижали к пружине и отпустили. По условию, в положении равновесия оно будет



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

иметь скорость v_0

из ЗСЭ:

$$\frac{K_{\Sigma}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Leftrightarrow S = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

S — расстояние от центра
до положения равновесия

рассмотрим случай, когда тело
толкает со скоростью $\frac{23}{9}v_0$ и
оно ударяется об упруг

K_1 — кинетическая энергия непо-
средственно перед
ударом, K_2 — непосредственно после
удара.

из ЗСЭ:

$$\frac{1}{2} m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 = \frac{K_{\Sigma}^2}{2} + K_1$$

$$K_1 = \frac{m \left(\frac{23}{9} \right)^2 v_0^2}{2} - \frac{v_0^2 m}{2} =$$
$$= \frac{mv_0^2}{2} \left(\left(\frac{23}{9} \right)^2 - 1 \right) = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{448}{81}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
4 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

После удара:

ЗС:

$$K_2 + \frac{K_5^2}{2} = \frac{m \cdot \left(\frac{7}{3} v_0\right)^2}{2}$$

$$K_2 = \frac{m v_0^2}{2} \frac{49}{9} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \left(\frac{49}{9} - 1\right) = \frac{40}{9 \cdot 2} \cdot m v_0^2$$

$$K_1 = \frac{448}{81} \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \cos \alpha = \frac{\frac{m v_0^2}{2} \frac{448}{81}}{\frac{m v_0^2}{2} \frac{40}{9 \cdot 2}} = \frac{112}{45}$$

~~До и До второго~~

Перед вторым ударом $E_k = K_2$

После удара $E_k = K_3$

$$\frac{K_2}{K_3} = \frac{112}{45} \Rightarrow K_3 = \frac{45}{112} K_2$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

5 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

из 3х7:

$$K_3 + \frac{K_5^2}{2} = \cancel{K_p} \frac{mv_0^2}{2}$$

K_p — кинетическая

$$K_3 = \frac{45}{112} K_2 = \frac{45}{112} \cdot \frac{40}{9} \frac{mv_0^2}{2}$$

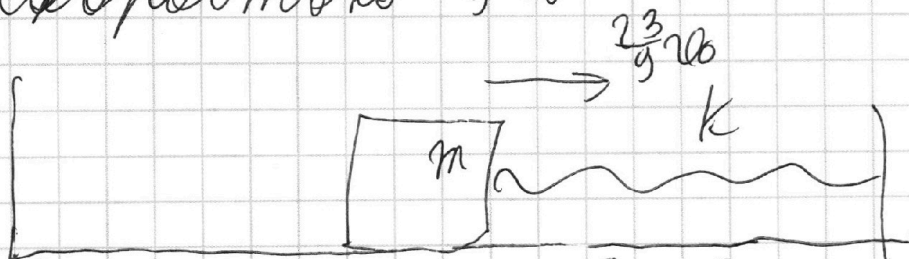
$$\frac{45}{112} \cdot \frac{40}{9} \cdot \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{25}{14} v_0^2 + v_0^2 = v_2^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 \left(\frac{25+14}{14} \right) = \frac{39}{14} v_0^2$$

$$v_2 = v_0 \sqrt{\frac{39}{14}}$$

3. Вернёмся к шару, где тело начинает движение в $t_0 = 0$ со скоростью $\frac{23}{9} v_0$



в первый раз оно возвращается



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
6 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

в положение равновесия за
половинный период колебаний, равно
 $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Движение можно описать:

$$x = A \sin \omega t, \text{ где } \frac{kA^2}{2} = \left(\frac{23}{9}v_0\right)^2 m$$

Аз отним от $t = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$s = A \sin \omega t'$$

t' — время столкновения от

$$\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \left(\sqrt{\frac{m}{k}} t' \right) \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t' \right)$$

$$\frac{9}{23} = \sin \sqrt{\frac{m}{k}} t' \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t' \right)$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} t' = \arcsin \frac{9}{23}$$

$$t' = \arcsin \frac{9}{23} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} t' = \arcsin \frac{9}{23}$$

$$t' = \sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin \frac{9}{23}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

После удара:

$$x = A_1 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\dot{x} = A_1 \omega \sin \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{k A_1^2}{2} = \frac{k v_0^2}{2} \quad A_1 \omega = v_{\max} = \frac{7 v_0}{3}$$

$$\dot{x} = \frac{7 v_0}{3} \cos(\omega t + \varphi) \quad A_1 = \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin(\omega t + \varphi)$$

считаем $t=0$ в момент удара.

$$x(0) = \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \varphi = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = 5$$

$$\dot{x}(0) = \frac{7 v_0}{3} \cos \varphi = \frac{3}{7}$$

$$\epsilon'' = \epsilon_1 - \pi \sqrt{\frac{m}{k}} - \epsilon'$$

$$x(\epsilon'') = 0 = \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin(\omega \epsilon'' + \varphi) = 0$$

$$\omega \epsilon'' + \varphi = \pi, \text{ т.к. } \varphi > 0$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} \epsilon'' = \pi - \arcsin \frac{3}{7}$$

$$\epsilon'' = \left(\pi - \arcsin \frac{3}{7} \right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
8 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$t_1 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arcsin \frac{g}{23} + \pi - \arcsin \frac{3}{7} \right)$$

Ответ: 1) $x_1 = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$

2) $v_2 = v_0 \sqrt{\frac{3g}{14}}$. 3) $t_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(2\pi + \arcsin \frac{g}{23} + \arcsin \frac{g}{23} - \arcsin \frac{3}{7} \right)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2

Дано:

$$C = \frac{7R}{2}$$

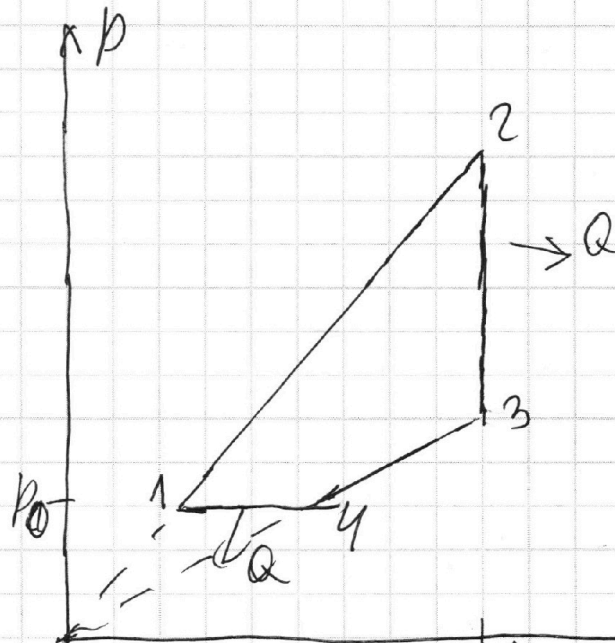
A, Q

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

1. $C_{23} - p$

2. $A_{23} - p$

3. $\eta - p$



1. в процессе 23 $V = \text{const}$, поэтому $A_{23} = 0$, $C_{23} = C_V$.

~~Итак, мы получили:~~

$$Q = - (R T_3 - C_{23} (T_3 - T_2))$$

рассмотрим процесс 12.

$p = dV$ — связь объема и

давления. Вспомогательная формула Менделеева:

$$C = \frac{dQ}{\int dT} = \frac{R \cdot p dV + C_V (p dV + V dp)}{p dV + V dp}$$

$$dp = \gamma \frac{p}{V} dV$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$C = \frac{C_p p dV + C_v V dp}{p dV + V dp} = \frac{C_p \cdot d \cdot V \cdot dV + p d \cdot V \cdot dV + V \cdot d \cdot dV}{p d \cdot V \cdot dV + V \cdot d \cdot dV} + \frac{C_v \cdot V \cdot d dV}{p d \cdot V \cdot dV + V \cdot d \cdot dV} = \frac{C_p + C_v}{2} = \frac{2C_v}{2} + \frac{R}{2} = \frac{7}{2}R$$

$$C_v = 3R = C_{12}$$

2. ~~находим~~ ~~формулу~~ $p = dV$ в 12
 $p = \beta V$ в 34.

формулы $V = V_0$ $p_2 = 2V_0$, $p_3 = \beta V_0$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{2dV_0 \cdot V_0}{\beta V_0 \cdot V_0} = \frac{2}{\beta} = \frac{12}{5} \quad d = \frac{12}{5}\beta$$

$$Q = 3R \cdot \sqrt{T_2 - T_3} \text{ — для 23}$$

или T и T :

$$A_{12} = \int C dT = A + 3R \int dT$$

$$A = \int dT (C - 3R) = (C - 3R) \int dT$$

$$A_{12} = \sqrt{\frac{R}{2}} (T_2 - T_1)$$

$$A_{34} = \sqrt{\frac{R}{2}} (T_4 - T_3)$$

$$A_{44} = \sqrt{R} (T_1 - T_4)$$

или 19:

$$Q = 4R \sqrt{T_4 - T_1}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи** отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$A_{cy} = A_{12} + A_{34} + A_{41}$$

$$\text{для } p_0: p_0 V_1 = \beta V_4. V_4 = \frac{\beta}{\beta} V_1$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{p_0 V_4}{p_0 V_1} = \frac{\beta}{\beta} = \frac{12}{5}$$

$$\bullet T_4 = \frac{12}{5} T_1$$

$$\frac{7}{5} T_3 = \frac{Q}{3\sqrt{R}}$$

$$Q = 3\sqrt{R} \left(\frac{12}{5} T_3 - T_3 \right) = 3\sqrt{R} \frac{7}{5} T_3$$

$$Q = 4\sqrt{R} \left(\frac{12}{5} T_1 - T_1 \right) = 4\sqrt{R} \frac{7}{5} T_1$$

$$\frac{7}{5} T_1 = \frac{Q}{4\sqrt{R}}$$

$$\begin{aligned} A_{cy} &= \sqrt{R} \left(\frac{T_2}{2} - \frac{T_1}{2} + \frac{T_4}{2} - \frac{T_3}{2} + T_1 - T_4 \right) = \\ &= \sqrt{R} \left(\frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} + \frac{T_4}{2} - \frac{T_3}{2} \right) = \\ &= \frac{\sqrt{R}}{2} \left(T_1 + \frac{12}{5} T_3 - T_3 - \frac{12}{5} T_1 \right) = \frac{\sqrt{R}}{2} \left(-\frac{7}{5} T_1 + \frac{7}{5} T_3 \right) = \\ &= \frac{\sqrt{R}}{2} \left(-\frac{7}{5} T_1 + \frac{7}{5} T_3 \right) = \frac{\sqrt{R}}{2} \left(-\frac{Q}{4\sqrt{R}} + \frac{Q}{3\sqrt{R}} \right) = Q \left(-\frac{1}{8} + \frac{1}{6} \right) = Q \left(\frac{-6+8}{8 \cdot 6} \right) = \\ &= \frac{Q}{24} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☒☐☐☐☐☐

СТРАНИЦА
4 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3. $\eta = \frac{A_{\text{из}}}{Q} = \frac{A_{\text{из}}}{Q_{12}}$, т.к. только в $1 \rightarrow 2$ происходит тепло

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \frac{7}{2} R \sqrt{T_2 - T_1} = \\ &= \frac{7}{2} R \left(\frac{12}{5} T_3 - T_1 \right) = \frac{7}{2} R \left(\frac{12 \cdot Q}{3 \sqrt{R} \cdot 7} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{Q \cdot 5}{4 \sqrt{R} \cdot 7} \right) = Q \left(\frac{1}{2} \left(\frac{12}{3} - \frac{5}{4} \right) \right) = \\ &= \frac{Q}{2} \left(4 - \frac{5}{4} \right) = \frac{Q}{8} (16 - 5) = \frac{11}{8} Q \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{из}}}{Q_{12}} = \frac{\frac{Q}{24}}{\frac{11}{8} Q} = \frac{8}{24 \cdot 11} = \frac{1}{33}$$

Ответ: 1. $C_{12} = 3R$
2. $A_{\text{из}} = \frac{Q}{24}$. 3. $\eta = \frac{1}{33}$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

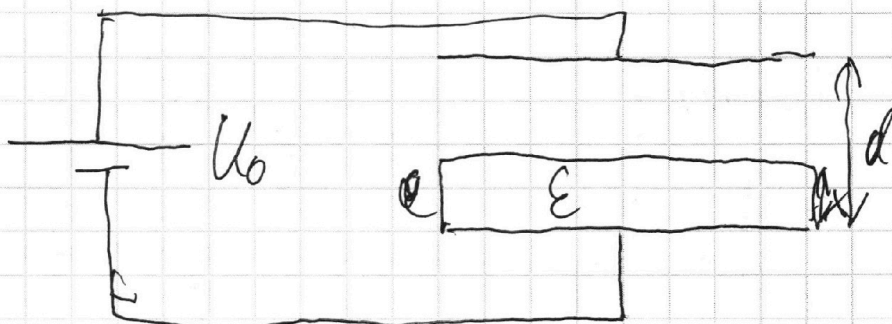
N 3

Дано:

$$d = 9 \text{ дм}$$

1. U_0

2. ϵ



1. Нам дан график зависимости

$E(x)$

$$\text{при } x = 0 \quad E = 4,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

E постоянна, т.к. $x = 0$

$$U_0 = \text{тогда } U_0 = E d = \\ = 4,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 9 \text{ дм} = 4500 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot \\ \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 40,5 \text{ В}$$

2. U_0 можно представить как $U_0 = E(d-x) + \frac{E}{\epsilon} x$

возьмём точку, где $E = 9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$

$$x = 6 \text{ дм}$$

$$U_0 - E(d-x) = \frac{E x}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{E x}{U_0 - E(d-x)} = \\ = \frac{9 \cdot 6}{40,5 - 9 \cdot 3} = \frac{9 \cdot 6}{9 \cdot \frac{3}{2} - 9 \cdot 3} = \frac{2}{\frac{3}{2} - 1} = \frac{2}{\frac{1}{2}} = 4$$

Ответ: 1. $U_0 = 40,5 \text{ В}$. 2. $\epsilon = 4$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N4

Дано:

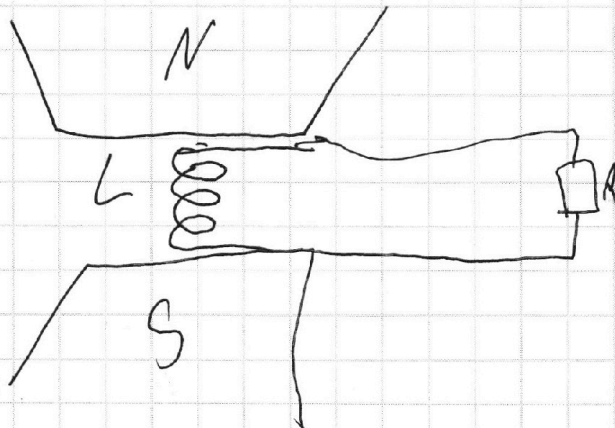
$L, n, S,$

R, φ, I_1

1) $\dot{I}(\frac{\varphi}{n}) - ?$

2) $q_0 - ?$

3) $B_1 - ?$



1. По условию, ток возрастает линейно.

будем считать, что

$$I = at, \text{ где } a = \dot{I} = \text{const}$$

из 2 правила Кирхгофа:

$$- \frac{d\varphi}{dt} = L \dot{I} + IR$$

$$-d\varphi = (aL + IR)dt$$

$$I_1 = I \varphi \quad \dot{I} = \dot{I}(\frac{\varphi}{n}) = \frac{I_1}{n}$$

2. Когда ток равен I_1 , поле перестаёт изменяться. Запишем 2 правило Кирхгофа:

$$\cancel{L \dot{I} + IR} \quad \cancel{L \dot{I} + IR} \quad \cancel{L \dot{I} + IR} \quad L \dot{I} + IR = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L \frac{dI}{dt} = -IR$$

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

$$I = I_1 e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$dq = I dt$$

$$q = \int_0^{\infty} I_1 e^{-\frac{R}{L}t} dt = -I_1 \frac{L}{R} (0 - 1) =$$

$$= I_1 \frac{L}{R}$$

3) Из 2 правил Кирхгофа:

$$-\frac{d\varphi}{dt} = L\dot{I} + IR$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} = 2L + dRt$$

$$-d\varphi = d(L + Rt)$$

$$-\int_{\varphi_{S1}}^{\varphi} d\varphi = \int_0^x d(L + Rt)$$

$$\varphi_{S1} = 2Lx + \frac{dRx^2}{2}$$

φ_{S1} — поток в контуре

$$\varphi_{S1} = \frac{2(Lx + \frac{dRx^2}{2})}{x} = \frac{I_1 x (L + \frac{dRx}{2})}{x} =$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{I_1}{nS_1} \left(L + \frac{R\chi}{2} \right)$$

Ответ: 1) $\dot{I}(\chi) = \frac{I_1}{\chi}$

2) $q = I_1 \frac{L}{R}$. 3) $B_1 = \frac{I_1}{nS_1} \left(L + \frac{R\chi}{2} \right)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 5

Дано:

$$n = \frac{4}{3}$$

$$b = 24 \text{ см}$$

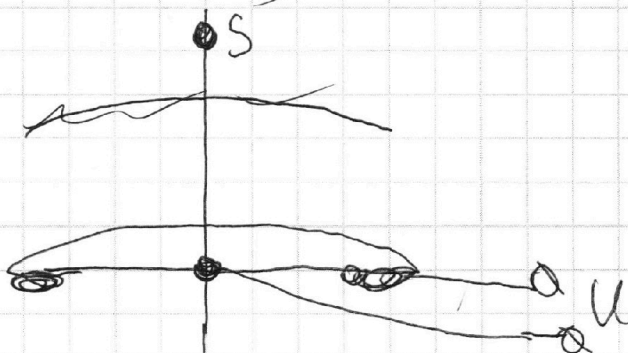
$$l = 0; R_0 = 2 \text{ см}$$

$$\Gamma_1 = \frac{5}{3}$$

$$\Gamma_2 = \frac{1}{3}$$

$$R = R_0 + dU$$

$$\frac{1}{F} \oplus = (n-1) \cdot \frac{1}{R}$$



$$1) F(n, R) - p$$

$$2) \frac{U_2}{U_1} - p$$

$$3) \frac{E_1}{E_2} - p$$

$$2. \text{ По условию, } R = R_0 + dU$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} \quad \Gamma_1 = \frac{5}{3} = \frac{f_1}{d_1}$$

$$f = \frac{5}{3}d \quad d_1 = \frac{3}{5}f_1$$

$$\frac{1}{\frac{3}{5}f_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1}$$

$$\left(\frac{5}{3} + 1\right) \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \quad \oplus =$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} \cdot \frac{8}{3} \quad F_1 = \frac{3}{8}f_1$$

$$\text{По } \Gamma_2 = \frac{1}{3} = \frac{f_2}{d_2} \quad d = 3f_2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{3f_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} \left(\frac{1}{3} + \frac{3}{3} \right) = \frac{1}{f_2} = \frac{4}{3} \frac{1}{f_2}$$

$$F_2 = \frac{3}{4} f_2$$

$$\frac{1}{F_1} = (n-1) \frac{1}{R_1} = (n-1) \frac{1}{R_0 + dU_1}$$

$$\frac{1}{F_2} = (n-1) \frac{1}{R_0 + dU_2}$$

$f_1 = f_2 = 6$, т.к. изобразительное подобие на экране

$$F_2 = \frac{3}{4} \cdot 24 \text{ см} = 18 \text{ см}$$

$$F_1 = \frac{3}{4} \cdot 24 \text{ см} = 9 \text{ см}$$

$$\frac{1}{9 \text{ см}} = \frac{1}{3} \frac{1}{R_0 + dU_1} \Rightarrow \frac{1}{(R_0 + dU_1)} = \frac{3}{9 \text{ см}}$$

$$R_0 + dU_1 = \frac{F_1}{3} \Rightarrow dU_1 = \frac{F_1}{3} - R_0$$

$$R_0 + dU_2 = \frac{F_2}{3} \Rightarrow dU_2 = \frac{F_2}{3} - R_0$$

$$\frac{dU_2}{dU_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{F_2}{3} - R_0}{\frac{F_1}{3} - R_0} = \frac{6 - 2}{3 - 2} = 4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

В. Будем считать P_0 — мощность, излучаемая во всех направлениях

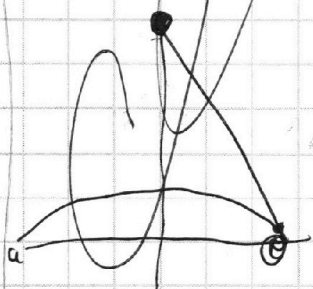
$$\frac{P}{P_0} = \frac{R}{4\pi}$$

$$R = \frac{P}{4\pi}$$

R — мощность излучения в малом телесном угле $d\Omega$, т.к. $d\Omega = \frac{dS}{r^2}$

Будем считать, что он равен приблизительно $\frac{R^2}{d}$, т.к. $d \approx R$

$$\ln \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{R} : d_1 = 19,4 \text{ см} \quad d_2 = 72 \text{ см}$$
$$R = \frac{P}{4\pi} : R_1 = 3 \text{ см} \quad R_2 = 6 \text{ см}$$



3. $P = \frac{P_0}{4\pi}$

$$P = \frac{P_0}{4\pi}$$

направления

по условию $R = d$

Суммарная мощность, т.к. направленная от источника P

$$R = \frac{P}{4\pi}$$

мощность излучения в малом телесном угле $d\Omega$, т.к. $d\Omega = \frac{dS}{r^2}$

P_0 — мощность, излучаемая во всех направлениях

$$R = \frac{P}{4\pi} \quad R = d$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

4 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$E = \frac{P}{S}, \quad r - \text{радиус источника}$$

$$S_1 = \pi(r_1)^2 = \pi r^2 \frac{25}{9}$$

$$S_2 = \pi(r_2)^2 = \pi r^2 \frac{1}{9}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{P_1 S_2}{S_1 P_2} = \frac{\pi r^2 \frac{1}{9} \cdot P_0 \frac{S_2}{4\pi}}{\pi r^2 \frac{25}{9} \cdot P_0 \frac{S_1}{4\pi}} =$$

$$= \frac{1 \cdot d_2^2}{25 \cdot d_1^2}$$

$$d_1 = \cancel{36} = 19,4 \text{ см} \quad d_2 = \cancel{36} = 72 \text{ см}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1 \cdot 72 \cdot 72}{25 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 0,1} = \frac{6^2 \cdot 12^2}{5 \cdot 0,5 \cdot 12^2} = \frac{72}{5} =$$

$$= 14,4$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1}{F} = (n-1) \frac{1}{R}$$

$$2) \frac{u_2}{u_1} = 4 \quad 3) \frac{E_1}{E_2} = 14,4.$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{d\phi}{dt} = \dot{I}L + \bar{I}R$$

$$I = \alpha t \quad \dot{I} = \alpha = \frac{dI}{dt} \quad \dot{I} = \text{const}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \dot{I}L + \bar{I}R$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \alpha L + \alpha R t$$

$\int$

$$d\phi = \alpha(L dt + R t dt)$$

$$0 - B_0 n S_1 = \alpha \left(L t + \frac{R t^2}{2} \right)$$

$\int$

$$\frac{dI}{dt} L = \bar{I} R$$

$$dI =$$

$$\alpha R dt$$

$$\frac{I_1}{n S_1} \left(L + \frac{R t}{2} \right)$$

$$\frac{72 \cdot 72}{1.5 \cdot 12 \cdot 12 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{72 = 6 \cdot 12}{6 \cdot 6 \cdot 12 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{36 \cdot 2}{5} = \frac{72}{5}$$

$$\frac{72}{5} \quad 3 \cdot 40 \quad 10 \quad \frac{72}{5} \quad 4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ из __

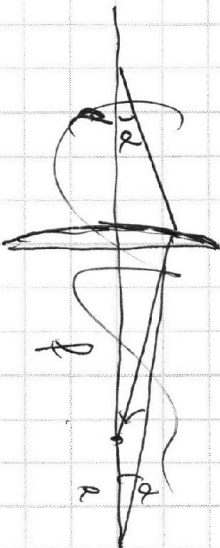
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{119}{144} \quad \frac{264}{12}$$

90-2

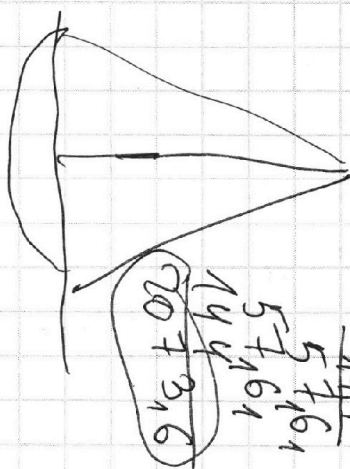
$$\frac{1}{2}p_2 + \frac{1}{p_2} = \frac{1}{p_2}$$

$$207,36 +$$



$$14,4 \cdot 3$$

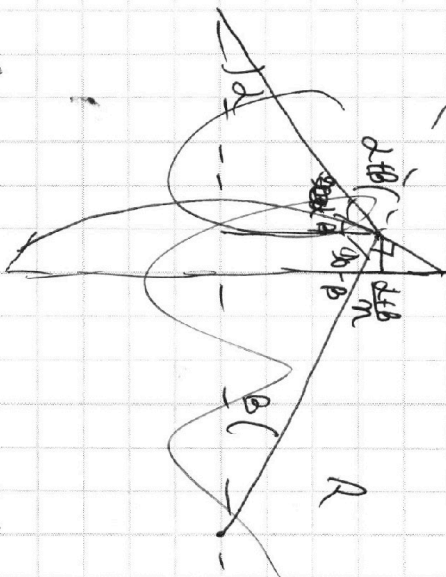
$$\begin{array}{r} 14,4 \\ \times 14,4 \\ \hline 571,64 \\ 571,64 \\ \hline 207,36 \end{array}$$



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\sqrt{(14,4)^2 + (9)^2} - 14,4}{\sqrt{(14,4)^2 + (9)^2} - 14,4}$$

$$\frac{14,4}{\sqrt{14,4}}$$

$$40,26$$



$$0,6 \cdot 24 = 0,6 \cdot 20 + 0,6 \cdot 4 = 2,4 + 12 = 14,4$$

$$\frac{207,36}{72 \cdot 12}$$

$$40 + \sqrt{\frac{9}{14,4}} \cdot 2$$

$$P_2 = \frac{P_1}{2} \left(1 - \frac{12}{\sqrt{(14,4)^2 + (9)^2}} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

23.23 $24 = 8 + 8 + 8$ $500 - 81 = 419 + 29$

$230.$ 439
 448

$23.10 + 23.3 = 460 + 69 = 529$

$23.10 + 23.3$ $529 - 81$
 $460 + 69$ 61 $400.$

$4.5.9$ 448 920 $= \frac{112}{5.9}$

40 148 2510 28

40 5 20.5 $= \frac{5.10}{28} = \frac{25}{14}$
 $112.$

$$X = A \sin \omega t$$

$$A = \frac{23}{920}$$

$$\frac{T_2}{5} = \frac{Q}{3UR \cdot 7}$$

$$\frac{T_1}{5} = \frac{Q}{4UR \cdot 7}$$

$$A = \sqrt{\frac{1}{2} T_2 T_1 + T_4 - T_3}$$

$$4.5.9 = 409 + 36 + 41.5 B$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$C_m = \frac{7R}{2}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$U_0 = Ed - Ex + \frac{Ex}{\epsilon}$$

$$C = \frac{(p \, dv + v \, dp) \cdot C_v}{p \, dv + v \, dp} = \frac{C_p \, dv + v \, dp \cdot C_v}{2 \, dv + v \, dp} = \frac{C_p + C_v}{2} = \frac{7}{2} R$$

$$p = dV \quad dp = d \, dV$$

$$dU = C_v \, dT = \frac{7}{2} R \, dT$$

$$dU = p \, dv + v \, dp \quad E$$

$$U_0 = E \left(d - x + \frac{x}{\epsilon} \right)$$

$$U_0 = E \left(d - x \right) + \frac{E}{\epsilon} x$$

$$\frac{dp}{dc} = L \dot{I} + d \, dR$$

$$q_0 = b \, \delta m$$

$$I = d \, t$$

$$E \, b \, n \, x + E$$

$$C = \frac{C_p (p \, dv + C_v \, v \, dp)}{p \, dv + v \, dp}$$

$$Q = dA$$

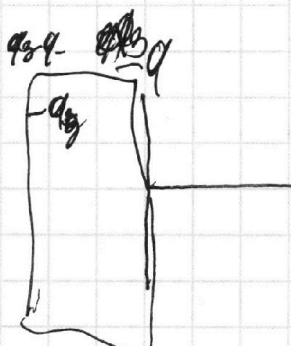
$$Q = \int C \, dT = A + B R \, dT$$

$$Q = \sqrt{R} (T_1 - T_2) +$$

$$U_0 = E(d - x)$$

$$E_{ex} = \frac{2q_1 - 2q_2}{2\epsilon_0 S}$$

$$p = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$$



$$q + q_0 + q = E$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

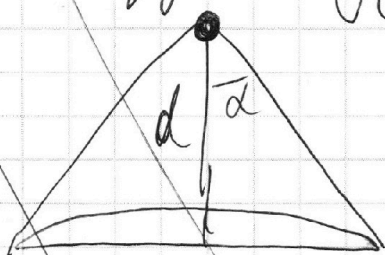
1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3. Будем считать, что P_0 — энергия, излучаемая во всех направлениях

$\frac{P_0}{P_0} = \frac{P}{P_0} \Leftrightarrow P = \frac{P_0}{4\pi} \Omega$ — мощность, которую источник излучает на мизу



$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$$
$$\cos\alpha = \frac{d}{\sqrt{R^2 + d^2}}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_1} \quad \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{b} = \frac{b - F_1}{bF_1}$$

$$d_1 = \frac{bF_1}{b - F_1} = \frac{24 \cdot 9}{15} \text{ см} = \frac{3}{5} \cdot 24 = 14,4 \text{ см}$$

$$d_2 = \frac{24 \cdot 12}{6} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ см}$$

$$R_1 = \frac{F_1}{3} = 3 \text{ см} \quad R_2 = \frac{F_2}{3} = 6 \text{ см}$$

$$P_1 = P_0 \left(1 - \frac{d_1}{\sqrt{R_1^2 + d_1^2}}\right) = \frac{P_0}{2} \left(1 - \frac{14,4}{\sqrt{10,36 + 9}}\right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

