

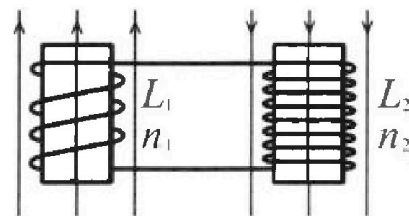
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

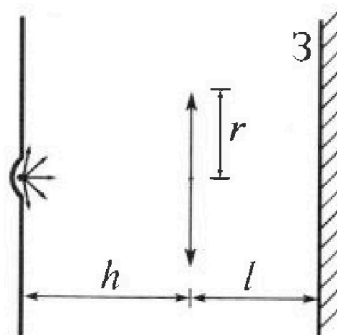


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 1) С какой скоро стью (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 $F = h/2$. 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.



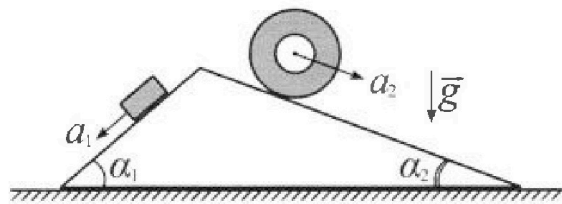
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

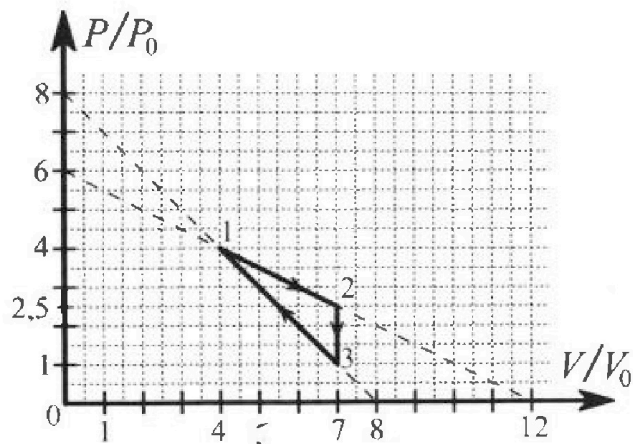


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

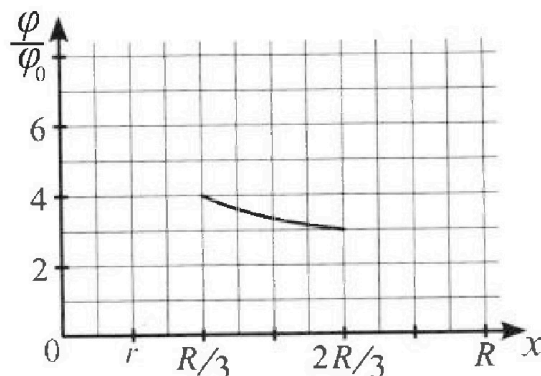
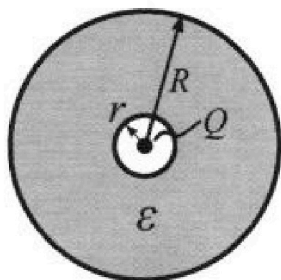
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





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!

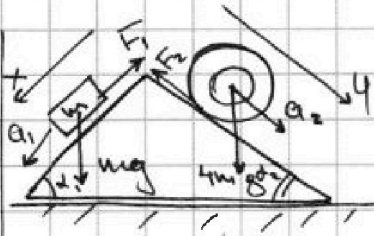
№1

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

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

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

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



1) Сила пружины направлена вверх, деформация отсутствует.

Поэтому закон Ньютона для блока m на ось x:

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

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

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

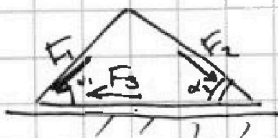
2) ЗН для цилиндра на y:

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

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

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

3)



но закону закону Ньютона со стороны пружины и цилиндра на шпиль действуют силы F_1 и F_2 .

Условие равновесия шпильки:

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

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

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



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

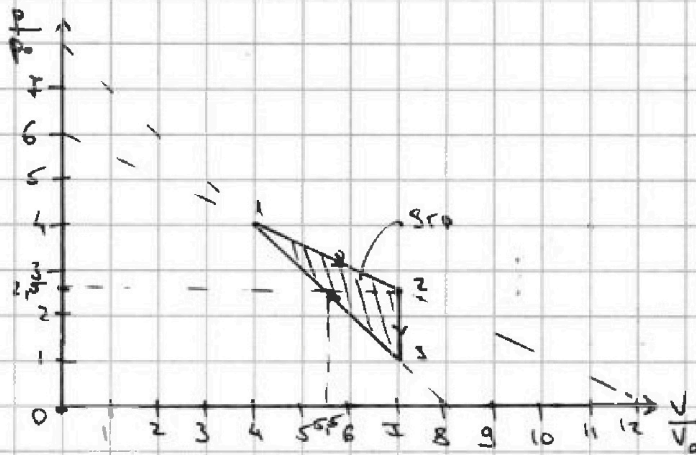
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 2

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

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

3) $\eta = ?$



$$1) A_2 = S_{гр} p_0 V_0 \quad S_{гр} = \frac{1}{2} (3 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,5 - 1,5 \cdot 1,5) = \frac{9}{4}$$

$$A_2 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

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

$$J R T_3 = p_0 \cdot 7 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = -\frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 7 (2,5 - 1) = -\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0$$

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

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = \frac{9 \cdot 7 p_0 V_0 \cdot 4}{4 \cdot 9 p_0 V_0}$$

$$\boxed{\frac{|\Delta U_{23}|}{A_2} = 7}$$

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

Процесс 1-2 описывается уравнением зависимости:

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

В процессе 1-2 $\alpha_{12} = -\frac{p_0}{2V_0}$; $\beta_{12} = 6p_0$

В процессе 3-1 $p = 8p_0 \Rightarrow \frac{p_0}{V_0} V$ $\alpha_{31} = -\frac{p_0}{V_0}$; $\beta_{31} = 8p_0$

ищется

Температура переменной точки переменной, когда $C = 0$ и процесс. А - точка в процессе 1-2, где $C = 0$.

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

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

В процессе 1-2 температура только повышается.

Аналогично для точки В в процессе 3-1:

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

Тогда в 1В температура повышается, в В3 - уменьшается.



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!

№2

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } 1) \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{12}} = \frac{1}{2} \quad ; \quad 2) \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8} \quad ; \quad 3) \eta = \frac{9}{64}$$

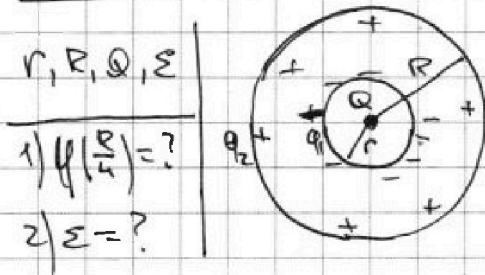


1 2 3 4 5 6 7

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



1) Предполагаем, что $Q > 0$

Тогда на поверхности действует поле равное сумме потенциалов заряда, поле которого будем считать (в ϵ раз) уменьшать 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 электростатическим и равен $\frac{kQ_2}{R}$ (из радиуса $r = \frac{1}{6}R$)

Q_1 при $x > r$ будет создавать потенциал,

аналогичный потенциалу заряда: $\frac{kQ_1}{x}$

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

$$\varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ_1}{x} + \frac{kQ_2}{R} = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ_1}{x} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

2) $\frac{1}{\epsilon} E \neq \frac{kQ}{x^2} + \frac{kQ_1}{x^2}$, где E - поле создаваемое в отсутствие электростатического поля.

$$E = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ_1}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$-Q_1 = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \quad \varphi = \frac{kQ}{x} + kQ \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right) \left(\frac{R-x}{xR}\right)$$

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

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

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

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

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 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 максим: $\frac{R}{3}$ и $\frac{2}{3}R$.

3) ~~разность~~ ^{инкремент}

поменьше ^{но} ~~не~~ будет зависеть от

максим, ~~то~~ ^{тогда} ~~взято~~ φ_0 .

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

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

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

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

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

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

$$\underline{\epsilon = 4}$$

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

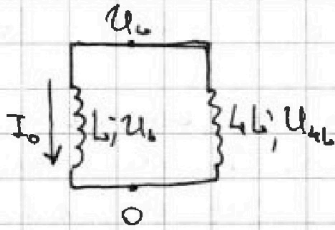
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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, α



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

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

1) $\dot{I}_0 = ?$
2) $I^* = ?$

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

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

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

$$U_{4L}^* = -U_L^* = -(L \dot{I} - \dot{\Phi}_{\text{внеш}})$$

Катушка L_2 будет создавать маг. верту сторону,
а L_1 будет намагнеть направить маг. в другую
сторону.

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



1 2 3 4 5 6 7

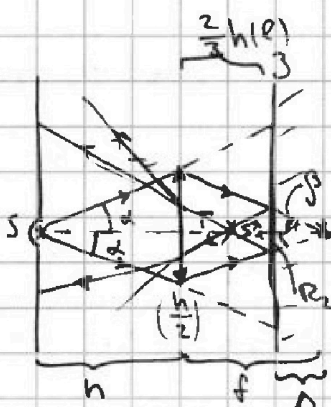
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

$n = 3$ см

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



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

где f - расстояние до изображения в линзе.

Δ - расстояние до от. изоб. в линзе до зеркала

$$S_1^* - \text{изображение в зеркале} \quad \Delta = f - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h$$

(действительный предмет для линзы)

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

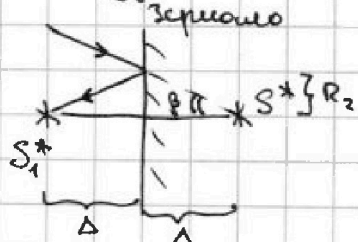
2) лучи отраженные от зеркала не будут больше освещать линзу.

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

$$\tan \beta = \frac{n}{h} = \tan \alpha \Rightarrow \beta = \alpha, \text{ где } \beta - \text{ угол под которым падает}$$

преобразованные в линзе луча на главную оптическую ось.

$$\text{осв.} \quad \tan \beta = \frac{R_2}{\Delta} \quad R_2 = \tan \alpha \Delta = \frac{n}{h} \frac{1}{3}h = \frac{n}{3}$$



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

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

3) рассл. свет лучей, отраженных от зеркала. Они будут светиться в S_1^* .

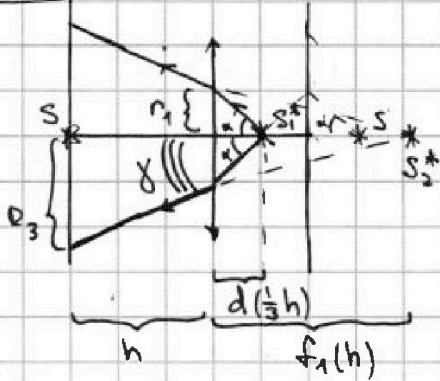


1 2 3 4 5 6 7

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. $d < \frac{h}{2}$, преобразуем S_2^* в дугу

S_1^* будет дугами:

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

f_1 - расстояние от S_2^* до центра.

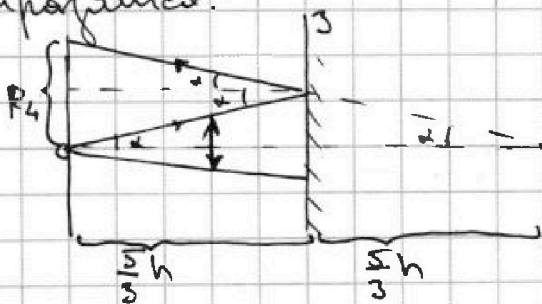
R_3 - область тени, освещенная отраженными лучами

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{R_3}{h+f_1} = \frac{R_3}{2h} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{r_1}{d} \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{r_1}{f_1} = \frac{r_1}{h}$$

$$r_1 = h \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1}{3} h \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{3} \operatorname{tg} \alpha$$

$$R_3 = 2h \operatorname{tg} \gamma = 2h \cdot \frac{1}{3} \operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{3} h \frac{r_1}{h} = \frac{2}{3} r_1$$

3) Лучи, не прошедшие в линзу, пройдут до зеркала и отражатся.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3R_4}{10h} \quad R_4 = \frac{10}{3} h \operatorname{tg} \alpha = \frac{10}{3} r_1$$

$$S_{\text{ст}} = \pi R_4^2 - \pi R_3^2 = \pi \left(\frac{100}{9} r_1^2 - \frac{4}{9} r_1^2 \right)$$

$$S_{\text{ст}} = \frac{96}{9} \pi r_1^2$$

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

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

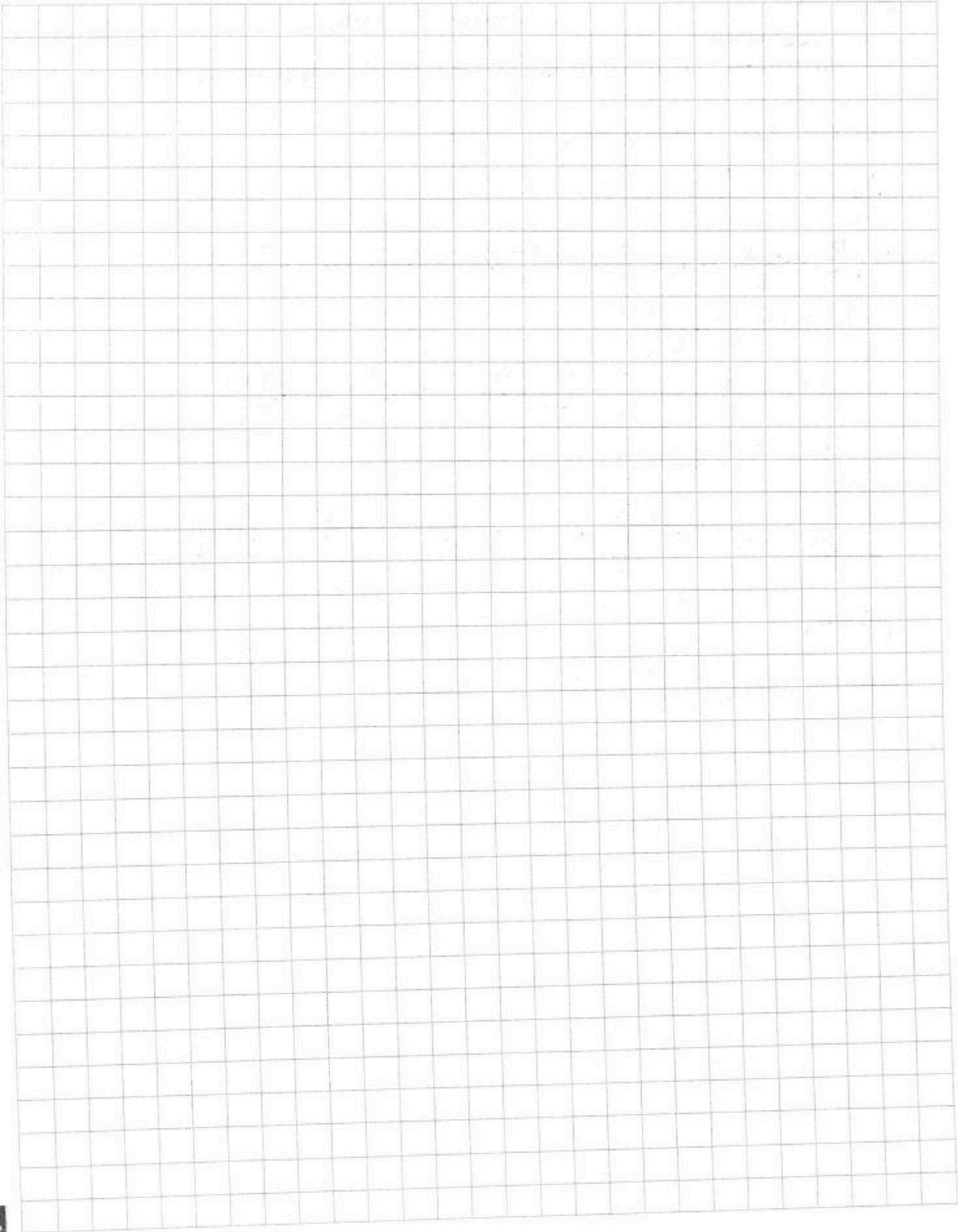
5

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.



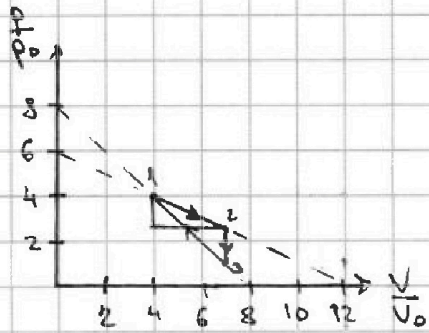
1 2 3 4 5 6 7

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) $\eta = ?$



$$3 \frac{p_0}{V_0} V_A - 18 = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

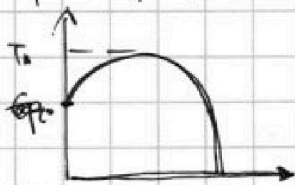
$$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \frac{JRT}{p}$$

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

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

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

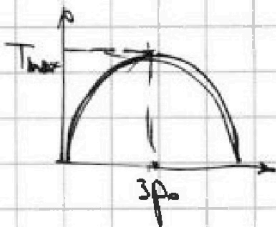
$$8p_0 = \frac{p_0}{2V_0} V_0 \cdot 8$$



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

$$6p_0 p_1 = p_1^2 \quad p_1 = 6p_0$$

$$p_1 = 6p_0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{8} = \frac{9}{4} p_0$$



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

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

$$JRT_1 = 16p_0 V_0 \quad JR = \frac{16p_0 V_0}{T_1}$$

$$p^2 - 6p_0 p + \frac{p_0 \cdot 16p_0 V_0}{2V_0 T_1} T = 0$$

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

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

$$8p_0^2 \frac{T_{max}}{T_1} = 6p_0 \cdot 3p_0 - 9p_0^2$$

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

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

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

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

$$18 - \frac{2V_B}{V_0} = \frac{V_A}{V_0} - 12$$

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

$$C \int dT =$$

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

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

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

$$R \int dT =$$

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

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

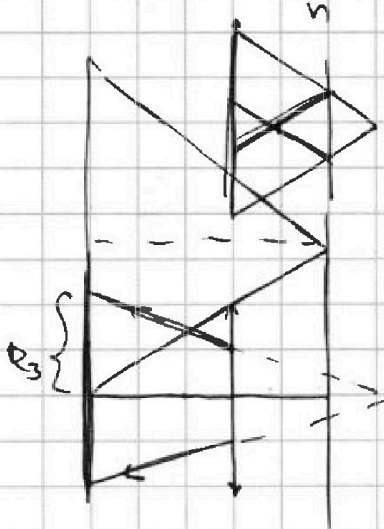
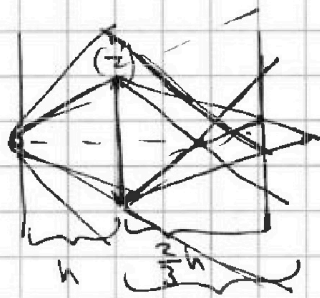


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

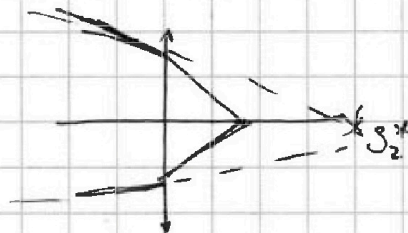
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

$$p dV + dpV = \nu R \Delta T$$

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



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

$$dpV = -p dV$$

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

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

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

$$\epsilon = \frac{a_2}{\rho} \quad F_2 = \frac{1}{2} M \frac{a_2}{\rho} \omega^2$$



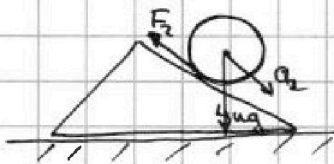


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

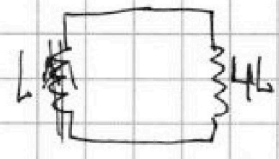
СТРАНИЦА
из

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!

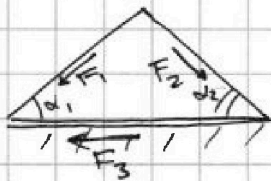


$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_{T \alpha 2}$$

$$4m \left(\frac{5}{24} g + \frac{5}{13} g \right) = F_2$$



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



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

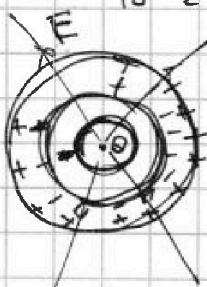
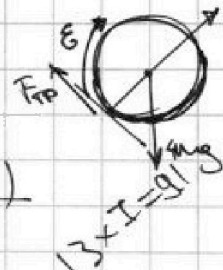
$$F_3 = \left(\frac{55}{78} \frac{12}{13} - \frac{14}{66} \cdot \frac{4}{5} \right) mg$$

$$I = \frac{E}{2R}$$

$$I \Sigma = F_{\text{пр}} R$$

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

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



В диэлектрике поле увеличивается в ϵ раз

Вертикаль совмещена на поле по вертикали.

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \varphi_{\text{внутр. диэла}}$$

$$91 \times 4 = 364$$

$$400 - 36 = 364$$

$$E = \frac{Q + Q_{\text{внутр}}}{\Sigma \epsilon} = \frac{1}{2} E_{\text{в вакууме}}$$

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

т.к. диэлектрик эл. нейтрален $Q_{\text{внутр}} = -Q$ заряд на внутренней поверхности (сферы)

$$\frac{Q}{\Sigma \epsilon} = \frac{kQ}{r^2} \frac{1}{4\pi r^2} \dots \frac{Q + Q_{\text{внутр}}}{\Sigma \epsilon} = \frac{kQ}{r^2} \frac{1}{4\pi} = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

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

$$\begin{array}{r} 1011 \times 2 \\ 25 \cdot 103 \\ \hline 125 \times 11 \\ + 125 \\ \hline 1255 \\ 1255 \\ \hline 13 \times 5 = 364 \\ \hline 13 \\ \hline 13 \\ \hline 13 \\ \hline 13 \\ \hline 13 \\ \hline 13 \end{array}$$



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!

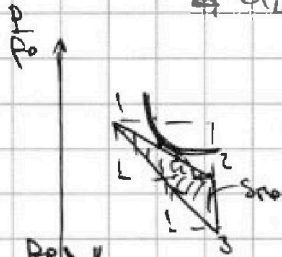
№ 2

$\frac{3}{L}$

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

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

3) $\eta = ?$



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

$p = \frac{JRT}{V}$

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

$C_{12} JdT = \frac{JRT}{V} dV + \frac{3}{2} JRT$

$JRT = dV(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} dV)$

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

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} JRT_2 - \frac{3}{2} JRT_1$

$JRT_2 = 2,5 p_0 \cdot 7V_0$

$JRT_1 = p_0 \cdot 7V_0$

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

$JdT = \frac{p_0}{2V_0} V dV$

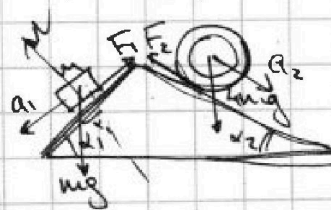
$A_2 = S_{pp} \cdot p \cdot V_0 = p_0 V_0 (\frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,5^2)$

$A_2 = \frac{1}{2} p_0 V_0 (1,5 \cdot 1,5 + 3 \cdot 1,5 - 1,5^2) = \frac{9}{4} p_0 V_0$

$\frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{9 \cdot 7 p_0 V_0}{4 \cdot 9 p_0 V_0} = 7$

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

$\eta = \frac{Q_+}{Q_+} \quad Q_+ = Q_{14} + Q_{38}$



$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1 = m \frac{5}{13} g$
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$

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

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

$p^2 = \frac{2022}{4225} \cdot \frac{169}{25}$