



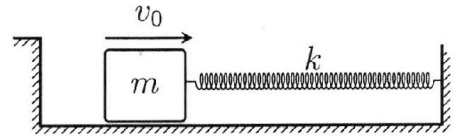
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



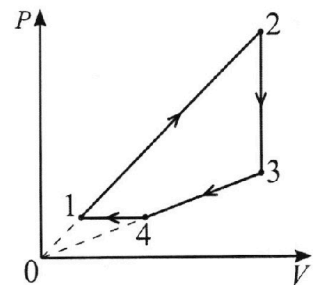
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью 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?

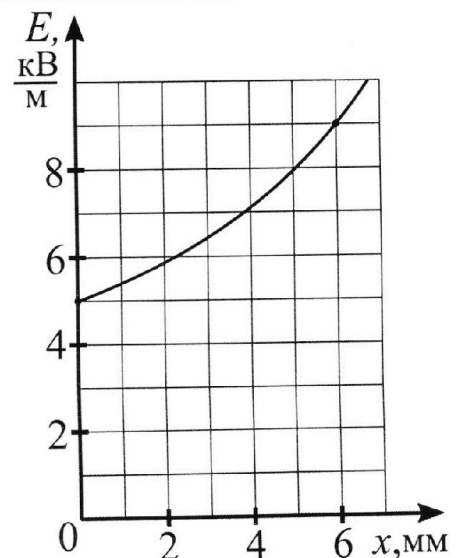
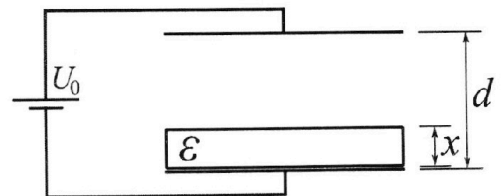
В ответе те допустимы обратные тригонометрические функции.

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.



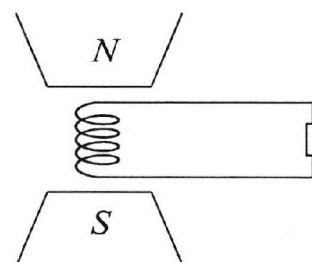
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



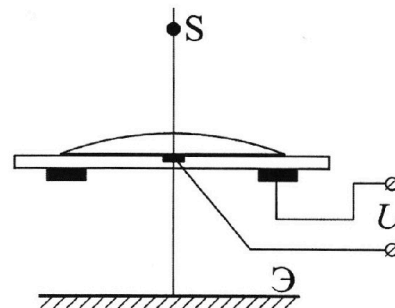
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



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!

4.1 (прод.) время отсчитываемое от $t_0 = 0$ до ^{времени} прохождения

математического маятника равновесия складывается из

$\frac{T}{2}$, t^1 и времени от удара до установ. равновесия

формулы уравнения движения после первого удара

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad A = x_{\text{см}}$$

$$v = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x(0) = -l = A \sin \varphi_0 \quad \varphi_0 = -\arctg \frac{lv}{v'}$$

$$v(0) = v' = A \omega \cos \varphi_0$$

$$-\frac{l}{v'} = \frac{\tan \varphi_0}{\omega} \Rightarrow \tan \varphi_0 = -\frac{l \omega}{v'}$$

$$x(\tau) = 0 = A \sin(\omega \tau + \varphi_0) \quad \omega \tau + \varphi_0 = 0 \quad \tau = -\frac{\varphi_0}{\omega}$$

$$\text{исходное время} = \frac{\pi}{\omega} + \arcsin \frac{l}{5} + \arctg \frac{lv}{v'}$$

$$= \frac{1}{\omega} \left(\pi + \arcsin \frac{0}{23} + \arctg \frac{v_0}{\sqrt{\frac{125}{50}} \cdot \frac{v_0}{9} \sqrt{540}} \right) =$$

$$= \frac{1}{\omega} \left(\pi + \arcsin \frac{0}{23} + \arctg \frac{3}{540} \right)$$

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

2) $\frac{5}{54} v_0$

3) $\frac{1}{\omega} \left(\pi + \arcsin \frac{0}{23} + \arctg \frac{3}{540} \right)$



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

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!

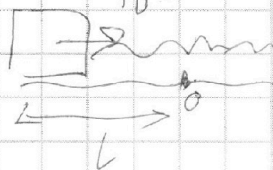
11.1 (прод.) $u = \frac{23}{9} \frac{v_0 \cdot 3}{23 v_0} \frac{\sqrt{\frac{m}{2}} v_0}{\sqrt{\frac{m}{2}}} \sqrt{\left(\frac{23}{9}\right)^2 - 1} = v_0 \sqrt{\frac{529-81}{81}}$
 $= \frac{v_0}{9} \sqrt{448}$

т.к. удар частицы упругий, то по закону

$$v_{\text{после удара}} = v'$$

$$v' = 2u$$

$$\frac{v_{\text{после удара}}}{u} = \alpha$$



можно показать, что новая амплитуда колебаний равна $x_m = \sqrt{v'^2 + v_0^2}$
 скорость в направлении равна $\frac{4}{3} v_0 = x_m v$

$$\frac{49}{9} v_0^2 = \alpha^2 \cdot \frac{v_0^2}{81} \cdot 448 + v_0^2 \quad \frac{49}{9} v_0^2 = v'^2 + v_0^2$$

$$\frac{49}{9} = \frac{448 \alpha^2}{81} + 1 \quad \frac{40}{9} = \frac{448 \alpha^2}{81}$$

$$\frac{49}{9} v_0^2 = \alpha^2 v'^2 + v_0^2 \quad 40 = \frac{448}{9} \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{360}{448}}$$

перу второму удару скорость будет равна $\frac{1}{2}$

величины в результате падающей частицы и падающей

что $v_2 = \frac{4}{3} v_0 \frac{\sqrt{x_m^2 - v^2}}{x_m} = \frac{4}{3} v_0 \cdot 3 \frac{\sqrt{\frac{m}{2}} v_0}{\sqrt{\frac{m}{2}}} \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 - 1} = v_0 \sqrt{\frac{40-9}{9}}$
 $= \frac{\sqrt{40} v_0}{3}$

после второго удара v'' при этом v''

$$\frac{v''}{v_2} = \alpha \quad v'' = v_2 \alpha = \frac{\sqrt{40} v_0}{3} \sqrt{\frac{45}{56}} = v_0 \sqrt{\frac{45 \cdot 40}{8 \cdot 56}}$$

$$= \sqrt{\frac{5 \cdot 40 \cdot 5}{56 \cdot 4}} = 5 \frac{v_0}{4}$$



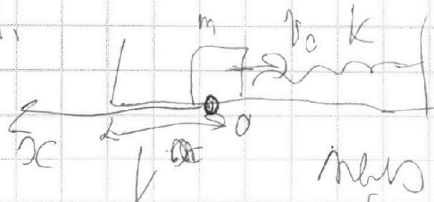
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
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!

№1.



выберем O' в положении равновесия

и ось x направим влево

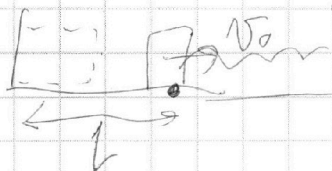
в направлении упругой

силы на пружину будет совершаться

колебания с частотой $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

при этом координата и скорость будут зависеть от времени по гармоническому закону.

если пружину сжать амплитудой до упругой и амплитуды V_0 в положении равновесия он будет иметь скорость V_0 из-за.

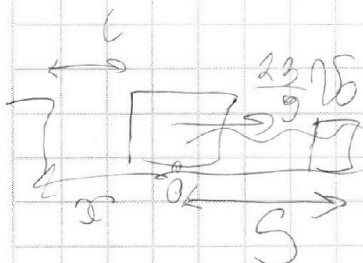


в этом случае амплитуда колебаний будет равна L

следовательно амплитудные значения $V_{\max} = \omega L$

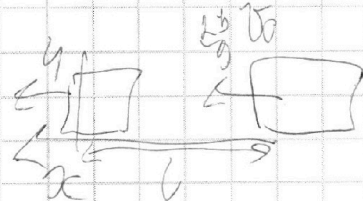
и так $V_0 = \omega L$

$$L = \frac{V_0}{\omega} = V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$



в этом случае пружина сжимается, пока тело движется влево.

$$\text{и имеем } \frac{23}{9} V_0 = \omega S \Rightarrow S = \frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$



найдем скорость с которой достигнет тело к упругой пружине при этом V от начала прямолинейного движения равно $\frac{L}{2}$, где $T = \frac{2\pi}{\omega}$ период колебаний

$$x = S \sin \omega t$$

$$V = \frac{23}{9} V_0 \cos \omega t$$

$$a = \frac{23}{9} V_0 \omega$$

$$L = 55 \text{ мВ}^2$$

$$a = \frac{23}{9} V_0 \cos \omega t$$

$$\frac{L}{5} = 5 \text{ мВ}^2$$

$$t = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{L}{5}$$

$$\sqrt{1 - \frac{L^2}{5^2}} = \frac{23}{9} \frac{V_0}{5} \sqrt{5^2 - L^2}$$

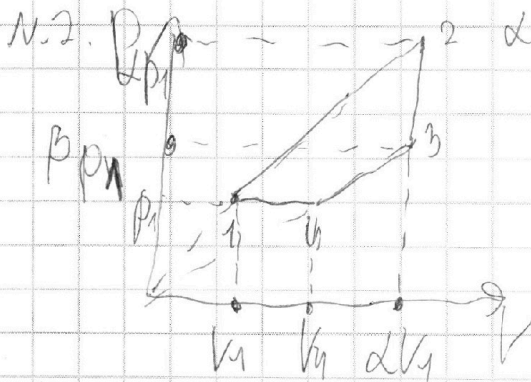


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



и в коор. пропор. для процесса
прямо пропор. 1-2 и 3-1
исчислим работу для процесса 1-2
и изм. внутреннюю энергию
и число степеней свободы

$$A = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$Q' = \frac{i+1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{i+1}{2} \nu R \Delta T = C' \Delta T$$

$$C' = \frac{i+1}{2} R$$

$$C' = \frac{4}{2} R = \frac{i+1}{2} R$$

$$i = 6$$

$$\frac{C'}{R} = \frac{i+1}{2} = \frac{7}{2} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

Из формулы $\partial Q = dU + dA$
можно найти коэффициент
в процессе 2-3, т.к. он изотермический
 $C = \frac{i}{2} R = \frac{6}{2} R = 3R$

из графика $p_0 V_1 = \alpha V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{\alpha}{2} V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{2}{\alpha} V_1$
уравнение Менделеева-Клапейрона

$$p_0 V_1 = \nu R T_1$$

$$\alpha^2 p_0 V_1 = \nu R T_2$$

$$\beta^2 p_0 V_2 = \nu R T_3$$

$$p_0 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{\alpha^2 V_1}{\beta^2 V_2} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \frac{2}{\alpha} = \frac{2}{\beta} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$Q_{23} = Q_{41} = Q$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} \alpha V_1 (\alpha p_0 - \beta p_0) = \frac{i}{2} \alpha p_0 V_1 (\alpha - \beta), \text{ т.к. изотермический}$$

$$Q_{41} = \frac{i+2}{2} p_0 (V_2 - V_1), \text{ т.к. изотермический}$$

$$i \alpha p_0 V_1 (\alpha - \beta) = (i+2) p_0 (V_2 - V_1)$$

$$i \alpha V_1 (\alpha - \beta) = (i+2) \left(\frac{2}{\beta} V_1 - V_1 \right)$$



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
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!

N.2

$$i \alpha (2 - \beta) = (i + 2) \left(\frac{\alpha}{\beta} - 1 \right) \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{12}{5} \Rightarrow \beta = \frac{5}{12} \alpha$$

$$6 \alpha (2 - \beta) = 8 \left(\frac{12 - 5}{5} \right) = \frac{8 \cdot 4}{5}$$

$$6 \alpha^2 \left(1 - \frac{5}{12} \right) = \frac{8 \cdot 4}{5}$$

$$\alpha^2 \left(6 - \frac{5}{2} \right) = \frac{8 \cdot 4}{5} \quad \alpha^2 = \frac{8 \cdot 4 \cdot 2}{4 \cdot 5} = \frac{16}{5}$$

$$\alpha = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$\beta = \frac{5}{12} \cdot \frac{4}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

подбора констант

$$A = \frac{1}{2} (\alpha^2 p_1 v_1 - p_1 v_1) - \frac{1}{2} (\beta^2 p_1 v_1 - p_1 v_1) - p_1 (v_1 - v_1)$$

$$= \frac{1}{2} p_1 v_1 (\alpha^2 - 1) - \frac{1}{2} p_1 v_1 (\beta^2 - 1) - p_1 (v_1 - v_1)$$

$$Q_{in} = Q = \frac{8}{2} p_1 (v_1 - v_1) \Rightarrow p_1 (v_1 - v_1) = \frac{Q}{4}$$

$$Q_{23} = Q = 3 \alpha p_1 v_1 (2 - \beta) \Rightarrow p_1 v_1 = \frac{Q}{3 \alpha (2 - \beta)}$$

$$p_1 v_1 = p_1 \frac{2}{\beta} v_1 = p_1 v_1 \cdot \frac{12}{5} = \frac{Q}{3 \cdot \frac{4}{\sqrt{5}} \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - \frac{\sqrt{5}}{3} \right)} = \frac{Q}{3 \left(\frac{16}{5} - \frac{4}{3} \right)}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{28} Q \left(\frac{16}{5} - 1 \right) - \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{28} Q \left(\frac{5}{9} - 1 \right) - \frac{12}{8} \left(\frac{5}{9} - 1 \right) \cdot \frac{Q}{4} =$$

$$= \frac{11 \cdot 5 Q}{28 \cdot 2} + \frac{4 \cdot 12 Q}{3 \cdot 8 \cdot 28 \cdot 4} - \frac{Q}{4} =$$

$$= \frac{22}{4} Q - \frac{4}{21} Q - \frac{Q}{4} = \frac{70}{21} Q - \frac{Q}{4} = \frac{245}{21} Q$$



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!

N.3. $Q_{th} = \frac{\mu}{2} R V (T_h - T_c) = \rho A k \frac{\mu}{2} L (\beta^2 - 1) =$
 $= \frac{\mu}{2} L$



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 2

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!

1.3. (продолжение)

$$E \cdot e_d + E \cdot x_A - E \cdot x_C \cdot e = e U_0$$

$$E \cdot x_C = e (U_0 + E x_A - E e_d)$$

$$e = \frac{E \cdot x_C}{U_0 + E x_A - E e_d} = \frac{9 \cdot 6}{45 + 9 \cdot 6 - 9 \cdot 9} = \frac{54}{45 + 54 - 81}$$

Answer: 1) $U_0 = 45 \text{ В}$

2) $e = 2$

$$= \frac{54}{99 - 81} = \frac{54}{18} = 3$$



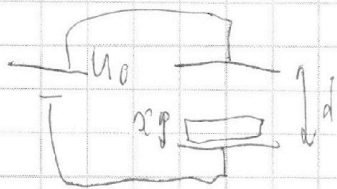
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

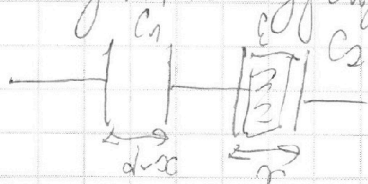
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

М.З.



составной конденсатор можно представить, как параллельное соединение двух конденсаторов



C_1 и C_2 — ёмкости этих конденсаторов

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

или

ёмкость данного конденсатора, найдём в соответствии с правилом параллельного подсоединения конденсаторов

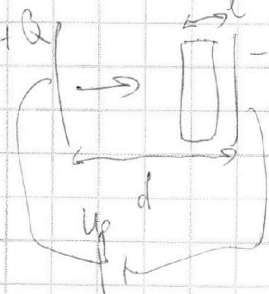
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{d-x}{\epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{1}{\epsilon_0 S} \left(d-x + \frac{x}{\epsilon} \right) =$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon d + x(1-\epsilon)}$$

$$= \frac{1}{\epsilon \epsilon_0 S} (\epsilon d + x - x\epsilon) = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0 S} (\epsilon d + x(1-\epsilon))$$

при $x=0$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$



Q — заряд конденсатора, E — напряжённость электрического поля

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow E = \frac{C U_0}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = C U_0$$

$$E = \frac{\epsilon_0 S U_0}{d} = \frac{U_0}{d}$$

из графика видно, что в этом случае $E = 5 \cdot 10^5 \frac{В}{м}$

$$U_0 = E d = 5 \cdot 10^5 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 45 В$$

из графика при $x=6 \text{ мм}$ $E = 9 \cdot 10^5 \frac{В}{м}$

$$E = \frac{C U_0}{\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U_0}{\epsilon_0 S (\epsilon d + x(1-\epsilon))} = \frac{\epsilon U_0}{(\epsilon d + x(1-\epsilon))}$$



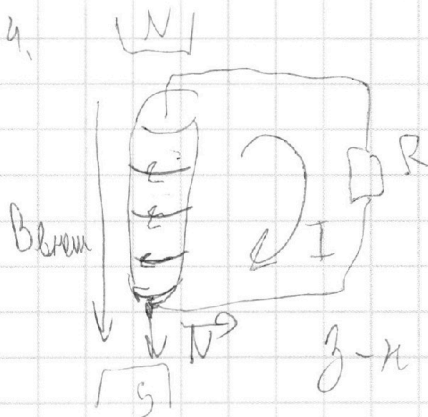
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

11.4.



Выберем направление обхода контура по часовой стрелке, тогда вектор нормали $\vec{n}$ к контуру будет направлен вверх.

ЭДС индуцируется из-за изменения магнитного потока.

$$\mathcal{E}_i = - \left(\frac{d\Phi_{\text{внеш}}}{dt} + \frac{d\Phi_{\text{св}}}{dt} \right)$$

$$\Phi_{\text{внеш}} = B_{\text{внеш}} S_1 h$$

$$\Phi_{\text{св}} = L I$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{dB_{\text{внеш}}}{dt} S_1 h - L \frac{dI}{dt}$$

Второе уравнение Кирхгофа

$$\mathcal{E}_i = I R \Rightarrow - \frac{dB_{\text{внеш}}}{dt} S_1 h - L \frac{dI}{dt} = I R$$

так в начале ток равен нулю, но $I = \alpha t$

$$I = \frac{I_1}{\tau} t, \text{ так } \tau \text{ — постоянная времени}$$

но и в момент времени τ ток равен I_1

скорость возрастания тока в момент τ $\left(\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau} \right)$ так будет меняться ток в контуре и резисторе, когда начнется процесс

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

проинтегрируем это соотношение от момента, когда ток был I_1 , до момента, когда ток стал нулевым

$$-L(0 - I_1) = (q - 0) R$$

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

элементарный заряд q прошедший через контур до момента $t = \tau$



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 2

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!

14 (продолжение) вернёмся к соотношению

Мы знаем что до момента

времени τ $I = \frac{I_1}{2} t$

тогда заряд, прошедший через катушку $dQ = I dt = \frac{I_1}{2} t dt$

проинтегрируем от момента времени 0 до τ

$$Q = \int_0^{\tau} \frac{I_1}{2} t dt = \frac{I_1}{2} \frac{\tau^2}{2} = \frac{I_1 \tau}{2}$$

$$-\frac{dB_{\text{внеш}}}{dt} S_{\perp} n - L \frac{dI}{dt} = IR \quad (\times dt)$$

$$-dB_{\text{внеш}} S_{\perp} n - L dI = dQR$$

↑ элементу времени $d\tau$ пройдёт заряд dQ через катушку в течение времени $0 < t < \tau$

проинтегрируем от момента времени 0 до τ

$$-(0 - B_1) S_{\perp} n - L(I_1 - 0) = QR$$

$$B_1 S_{\perp} n = QR + LI_1 \Rightarrow B_1 = \frac{QR + LI_1}{S_{\perp} n} =$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{2}$

2) $Q = \frac{LI_1}{R}$

3) $B_1 = \frac{I_1}{S_{\perp} n} \left(\frac{R\tau}{2} + L \right)$

$$= \frac{I_1 \tau}{2} \frac{R + LI_1}{S_{\perp} n} = I_1 \left(\frac{R\tau}{2} + L \right) \frac{1}{S_{\perp} n}$$



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 2

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!

4.5 (продолж.) $F_1 = 9 \text{ см}$
 $F_2 = 18 \text{ см}$

найдем радиусы, что $F = \frac{R}{n-1}$
 $F_1 = \frac{R_1}{n-1} = \frac{R_0 + y u_1}{n-1}$

$$\frac{F_1(n-1) - R_0}{y} = u_1$$

$$F_2 = \frac{R_2}{n-1} = \frac{R_0 + y u_2}{n-1}$$

$$\frac{F_2(n-1) - R_0}{y} = u_2$$

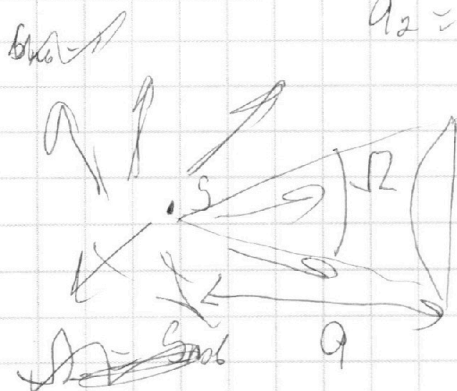
$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{F_2(n-1) - R_0}{F_1(n-1) - R_0} = \frac{18(\frac{4}{3}-1) - 2}{9(\frac{4}{3}-1) - 2} = \frac{\frac{18}{3} - 2}{\frac{9}{3} - 2} =$$

найдем разности от истинных радиусов
в первом и во втором случае

$$a = \frac{bF}{b-F}$$

$$a_1 = \frac{bF_1}{b-F_1} = \frac{24 \cdot 9}{24-9} = \frac{24 \cdot 9}{15} = \frac{42}{5} \text{ см}$$

$$a_2 = \frac{bF_2}{b-F_2} = \frac{24 \cdot 18}{24-18} = \frac{24 \cdot 18}{6} = 24 \cdot 3 = 42 \text{ см}$$



можно показать, что световая энергия
одинакова световая мощность во
всех направлениях, но можно показать,
что энергия светового излучения прямо
пропорциональна ~~световой~~ телескопической

энергии, под которой мы будем понимать

т.к. ~~лучи~~ у нас параксиальные лучи и в первом и во втором
случае светятся одну и ту же точку, то $\Omega = \frac{S_{\text{излуч}}}{r^2}$

$E \sim \Omega$, тогда

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = \frac{42^2}{\left(\frac{42}{5}\right)^2} = 25$$

Ответ: 1) $F = \frac{R}{n-1}$

2) $\frac{u_2}{u_1} = 9$

3) $\frac{E_1}{E_2} = 25$



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

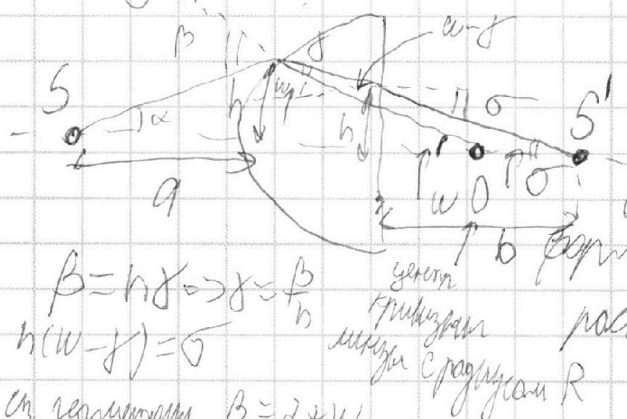
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

11.5. т.к диаметр т.е расстояние от источника до мнимого изображения больше диаметра пучка света, проходящего через линзу, то лучи можно считать параллельными

выведем формулу фокусного расстояния плосковыпуклой линзы



в приближении лучей параллельных оптической оси применим закон Снеллиа и геометрию

$$\alpha = \frac{b}{a}$$

$$\sigma = \frac{h}{b}$$

$$w = \frac{h}{R}$$

тогда

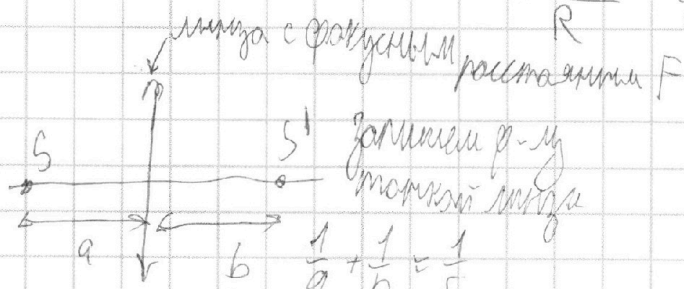
$$\beta = h\sigma \Rightarrow \sigma = \frac{\beta}{h}$$

$$h(w - \sigma) = b$$

$$\text{из геометрии } \beta = 2 + w$$

$$\sigma = h(w - \frac{2+w}{h}) = w(h-1) - 2 = \frac{b}{b}$$

$$\frac{h(h-1)}{R} - \frac{h}{a} = \frac{h}{b} \Rightarrow \frac{(h-1)}{R} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$



мы получили формулу тонкой линзы где фокусное расстояние

$$F = \frac{R}{n-1}$$

$$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{b(b-F)}{bF} = \frac{b-F}{F}$$

$$\Gamma_1 = \frac{b-F_1}{F_1} = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{5}{3}F_1 = b - F_1$$

$$F_1(\frac{5}{3} + 1) = b \Rightarrow F_1 = \frac{3b}{8} = \frac{3 \cdot 24}{8} = 9 \text{ см}$$

$$\Gamma_2 = \frac{b-F_2}{F_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{3}F_2 = b - F_2 \Rightarrow \frac{4}{3}F_2 = b \Rightarrow F_2 = \frac{3}{4}b = \frac{3 \cdot 24}{4} = 18 \text{ см}$$



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!

$$\begin{array}{r}
 16 \cdot 280 \\
 \underline{21} \\
 159
 \end{array}$$

$$A = \frac{1}{2} (\alpha^2 p_1 V_1 - p_1 V_1) - \frac{1}{2} (\beta^2 p_1 V_1 - p_1 V_1)$$

$$= \frac{1}{2} p_1 V_1 (\alpha^2 - 1) - \frac{1}{2} p_1 V_1 (\beta^2 - 1) + p_1 (V_1 - V_1)$$

$$+ p_1 (V_1 - V_1)$$

$$Q_{34} = \frac{7}{2} R U (T_3 - T_4) = \frac{2Q}{\alpha^2 (\alpha^2 - \beta^2)} \quad p_1 (V_1 - V_1) = \frac{2Q}{9}$$

$$= \frac{7}{2} R (\beta^2 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{2Q}{6 \cdot \frac{4}{55} (\frac{4}{55} - \frac{55}{3})} = \frac{2Q}{24 (\frac{4}{5} - \frac{1}{5})} = \frac{Q}{12 (\frac{12-5}{15})} = \frac{15Q}{12 \cdot 4} = \frac{5Q}{4 \cdot 4} = \frac{5Q}{16}$$

$$= p_1 V_1 \cdot \frac{7}{2} (\beta^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{A}{2Q + Q_{34}}$$

$$A = \frac{Q_{34} - Q_{34}}{Q_{34} - A + Q_{34}} = \frac{5Q}{4 \cdot 4} = \frac{5Q}{16}$$

$$q_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_5}{d} U_0$$

$$E_0 = \frac{U_0}{d}$$

$$U_0 = E_0 d = 5 \cdot 10^3 \frac{V}{m} \cdot 9 \cdot 10^{-3} m = 45 \frac{V}{m}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \epsilon_5}{\epsilon d + x(1-\epsilon)}$$

$$Q = C U_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \epsilon_5}{\epsilon d + x(1-\epsilon)} U_0$$

$$E = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{\epsilon U_0}{\epsilon d + x(1-\epsilon)}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{d-x}{\epsilon_0 \epsilon_5} + \frac{\epsilon \epsilon_0 \epsilon_5 x}{\epsilon \epsilon_0 \epsilon_5} = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_5} (d-x + \frac{x}{\epsilon}) = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_5} (\epsilon d - x\epsilon + x) = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_5} (\epsilon d + x(1-\epsilon))$$



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. Шорча QR-кода недопустима!

$$\epsilon = \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0 + x(1-\epsilon)}$$

$$9 \cdot 10^3 = \frac{\epsilon \cdot 45}{\epsilon \cdot 9 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3}(1-\epsilon)}$$

$$9 \cdot 10^3 \cdot \epsilon \cdot 9 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}(1-\epsilon) = \epsilon \cdot 45$$

$$81\epsilon + 54(1-\epsilon) = \epsilon \cdot 45$$

$$9\epsilon + 6(1-\epsilon) = 5\epsilon$$

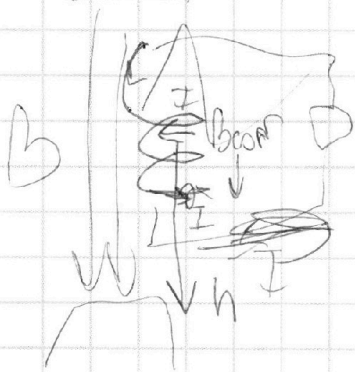
$$9\epsilon + 6 - 6\epsilon = 5\epsilon$$

$$6 = 5\epsilon + 6\epsilon - 9\epsilon$$

$$6 = 11\epsilon - 9\epsilon$$

$$6 = 2\epsilon$$

$$\epsilon = 3$$

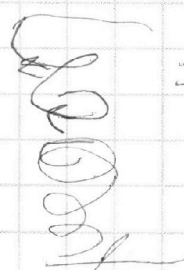
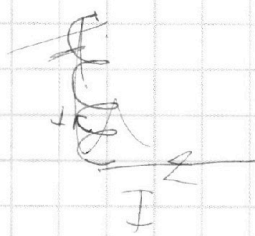


$$\Phi_0 = B S_1 h$$

$$\epsilon = -$$

$$\Phi_{\text{ind}} = L \frac{dI}{dt}$$

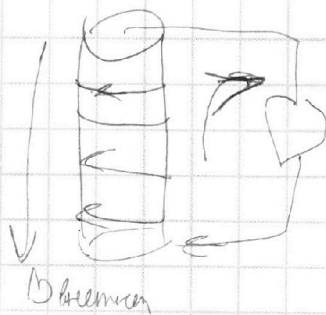
$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - (B S_1 h + L I)$$



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

$$-(C - I_1) = q R$$

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



$$-\frac{dB}{dt} S_1 h - L \frac{dI}{dt} =$$

$$-\frac{dB}{dt} S_1 h - L \frac{dI}{dt} = IR$$

$$I = \alpha t$$

$$I_1 = \alpha \tau$$

$$\alpha = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{I_1}{\alpha} \frac{1}{\tau} - (0 - B_0) S_1 h - L (I_1 - 0) = q_1 R$$

$$\frac{dq}{dt} = I dt$$

$$I_1 = \frac{I_1}{\alpha} \tau$$

$$q = \frac{I_1}{2\alpha} \tau$$

$$q = \frac{I_1}{2} \tau$$

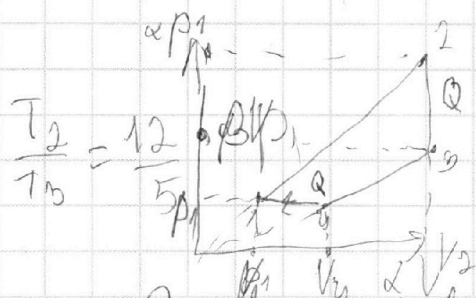


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$C_{2m} = C_V = \frac{i}{2} R = 3R$$

$$\beta V_1 = \alpha V_1$$

$$\beta = \frac{V_1}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{\beta}{\alpha} V_1$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\alpha^2 p_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$\beta p_1 \cdot \beta V_1 = \nu R T_3$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{\alpha^2}{\beta^2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{\alpha^2 p_1 V_1}{\beta^2 p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{\alpha^2 V_1}{\beta^2 V_1} = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \cdot \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{12}{5}$$

$$Q = \frac{i+2}{2} p_1 (V_2 - V_1) \quad Q = \frac{i}{2} \alpha V_1 (\alpha p_1 - \beta p_1)$$

$$\frac{i+2}{2} p_1 (V_2 - V_1) = \frac{i}{2} \alpha p_1 V_1 (\alpha - \beta) = \frac{i}{2} \alpha p_1 V_1 (\alpha - \beta)$$

$$8(V_2 - V_1) = 6\alpha(\alpha - \beta)V_1$$

$$8(V_2 - \frac{\beta}{\alpha} V_1) = 6\alpha(\alpha - \beta) \frac{\beta}{\alpha} V_1$$

$$8V_1(1 - \frac{\beta}{\alpha}) = 6\beta(\alpha - \beta)V_1$$

$$4(1 - \frac{\beta}{\alpha}) = 3\beta(\alpha - \beta)$$

$$4 - \frac{4\beta}{\alpha} = 3\beta\alpha - 3\beta^2$$

$$4 - \frac{4 \cdot 5}{12} = 4 - \frac{5}{3} = 3\beta\alpha - 3\beta^2$$

$$\frac{12-5}{3} = \frac{7}{3} = \beta\alpha - \beta^2$$

$$\frac{4\beta^2}{5} = -\frac{4}{5} \quad \frac{5\beta^2 - 12\beta^2}{5} = -\frac{7}{5} \quad \beta^2 - \beta^2 + \frac{4}{5} = 0$$

$$\frac{4}{5} \beta^2 = -\frac{4}{5} \quad \beta^2 - \beta^2 + \frac{4}{5} = 0$$

$$Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$Q = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$= \frac{i+1}{2} \nu R \Delta T = C_{2m} \Delta T$$

$$C = \frac{i+1}{2} R$$

$$\frac{i+1}{2} = \frac{4}{2}$$

$$i = 6$$

$$\alpha = \frac{12}{5} \beta$$

$$\frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} = \frac{4}{5}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$



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
☐

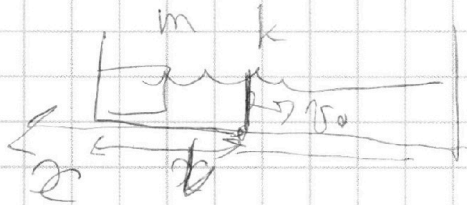
5
☐

6
☐

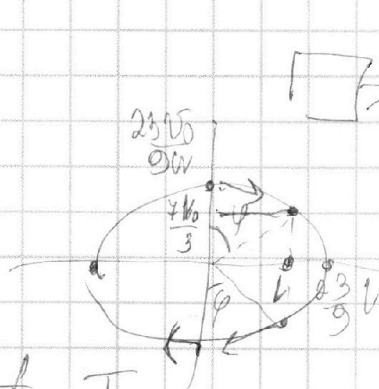
7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

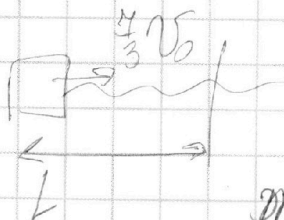
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{aligned}x &= l \cos \omega t \\v &= -l \omega \sin \omega t \\0 &= l \cos \omega t \quad \omega t = \frac{\pi}{2}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}t_1 &= \frac{T}{2} + \omega t \\ \lg \varphi &= \frac{31 \cdot 10^6 \cdot \omega}{4 \cdot 10^0}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\cos \omega t + \varphi_0 &= 0 \\ \omega t &= \arccos \frac{4}{3} \\ t &= \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_0}{\omega} = \frac{\pi}{2\omega} - \frac{\arccos \frac{4}{3}}{\omega}\end{aligned}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{10 \cdot 10^0}{0.01}$$

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = -x_m \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$x = x_m \cos \varphi_0$$

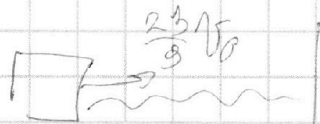
$$0 = -x_m \omega \sin \varphi_0$$

$$\varphi_0 = 0$$

$$v = -l \omega \sin \frac{\pi}{2} \quad l \omega = v_0$$

$$l = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$l = \frac{v_0}{\omega}$$



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

$$x_m = \frac{23}{9} \frac{v_0}{\omega}$$

$$v_2 = \frac{4}{3} v_0 \quad \frac{23}{9} v_0$$

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = -x_m \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\frac{4}{3} v_0 = -x_m \omega \sin \varphi_0$$

$$\frac{4}{3} \frac{v_0}{\omega} = -x_m \sin \varphi_0$$

$$0 = \frac{23}{9} l \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x_m$$

$$\omega t = -\varphi_0$$

$$t = -\frac{\varphi_0}{\omega}$$

$$x = x_m \cos \omega t + \varphi_0$$

$$v = -x_m \omega \sin \omega t + \varphi_0$$

$$x = x_m \cos \varphi_0$$

$$-\frac{4}{3} v_0 = -x_m \omega \sin \varphi_0$$

$$\frac{4}{3} v_0 = x_m \omega \sin \varphi_0$$

$$l = x_m \cos \varphi_0$$

$$\frac{4}{3} \frac{v_0}{\omega} = \omega l \sin \varphi_0$$

$$\lg \varphi_0 = \frac{4}{3} \frac{v_0}{\omega l}$$

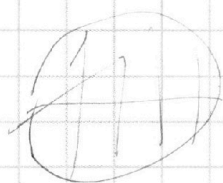


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$v = -x_m \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$\frac{360}{118} = \frac{180}{59} = \frac{90}{29.5} = \frac{45}{14.75}$$
$$\frac{9 \cdot 6}{45 + 9 \cdot 6 - 9 \cdot 9} = \frac{54}{45 + 54 - 81} = \frac{54}{18} = 3$$



$$L = v_0 \sin \frac{\omega}{2}$$
$$x = 5 \sin \omega t$$
$$v = \frac{23}{9} v_0 \cos \omega t$$
$$L = 5 \sin \omega x \arccos \frac{L}{5} = \omega x \Rightarrow x = \frac{\arccos \frac{L}{5}}{\omega}$$
$$v' = \frac{23}{9} v_0 \cos \omega t$$
$$\cos \arccos \frac{L}{5} = \frac{L}{5}$$

$$v' = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{5^2 - L^2}$$
$$5 = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{1 - \frac{L^2}{5^2}} \frac{23}{9} v_0$$
$$5^2 = \frac{23^2}{81} v_0^2 \frac{m}{k} = v'^2 \frac{m}{k}$$

$$v' = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{23^2}{81} - 1} = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{23^2 - 81}{81}}$$
$$v' = \frac{23}{9} \frac{v_0 \cdot 9}{23 v_0} \sqrt{5^2 - L^2} = \frac{v_0}{k} \sqrt{\left(\frac{23}{9} v_0\right)^2 - v_0^2} = \frac{v_0}{k} \sqrt{\frac{23^2}{81} - 1} = \frac{\sqrt{118}}{9} v_0$$

$$x = x_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$v = x_m \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$x = v_0 \sqrt{\frac{23^2}{81} - 1} = \frac{\sqrt{118}}{9} v_0$$



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
☐

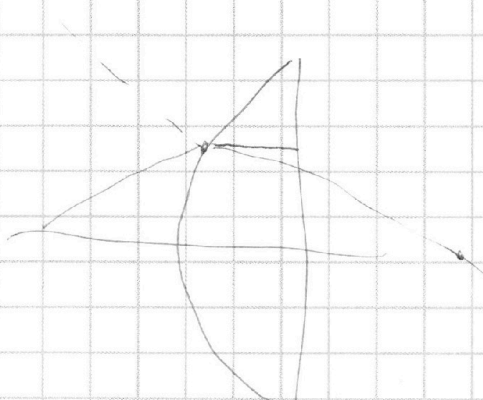
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$a + h - b + w = w$$
$$b = a + w$$

$$b = w$$

$$h = b$$

$$a = \frac{h}{n} \quad b = \frac{h}{n} \quad w = \frac{h}{n}$$

$$0 = h(w - h) = h(w - \frac{h}{n}) = h(w - \frac{a + w}{n}) = nw - a + w = w(n - 1) - a = \frac{h}{n}$$

$$\frac{h}{n}(n - 1) - \frac{h}{n} = \frac{h}{n}$$
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{(n - 1)}{R} = \frac{1}{F}$$

$$R = a + b$$

$$a = R_0$$

$$R = R_0 + R_1$$

$$F = \frac{R}{n - 1}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b} = \frac{b - F}{bF}$$

$$a = \frac{bF}{b - F}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$
$$\frac{1}{b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$
$$\frac{2}{b} = \frac{1}{F}$$
$$b = 2F$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$
$$F = \frac{b}{a}$$

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$
$$F = \frac{b}{2}$$

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$
$$F = \frac{b}{2}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{b - F_1}{F_1} \cdot \frac{F_2}{b - F_2} = \frac{5}{3 \cdot 10} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$$

$$b = \frac{R_2}{n - 1} \cdot \frac{R_2}{n} = \frac{1}{5 \cdot 10} = \frac{1}{50}$$

$$\sqrt{\frac{5 \cdot 4 \cdot 8}{50 \cdot 10}} = \frac{3}{\sqrt{540}}$$

$$\sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 8}{56 \cdot 79 \cdot 9}} = \frac{1}{\sqrt{56 \cdot 79 \cdot 9}}$$



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!

$$\frac{V^2}{V_0^2} = 2^2$$

$$V = 2 V_0 \propto \frac{5448}{9} V_0$$

$$\frac{448}{81} \frac{V_0^2}{V^2} = 2^2$$
$$V = \frac{5448}{9 \cdot 81} V_0$$

$$-L = x_m \sin \varphi_0$$

$$V = x_m \omega \cos \varphi_0$$

$$\frac{-L}{V} = \frac{\tan \varphi_0}{\omega}$$

$$\tan \varphi_0 = -\frac{\omega L}{V}$$

$$x_m = \frac{V}{\omega \cos \varphi_0} = \frac{V}{\omega \sqrt{1 + \tan^2 \varphi_0}} =$$

$$x_m \omega = \frac{V}{\cos \varphi_0} = \sqrt{V^2 + L^2}$$

$$\frac{49}{9} V_0 = \frac{448}{81} V_0 + V_0^2$$

$$\frac{49}{9} = \frac{448}{81} \alpha + 1$$

$$\frac{49}{9} - 1 = \frac{448}{81} \alpha$$

$$\frac{40}{9} = \frac{448}{81} \alpha$$

$$\alpha = \frac{448}{81} \cdot \frac{9}{40}$$

$$\alpha = \frac{360}{448} = \frac{180}{224} = \frac{45}{56}$$

$$= \frac{90}{112} = \frac{45}{56}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{115}{56}} = \frac{9.5}{4.8}$$

$$\begin{array}{r} 529 \overline{) 4} \\ -49 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 112 \overline{) 2} \\ -10 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 448 \overline{) 8} \\ -40 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\frac{4 \cdot V_0 \cdot 9}{9 \cdot 28} \cdot \frac{5448}{9}$$

$$\frac{45}{56} = \frac{V}{56}$$

$$\frac{45 \cdot 5448}{56 \cdot 8 \cdot 529} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 56}{529}$$



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!

$$5 = \frac{(b - \frac{R_1}{n-1})}{(b - \frac{R_2}{n-1})} \cdot \frac{R_2}{R_1} \rightarrow \frac{R_2/b - \frac{R_1 R_2}{b(n-1)}}{R_1/b - \frac{R_1 R_2}{b(n-1)}} = \frac{5R_2 b - 5R_1 R_2}{R_1 b - \frac{R_1 R_2}{n-1}} = \frac{R_2 b - \frac{R_1 R_2}{n-1}}{R_1 b - \frac{R_1 R_2}{n-1}}$$

$$\frac{(R_0 + kU_1)(R_0 + kU_2)}{5R_0 + 5kU_1 - R_0 - kU_2} = \frac{b(5R_1 - R_2)}{b(n-1)} = \frac{4R_1 R_2}{5R_1 - R_2}$$

$$\frac{(R_0 + kU_1)(R_0 + kU_2)}{4R_0 + 5k(U_1 - U_2)} = C$$

$$C(4R_0 + 5k(U_1 - U_2)) = R_0^2 + R_0 kU_2 + kU_1 R_0 + k^2 U_1 U_2$$

$$C(4R_0 - R_0^2) + 5Ck(U_1 - U_2) = R_0 k(U_2 + U_1) + k^2 U_1 U_2$$

$$E = \frac{W}{1 + 105}$$

$$15 + 9 = 15 + 5 + 4 = 24$$

$$\frac{a_2^2}{a_1^2} = \frac{42^2 \cdot 5^2 - 25}{42^2}$$

$$E \sim \frac{1}{a^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2}$$

$$a_1 = \frac{b F_1}{b - F_1} = \frac{24 \cdot 9}{24 - 9} = \frac{24 \cdot 9}{15} = \frac{42}{5}$$

$$a_2 = \frac{24 \cdot 18}{24 - 18} = \frac{24 \cdot 18}{6} = 72$$

$$\frac{5}{3} = \frac{b - F_1}{F_1}$$

$$\frac{5}{3} F_1 = b - F_1$$

$$F_1 \left(\frac{5}{3} + 1 \right) = b$$

$$F_1 \frac{5+3}{3} = b$$

$$F_1 = \frac{3}{8} b = \frac{3 \cdot 24}{8} = 9 \text{ cm}$$

$$= 3 \cdot 6 = 18 \text{ cm}$$

$$9 \text{ cm} = 2 \text{ cm} + kU_1$$

$$kU_1 = 7$$

$$18 = 2 + kU_2$$

$$16 = kU_2$$

$$\frac{kU_2}{kU_1} = \frac{16 \cdot 6}{7 \cdot 9} = \frac{16}{7}$$