



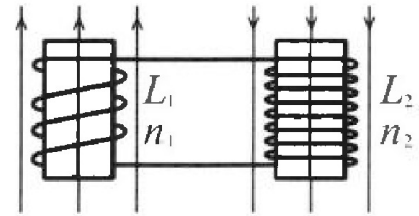
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

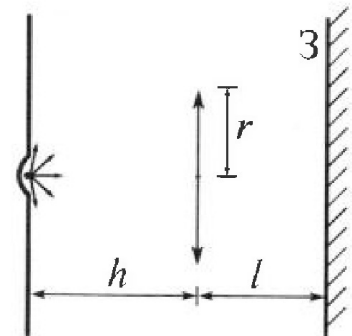


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F \approx h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в см^2 в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



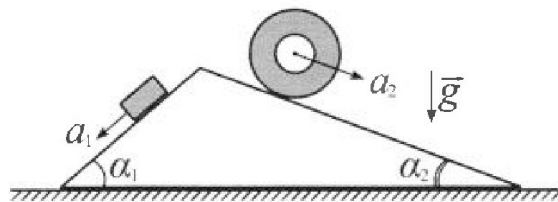
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



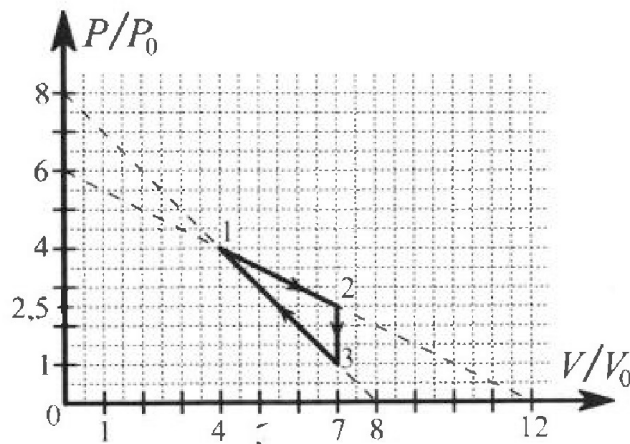
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

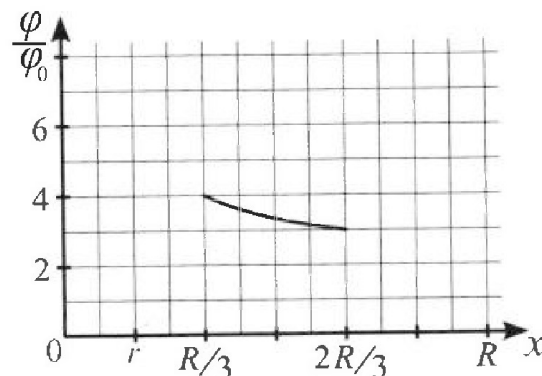
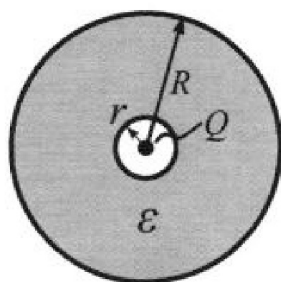


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





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!

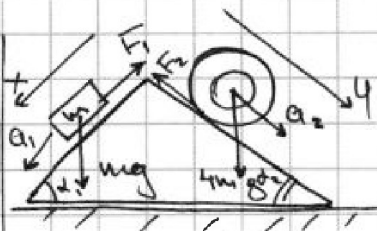
№1

$$a_1 = \frac{5}{13}g$$

$$a_2 = \frac{5}{24}g$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{5}{13}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$



1) Сила трения направлена вверх, деактивировано движение.

Поэтому для расчета котомана для бруска m на ось x:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$\frac{5}{13}mg = \frac{3}{5}mg - F_1 \quad F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \frac{39-25}{5 \cdot 13}$$

$$F_1 = \frac{14}{65}mg$$

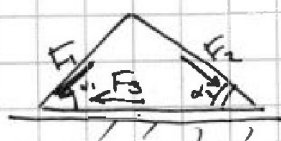
2) ЗН для цилиндрика y:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \quad F_2 = 4m \left(g \frac{5}{13} - g \frac{5}{24} \right) = 4mg \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 24}$$

$$F_2 = \frac{55}{6 \cdot 13}mg$$

$$F_2 = \frac{55}{78}mg$$

3)



но зная расчеты котомана со стороны бруска и цилиндрика на клык действуют силы F_1 и F_2 .

Условие равновесия клык:

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_3 = F_2 \cos \alpha_2 \quad F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = \left(\frac{55}{78} \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \frac{4}{5} \right) mg = \frac{2(5^3 \cdot 11 - 7 \cdot 2^3 \cdot 13)}{13^2 \cdot 5^2} mg = \frac{1011 \cdot 2 mg}{13^2 \cdot 25} = \frac{2022}{4225} mg$$

$$\text{Итого: } F_1 = \frac{14}{65}mg; \quad F_2 = \frac{55}{78}mg; \quad F_3 = \frac{2022}{4225}mg$$



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

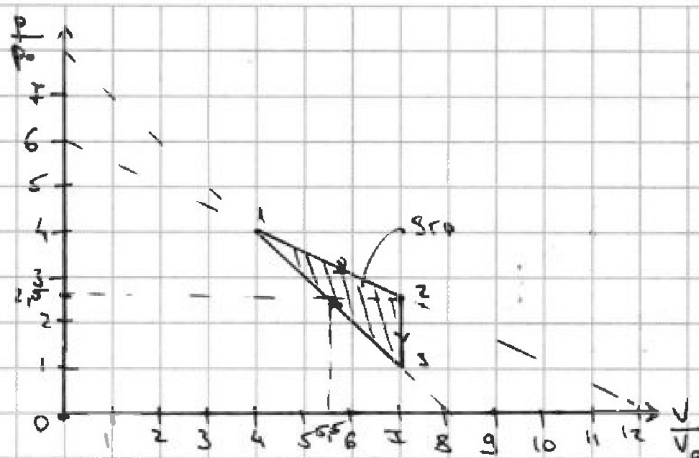
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 2

1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_z} = ?$

2) $\frac{T_{\max}}{T_1} = ?$

3) $\eta = ?$



1) $A_z = S_{гр} p_0 V_0$ $S_{гр} = \frac{1}{2} (3 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,5 - 1,5 \cdot 1,5) = \frac{9}{4}$

$A_z = \frac{9}{4} p_0 V_0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$ (T_3 и T_2 — температуры в состоянии
Закон Менделеева — Клапейрона: 3 и 2)

$\nu R T_3 = p_0 \cdot 4 V_0$

$\Rightarrow \Delta U_{23} = -\frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot (2,5 - 1) = -\frac{9}{4} \cdot 4 p_0 V_0$

$\nu R T_2 = 2,5 p_0 \cdot 4 V_0$

$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_z} = \frac{9 \cdot 4 p_0 V_0 \cdot 4}{4 \cdot 9 p_0 V_0}$

$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_z} = 4$

2) $\nu R T_1 = 4 p_0 \cdot 4 V_0 = 16 p_0 V_0$

Процесс 1-2 описывается уравнением зависимости:

$p_{12} = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V$ $V = \frac{\nu R T}{p}$ $\nu R T_1 = 16 p_0 V_0$ $\nu R = \frac{16 p_0 V_0}{T_1}$

$p_{12} = 6 p_0 - \frac{p_0 \cdot 16 p_0 V_0 T}{2 p_{12} T_1} = 6 p_0 - 8 \frac{p_0^2 T}{p_{12} T_1}$

$p_{12}^2 = 6 p_0 p_{12} - 8 p_0^2 \frac{T}{T_1}$ $T = T_1 \frac{6 p_0 p_{12} - p_{12}^2}{8 p_0^2}$

или $T = T_{\max}$ ($p_{12} = p_A^*$), $T_{\max}(p) = 0 \Rightarrow 6 p_0 = 2 p_A^*$ $p_A^* = 3 p_0$

$T_{\max} = T_1 \frac{6 p_0 \cdot 3 p_0 - 3 p_0^2}{8 p_0^2}$

$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}$



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!

№22

$$\left[\frac{T_{\max}}{T_i} = \frac{6p_0 3p_0 - 9p_0^2}{8p_0^2} = \frac{9}{8} \right]$$

3) найти зависимость $C(V)$ в линейном процессе.

$$C dT = \delta Q = \underbrace{pdV}_{\frac{\partial A}{\partial V}} + \underbrace{\frac{3}{2} R dT}_{\frac{\partial A}{\partial T}} \quad C = \frac{pdV}{dT} + \frac{3}{2} R$$

$$R dT = pdV + dpV \quad C = \frac{pdV}{pdV + dpV} R + \frac{3}{2} R = R \left(\frac{3}{2} + \frac{P}{P + \frac{dp}{dV} V} \right)$$

$$p = \alpha V + \beta \Rightarrow dp = \alpha dV$$

$$C = R \left(\frac{3}{2} + \frac{\alpha V + \beta}{\alpha V + \beta + \alpha V} \right) = R \left(\frac{3}{2} + \frac{\alpha V + \beta}{2\alpha V + \beta} \right)$$

В процессе 1-2 $\alpha_2 = -\frac{p_0}{2V_0}$; $\beta_2 = 6p_0$

В процессе 3-1 $p = 8p_0 \Rightarrow \frac{p_0}{V_0} V$ $\alpha_3 = -\frac{p_0}{V_0}$; $\beta_3 = 8p_0$

находим

Меню не пересекает точку нелинейной, когда $C = 0$ и процесс. А - точка в процессе 1-2, где $C = 0$.

$$0 = R \left(\frac{3}{2} + \frac{-\frac{p_0}{2V_0} V_A + 6p_0}{-\frac{p_0}{V_0} V_A + 6p_0} \right) \quad \frac{3}{2} = \frac{\frac{p_0}{2V_0} V_A - 6p_0}{-\frac{p_0}{V_0} V_A + 6p_0} \quad -3 \frac{V_A}{V_0} + 18 = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

$$V_A = \frac{15}{2} V_0 \Rightarrow \text{точка А не принадлежит процессу 1-2.}$$

В процессе 1-2 меню только выводится.

Аналогично для точки В в процессе 3-1:

$$0 = R \left(\frac{3}{2} + \frac{-\frac{p_0}{V_0} V_B + 8p_0}{-\frac{p_0}{V_0} V_B + 8p_0} \right) \quad \frac{3}{2} = \frac{-8p_0 + \frac{p_0}{V_0} V_B}{-\frac{p_0}{V_0} V_B + 8p_0} \quad \frac{4V_B}{V_0} = 8 \quad V_B = 2V_0$$

Тогда в 1В меню выводится, в 03 - выводится.



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 22

$$4) Q_+ = Q_{12} + Q_{B1} \quad \eta = \frac{A_2}{Q_+}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \left(\frac{25}{2} - 16 \right) p_0 U_0 = \frac{9}{4} p_0 U_0$$

A_{12} можно определить из графика: $A_{12} = \frac{1}{2} p_0 U_0 \cdot 6,5 \cdot 3$

$$A_{12} = \frac{39}{4} p_0 U_0 \quad Q_{12} = \frac{48}{4} p_0 U_0 = 12 p_0 U_0$$

$$Q_{B1} = A_{B1} + \Delta U_{B1} \quad A_{B1} = \frac{1}{2} \left(\frac{p_B}{p_0} + 4 \right) (U_B - U_0) p_0 = \frac{1}{2} p_0 U_0 \left(\frac{p_B}{p_0} + 4 \right)$$

$$p_B = 8 p_0 - \frac{p_0}{U_0} \cdot 5 U_0 = 3 p_0 \quad A_{B1} = \frac{7}{2} p_0 U_0$$

$$\Delta U_{B1} = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_B) = \frac{3}{2} (16 p_0 U_0 - 15 p_0 U_0) = \frac{3}{2} p_0 U_0$$

$$3 p_0 \cdot 5 U_0 = J R T_B = 15 p_0 U_0$$

$$Q_{B1} = 5 p_0 U_0 \Rightarrow Q_+ = 17 p_0 U_0 \quad \eta = \frac{9}{4 \cdot 17} \quad \boxed{\eta = \frac{9}{64}}$$

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = 7$; 2) $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$; 3) $\eta = \frac{9}{64}$



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

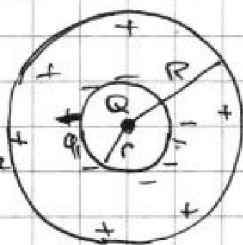
СТРАНИЦА

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!

№3

r, R, Q, ε
1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = ?$
2) $\varepsilon = ?$



1) Предполагается, что $Q > 0$
Тогда на поверхности действует
сила Coulomb'a, направленная
наружу, поле снаружи
будет таковым (в ε раз)
умножить поле Q .

$$q_2 + q_1 = 0 \quad q_2 = -q_1$$

Тогда, создаваемое q_2 , будет равно нулю при $x < R$.

Тогда потенциал, создаваемый q_2 , будет внутри
электрического поля постоянным и равен $\frac{kq_2}{R}$ (из радиуса
 $r = \frac{1}{\varepsilon} R$)
 q_1 при $x > r$ будет создавать потенциал,

аналогичный точечному заряду: $\frac{kq_1}{x}$

Тогда при $r < x < R$ потенциал равен:

$$\varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_2}{R} = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_1}{1} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

2) $\frac{1}{\varepsilon} E = \frac{kQ}{x^2} + \frac{kq_1}{x^2}$, где E - поле создаваемое в данной точке
электрическим полем.

$$E = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

$$-q_1 = Q \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) \quad \varphi = \frac{kQ}{x} + kQ \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) \left(\frac{R - x}{xR} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{R}{4} \quad \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{R} - kQ \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \left(\frac{4(R - \frac{1}{4}R)}{R^2} \right) = \frac{kQ}{R} \left(4 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} 3 \right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left(4 - 3 + \frac{3}{\varepsilon} \right)$$

$$\boxed{\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\varepsilon} \right)}$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\varepsilon} \right)$$



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 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!

№3)

В максимуме $\frac{R}{3}$ и $\frac{2}{3}R$.

3) ~~разность~~ ^{отношение}

потенциалов не будет зависеть от максимума, где взято φ_0 .

$$\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} = 1 \quad \frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2}{3}R)} = \frac{4}{3}$$

$$\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{3kQ}{R} - kQ \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \left(\frac{3(R-\frac{1}{3}R)}{R^2} \right) = \frac{kQ}{R} \left(3 - \left(\varepsilon - \frac{1}{\varepsilon} \right) 2 \right)$$

$$\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$\varphi(\frac{2}{3}R) = \frac{3kQ}{2R} - kQ \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{3(R-\frac{2}{3}R)}{2R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{2} - \left(\varepsilon - \frac{1}{\varepsilon} \right) \frac{1}{2} \right)$$

$$\varphi(\frac{2}{3}R) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right)$$

$$\frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2}{3}R)} = \frac{4}{3} = \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}}$$

$$4 + \frac{2}{\varepsilon} = 3 + \frac{6}{\varepsilon} \quad 1 = \frac{4}{\varepsilon}$$

$$\underline{\varepsilon = 4}$$

$$\text{Ответ: } 1) \varphi(\frac{R}{4}) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\varepsilon} \right); 2) \varepsilon = 4.$$



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 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!

№4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

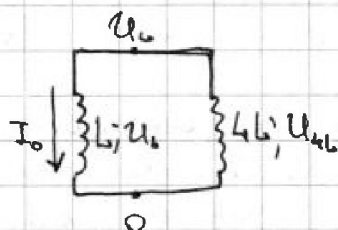
$$n_1 = 4$$

$$n_2 = 2n$$

$$S, \alpha$$

$$1) \dot{I}_0 = ?$$

$$2) I^* = ?$$



$$1) U_L = -\dot{\Phi}_{\text{внеш}} + \dot{I} L$$

$$U_{L2} = 4L \dot{I} = 2U_L$$

$$4L \dot{I}_0 = \dot{\Phi}_{\text{внеш}} - \dot{I}_0 L, \quad \dot{\Phi}_{\text{внеш}} = \dot{B} S = \alpha S$$

$$\alpha S = 5L \dot{I}_0, \quad \boxed{\dot{I}_0 = \frac{2S}{5L}}$$

$$2) U_{L2}^* = 4L \dot{I} - \dot{\Phi}_{\text{внеш}}^*, \quad \dot{\Phi}_{\text{внеш}}^* = \dot{B}_2 S$$

$$U_{L2}^* = -U_L^* = -(L \dot{I} - \dot{\Phi}_{\text{внеш}})$$

Катушка L_2 будет создавать ток в одну сторону, а L_1 будет намагнитить направление тока в другую сторону.

$$\text{Ответ: } 1) \dot{I}_0 = \frac{2S}{5L}.$$



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 ☐

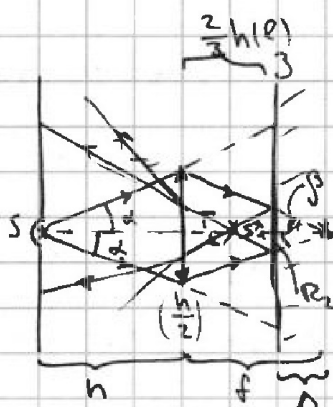
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

№5

$r = 3 \text{ см}$

- 1) $S_3 = ?$
- 2) $S_{\text{ср}} = ?$



$$1) \frac{2}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{h}{2}, \quad f = h,$$

где f - расстояние до изображения в линзе.

Δ - расстояние от ст. изобр. в линзе до экрана

S_1^* - изображение в экране (действительный предмет для линзы) $\Delta = f - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h$

$d = \frac{2}{3}h - \Delta = \frac{1}{3}h$, d - расстояние от S_1^* до линзы.

2) лучи, отраженные от экрана не будут больше освещать экран.

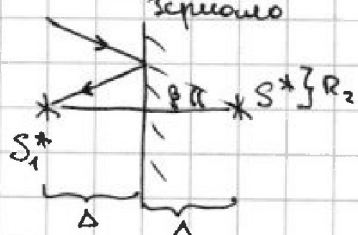
$$\tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{R_1}{h + f - \Delta} = \frac{3 R_1}{5h} \quad R_1 = \frac{5}{3}r$$

$\tan \beta = \frac{r}{h} = \tan \alpha \Rightarrow \beta = \alpha$, где β - угол, под которым падает на экран лучи, прошедшие в линзе. Лучи на малую ось.

$$\tan \beta = \frac{R_2}{\Delta} \quad R_2 = \tan \alpha \Delta = \frac{r}{h} \frac{1}{3}h = \frac{r}{3}$$

$$S_3 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right)$$

$$S_3 = \frac{24}{9} \pi r^2$$



3) рассл. лучи, отраженные от экрана. Они будут сходиться в S_1^* .



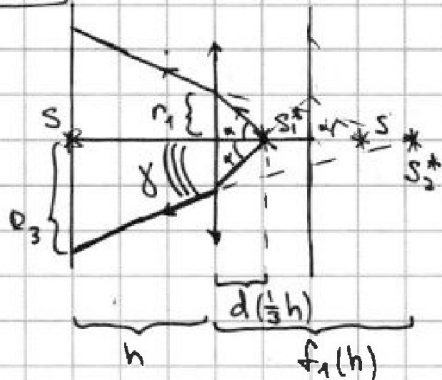
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

№5



т.к. $d < \frac{h}{2}$, изображение S_2^* находится

S_1^* будет мнимым:

$$\frac{2}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{f_1}, \quad f_1 = h$$

f_1 - расстояние от S_2^* до линзы.

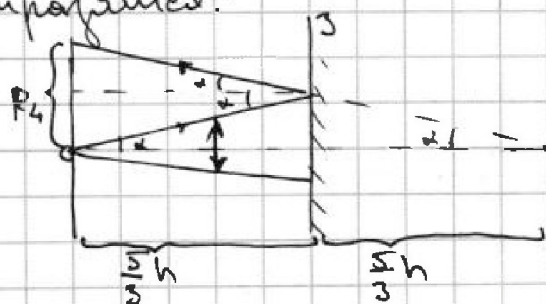
R_3 - область тени, освещенная отраженным лучом

$$\tan \gamma = \frac{R_3}{h + f_1} = \frac{R_3}{2h} \quad \tan \alpha = \frac{r}{d} \quad \tan \gamma = \frac{r}{f_1} = \frac{r}{h}$$

$$r = h \tan \gamma = \tan \alpha \cdot \frac{1}{3} h \quad \tan \gamma = \frac{1}{3} \tan \alpha$$

$$R_3 = 2h \tan \gamma = 2h \cdot \frac{1}{3} \tan \alpha = \frac{2}{3} h \frac{r}{h} = \frac{2}{3} r$$

3) Лучи, не прошедшие в линзу, попадают за зеркалом и отражаются.



$$\tan \alpha = \frac{3R_4}{10h} \quad R_4 = \frac{10}{3} h \tan \alpha = \frac{10}{3} r$$

$$S_{\text{ст}} = \pi R_4^2 - \pi R_3^2 = \pi \left(\frac{100}{9} r^2 - \frac{4}{9} r^2 \right)$$

$$S_{\text{ст}} = \frac{96}{9} \pi r^2$$

$$4) S_3 = \frac{24}{9} \cdot 9 \text{ см}^2 \cdot \pi = 24 \pi \text{ см}^2 \quad S_{\text{ст}} = 96 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_3 = 24 \pi \text{ см}^2; S_{\text{ст}} = 96 \pi \text{ см}^2$$



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
☐

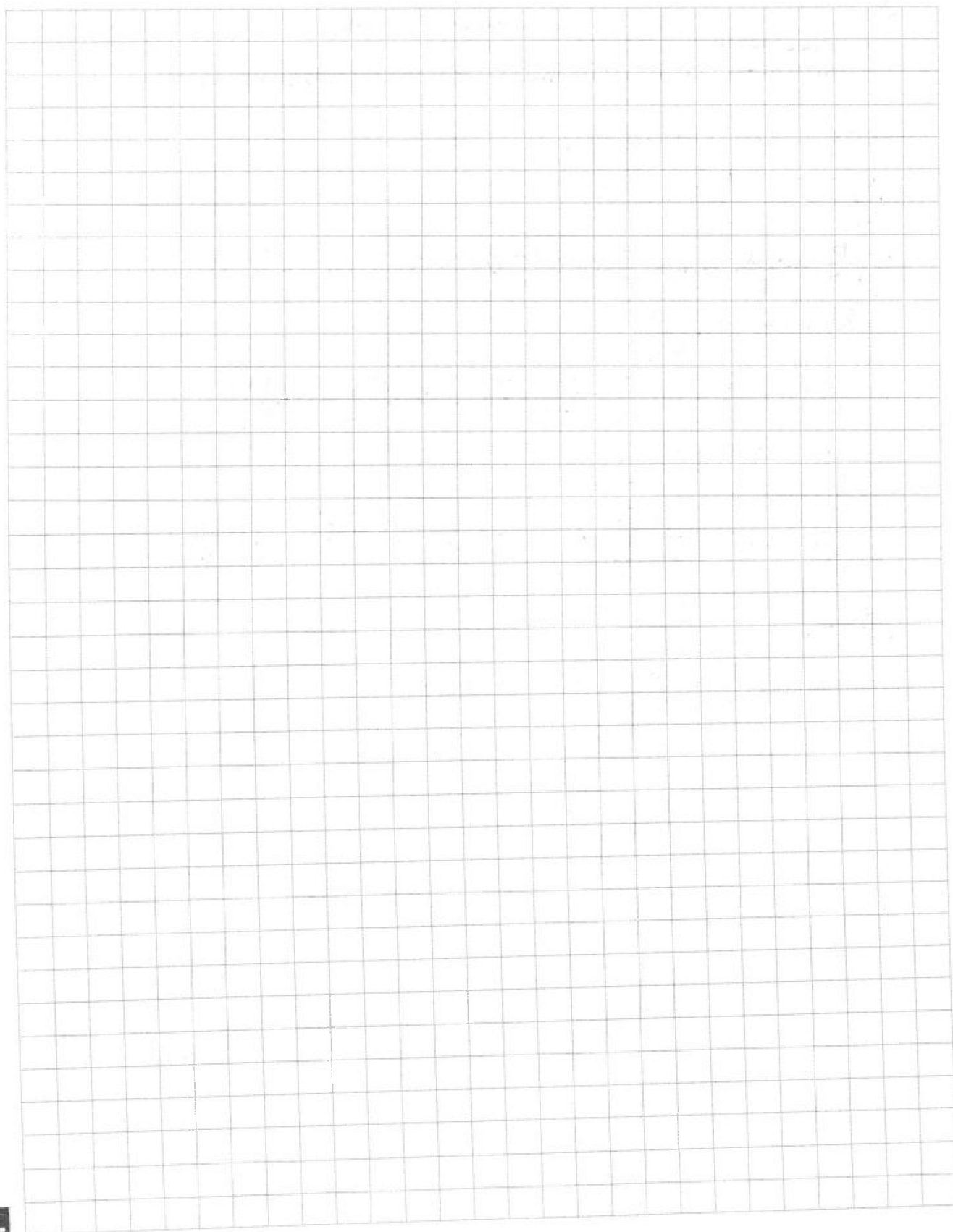
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!



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!

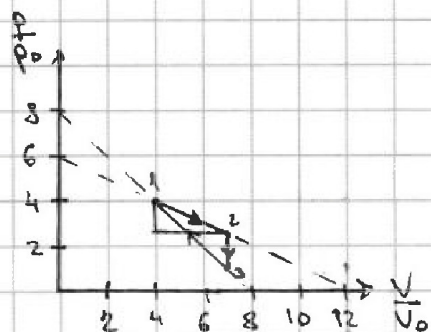


№2

1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = ?$

2) $\frac{T_{max}}{T_1} = ?$

3) $\eta = ?$



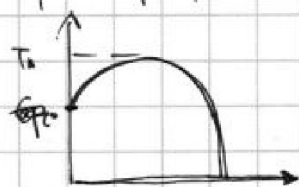
$3 \frac{V_A}{V_0} - 18 = \frac{V_A}{V_0} - 12$

$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \frac{JRT}{p}$

$p^2 = 6p_0 p - \frac{p_0}{2V_0} JRT$

$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$
 $4p_0 = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} 4V_0$

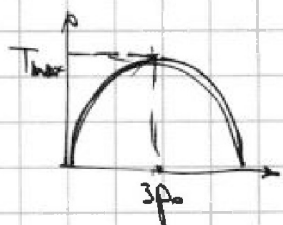
$8p_0 = \frac{p_0}{V_0} V \cdot 8$



$\frac{p_0}{2V_0} JRT = 6p_0 p - p^2$

$6p_0 p_1 = p_1^2$

$p_1 = 6p_0 \cdot \frac{1}{3} = 2p_0$



$p^2 - 6p_0 p + \frac{p_0}{2V_0} JRT = 0$

$\frac{2V_A}{V_0} = 6$

$JRT_1 = 16p_0 V_0$

$JR = \frac{16p_0 V_0}{T_1}$

$p^2 - 6p_0 p + \frac{p_0 \cdot 16p_0 V_0}{2V_0 \cdot T_1} T$

$\frac{4N_A}{V_0} = 30$

$V_A = \frac{15}{2} V_0$

$V_A = 16 + \frac{2V_B}{V_0}$

$8p_0^2 \frac{T_{max}}{T_1} = 6p_0 \cdot 3p_0 - 3p_0^2$

$p^2 - 6p_0 p + 8p_0^2 \frac{T}{T_1} = 0$

$8p_0^2 \frac{T_{max}}{T_1} = 9p_0^2$

$T_{max} = + \frac{9p_0}{8}$

$18 - \frac{3V_A}{V_0} = \frac{V_A}{V_0} - 12$

$\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$

$C JdT =$

$C = \frac{pdV}{JdT} + \frac{3}{2} R$

$6 = \frac{4V_A}{V_0}$

$-6 \frac{V_0}{V_0} + 24 = -16 + \frac{2V_B}{V_0}$

$R JdT =$

$\frac{3}{2} V_0 = V_A$

$\frac{8V_0}{V_0} = 40 \quad V_B = 0.5V_0$



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
☐

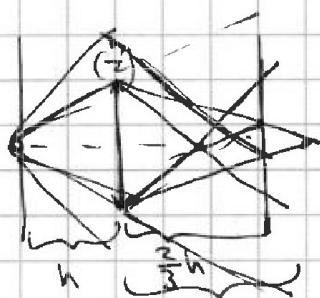
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
из

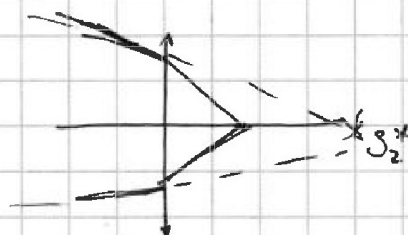
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$C dT = p dV + \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$p dV + \nu R dT = 0$$

$$p_2 = p_0 - \frac{p_0}{2\nu_0} V$$



$$\frac{dT}{T} = \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = 0$$

$$dp V = -p dV$$

$$dp = -\frac{p_0}{2\nu_0} dV$$

$$-\frac{p_0}{2\nu_0} dV = -p dV \quad p = \frac{p_0}{2\nu_0} V$$

$$F_2 = \frac{1}{2} M \omega \varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{a_2}{P} \quad F_2 = \frac{1}{2} M \frac{a_2}{e} \omega^2 r^2$$

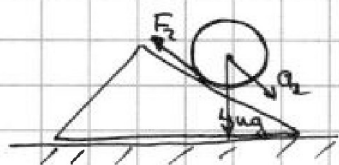


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

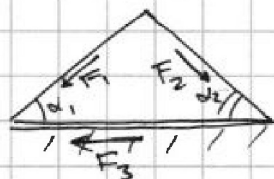
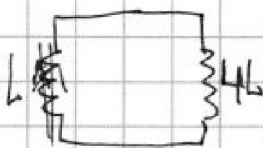
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_{T2}$$

$$4m \left(\frac{5}{14} g + \frac{5}{13} g \right) = F_2$$

$$F_2 = 4m \left(\frac{5 \cdot 24 - 5 \cdot 13}{13 \cdot 24} \right) = 4m \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg, \quad F_2 > F_1$$

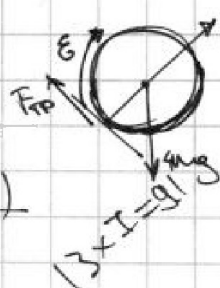


$$F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1 + F_3$$

$$F_3 = \left(\frac{55}{78} \frac{12}{13} - \frac{14}{66} \cdot \frac{4}{5} \right) mg$$

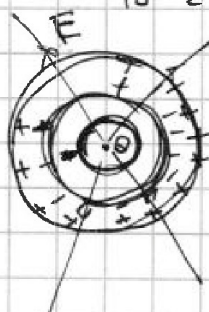
$$I = \frac{1}{2} \mu v$$

$$I \Sigma = F_{T2} \cdot R$$



$$\frac{55 \cdot 12 \cdot 25 - 4 \cdot 14 \cdot 6 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 6 \cdot 25} mg$$

$$\frac{5 \cdot 11 \cdot 2^2 \cdot 3 \cdot 5^2 - 2^2 \cdot 7 \cdot 2^2 \cdot 3 \cdot 13}{13^2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2} = \frac{2^2 \cdot 3 (5^3 \cdot 11 - 7 \cdot 2^2 \cdot 13)}{13^2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5^2}$$



В диэлектрике поле увеличивается
в ϵ раз

Внешнее поле на поле не влияет.

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \varphi_{\text{внешнее}}$$

$$E = \frac{Q + Q_{\text{внеш}}}{\epsilon_0} = \frac{1}{2} \epsilon 4\pi r^2$$

$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

т.к. диэлектрик эл. нейтрален $Q_{\text{внеш}} = 0$ заряд
только сфер. диэлектрика (сферы)

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{kQ}{r^2} 4\pi r^2 \dots \frac{Q + Q_{\text{внеш}}}{\epsilon_0} = \frac{kQ}{\epsilon} 4\pi r^2 = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

$$Q + Q_{\text{внеш}} = \frac{1}{2} Q \quad Q_{\text{внеш}} = \left(1 - \frac{1}{2}\right) Q = \left(\frac{1}{2} - 1\right) Q < 0$$

$$91 \times 4 = 364$$

$$400 - 36 = 364$$

$$1011 \times 2 = 2022$$

$$125 \times 11 = 1375$$

$$125 \times 11 = 1375$$

$$125 \times 11 = 1375$$

$$125 \times 11 = 1375$$



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!

№ 2

1) $\frac{\Delta U_{23}}{A_2} = ?$

2) $\frac{T_{max}}{T_1} = ?$

3) $\eta = ?$

3
L

$B = \frac{\mu_0 \mu I n}{l}$

$\Phi(L) = -\Phi_{max} + L I_0$

$C_p J dT = J R dT - dp U + \frac{3}{2} J R dT = \frac{5}{2} J R dT - dp U$

$J R dT = dp U + p dU$

$p dU = J R dT - dp U$

$(C - \frac{5}{2} R) dT = -dp U$

1-2 сжимаемой пружиной:

$p = p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \quad (\frac{5}{2} R + \frac{1}{2} R) dT =$

$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad (C - \frac{5}{2} R) dT = \frac{p_0}{2V_0} dU V$

$\frac{J R T}{V} = p p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$

$J R T = p p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$

$p = \frac{J R T}{V}$

$C_{12} J dT = \frac{J R T}{V} dV + \frac{3}{2} J R dT$

$J R T = dV (p p_0 - \frac{p_0}{2V_0} dV)$

$(C_{12} - \frac{3}{2} R) dT = \frac{p T}{V} dV$ при $T = T_{max} dT = 0 \Rightarrow dV = 0$. и.е. $C_{12} = \frac{3}{2} R$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} J R (T_3 - T_2)$

$J R T_2 = 2,5 p_0 \cdot 2V_0$

$J R T_3 = p_0 \cdot 2V_0$

$\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$

$R dT = \frac{p_0}{2V_0} U dV$

$A_2 = S_{pp} \cdot p \cdot V_0 = p_0 V_0 (\frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,5^2)$

$A_2 = \frac{1}{2} p_0 V_0 (1,5 \cdot 1,5 + 2,25 - 1,5^2) = \frac{9}{4} p_0 V_0$

$\frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{8,7 p_0 V_0}{4 \cdot 8 p_0 V_0} = 7$

$T_1 J R = 4 p_0 \cdot 4 V_0 = 16 p_0 V_0$

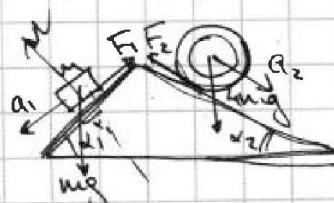
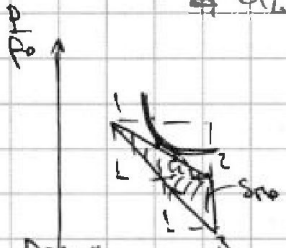
$\eta = \frac{Q_+}{Q_+}$

$Q_+ = Q_{14} + Q_{38}$

$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1 = m \frac{5}{13} g$

$\frac{3}{5} m g - F_1 = \frac{5}{13} m g \quad F_1 = \frac{3}{5} m g - \frac{5}{13} m g$

$F_1 = m g \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{13,5} m g$



$p^2 = \frac{2022}{4225}$