



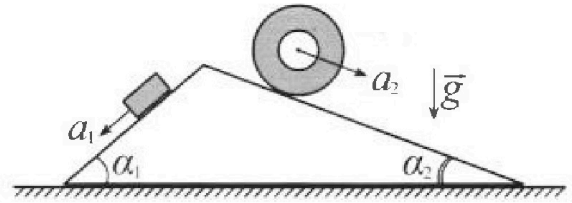
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

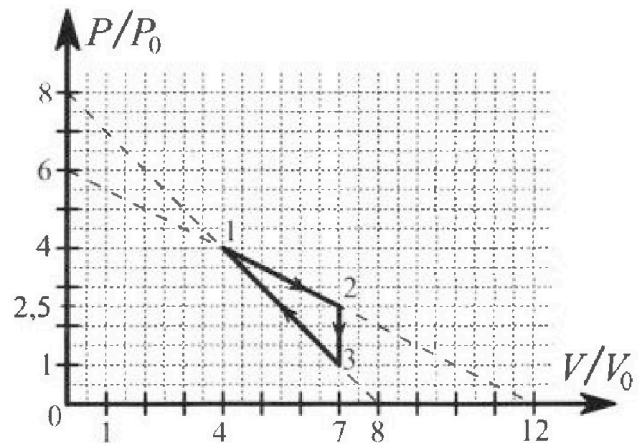


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

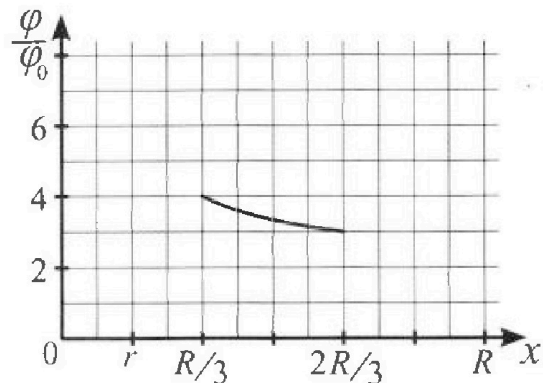
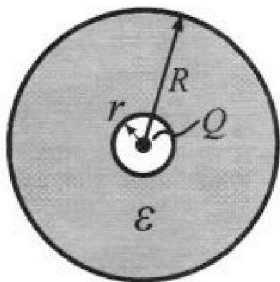
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



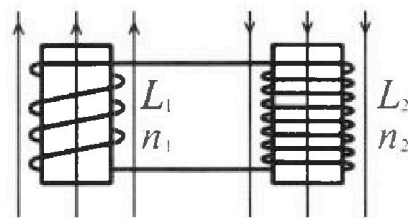
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

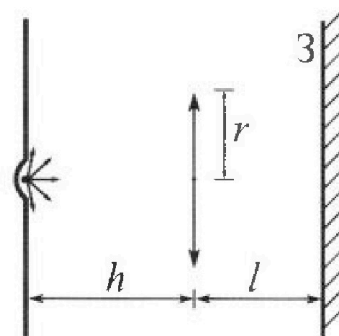


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $F = h/2$. 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



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

Дано:

$$a_1 = 5g/13$$

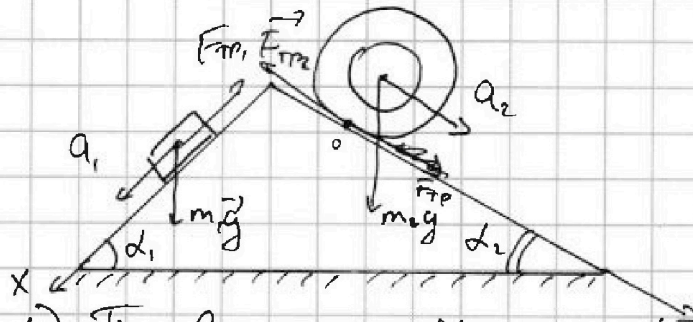
$$a_2 = 5g/24$$

$$4m; m$$

$$\alpha_1; \alpha_2$$

- 1) $F_1 = ?$
- 2) $F_2 = ?$
- 3) $F_3 = ?$

Решение:



1) По второму з. Ньютона:

X: ~~$m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 g \cos \alpha_1 \mu = m_1 a_1$~~

~~$m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 g \cos \alpha_1 \mu = m_1 a_1$~~
 $m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1 = F_{TP1} = F_1$

$$m g \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = m g \frac{39-25}{65} = \left(\frac{14}{65} m g \right)$$

$$2) \text{ y: } m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 a_2 = F_{TP2} = F_2 = 4m g \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= \frac{20m g \cdot 11}{6 \cdot 24 \cdot 13} = \left(\frac{55 m g}{78} \right)$$

3) Т.к. клин неподвижен $\Rightarrow F_1 \cdot \cos \alpha_1 = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = F_{TP3}$

$$\frac{14}{65} m g \cdot \frac{4}{5} - \frac{55 m g \cdot 12}{13 \cdot 78} = \left(\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 13} - \frac{55 \cdot 2}{13 \cdot 13} \right) m g = \frac{2m g}{13} \left(\frac{28}{25} - \frac{55}{13} \right)$$

$$= \frac{2m g \cdot 1011}{25 \cdot 13} = \left(\frac{2022 m g}{325} \right)$$



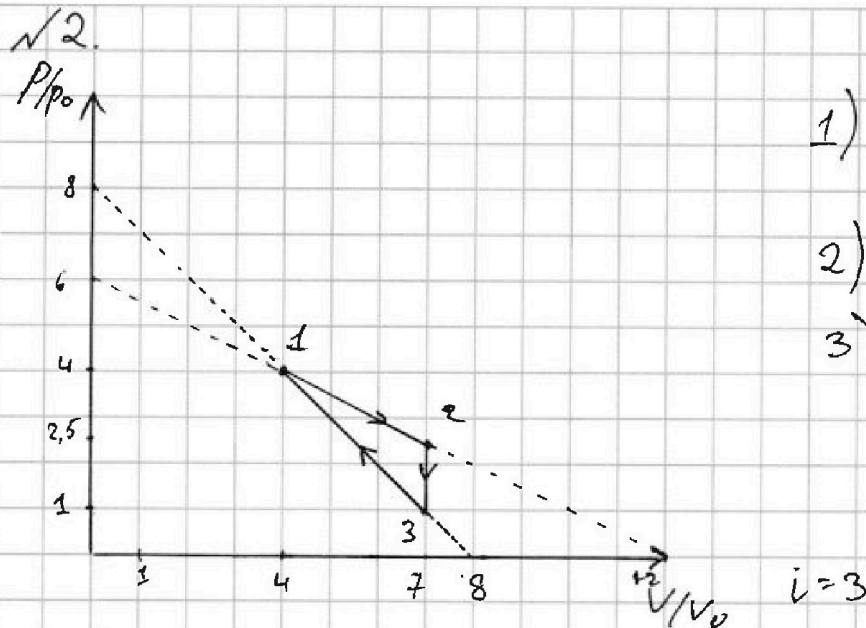
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



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

$$2) \frac{T_{max12}}{T_1} = ?$$

$$3) \eta = ?$$

1) Ур-ие Менделеева-Клапейрона для состояний 2 и 3:

$$p_0 \cdot 7V_0 = \sqrt{RT_3}, \quad 7V_0 \cdot \frac{5}{2} p_0 = \sqrt{RT_2} \Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_3 - T_2} =$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left(7 \cdot \frac{5}{2} p_0 V_0 + \frac{35}{2} p_0 V_0 \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{23}{2} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

2) A_2 равна площади под графиком в p - V координатах \Rightarrow

$$A_2 = \frac{1}{2} (p_0 + 2,5 p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{3}{2}\right) p_0 \cdot 3V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$3) \frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \frac{63 p_0 V_0 \cdot 4}{4 \cdot 9 p_0 V_0} = \boxed{7}$$

4) Получим ур-ие прямой 1-2: $p_{12}(V) = -\frac{p_0 V + 6 p_0}{2V_0}$

Пусть точка Q - точка до которой мы смотрим, как изменится Q:

$$\begin{aligned} Q &= A_2 + \Delta U = \frac{1}{2} (4p_0 + p_Q) (V_Q - 4V_0) + \frac{3}{2} (p_Q V_Q - 16 p_0 V_0) = \\ &= \frac{1}{2} (4p_0 V_Q - 16 p_0 V_0 + p_Q V_Q - 4V_0 p_Q) + \frac{3}{2} p_Q V_Q - 24 p_0 V_0 = \\ &= 2p_0 V_Q - 8p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_Q V_Q - 2p_Q V_0 + \frac{3}{2} p_Q V_Q - 24 p_0 V_0 = \\ &= -32 p_0 V_0 + 2p_Q V_Q - 2p_Q V_0 + 2p_0 V_Q = -32 p_0 V_0 + 2(6p_0 - \frac{p_0}{2} V_Q) V_Q - \end{aligned}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено болсе 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!

$$2) (6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_B) \cdot V_0 - 2p_0 V_B =$$

$$= -32p_0 V_0 + 12p_0 V_B - \frac{p_0}{V_0} V_B^2 - 12V_0 p_0 + p_0 V_B - 2p_0 V_B$$

$$= -44p_0 V_0 + 11p_0 V_B - \frac{p_0}{V_0} V_B^2 \Rightarrow Q(V_0) = -\frac{p_0}{V_0} V_B^2 + 11p_0 V_B - 44p_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q'_{\max}(V_B) = -\frac{2p_0}{V_0} V_B + 11p_0 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 11p_0 = \frac{2p_0}{V_0} V_B \Rightarrow V_B = \frac{11}{2} V_0 = 5,5 V_0 \Rightarrow p(V_B) =$$

$$= 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot \frac{11}{2} V_0 = (6 - \frac{11}{4}) p_0 = \frac{13}{4} p_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_B \cdot V_B}{\nu R} = \frac{13 p_0 \cdot 11 V_0}{4 \cdot 2 \nu R}$$

$$5) T_1 = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{16 p_0 V_0 \cdot 8 \nu R}{\nu R \cdot 13 \cdot p_0 \cdot 11 V_0} = \frac{128}{143}$$

$$6) p_{s1} = \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 - \text{уравнение состояния 3-1}$$

$$7) Q = \frac{3}{2} (p_0 V_0 - 7p_0 V_0) + \frac{1}{2} (p_0 + p_0) (V_0 - 7V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) \cdot V_0 - \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{1}{2} (p_0 V_0 - 7p_0 V_0 + 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) V_0 -$$

$$- (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) \cdot 7V_0 = 12p_0 V_0 - \frac{3p_0}{2} \frac{V_0^2}{V_0} - \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V_0 -$$

$$- \frac{7}{2} p_0 V_0 + \frac{8p_0 V_0}{2} - \frac{1p_0 V_0}{2V_0} \cdot V_0 + \frac{8p_0 V_0}{2} + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V_0$$

$$= 12,5 p_0 V_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} V_0^2 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_0 - 14 p_0 V_0 \Rightarrow Q' =$$

$$= 12,5 p_0 - 2 p_0 \cdot 2 V_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} = 0$$

7) Q_{12} Первое V_0 начало термодинамики в процессе 3-1:

$$\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} (-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0) dV +$$

$$+ \frac{3}{2} V \cdot (-\frac{p_0}{V_0^2} dV) = 0 \text{ (чтобы найти, где } Q_{12} \text{ и } Q_{21}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{5}{4} V_0$$



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
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!

8) Определим, где точка смеси Q_1 и Q_2 в 1-2:

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \Rightarrow V = \frac{7.5}{2} V_0 \Rightarrow \text{весь процесс}$$

происходит получение теплоты $\Rightarrow T_{\max} = T_2 = p \frac{2.5 p_0 \cdot 7 V_0}{\sqrt{R}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{7 \cdot 2.5 p_0 V_0}{16 p_0 V_0} = \frac{7 \cdot 5}{2 \cdot 16} = \frac{35}{32}$$

9)

$$Q_{11} = \frac{1}{2} (4 p_0 + 2.5 p_0) (7 V_0 - 4 V_0) + \frac{3}{2} \left(\frac{35}{2} p_0 V_0 - 16 p_0 V_0 \right) =$$
$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{2} \cdot 3 \cdot p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{9}{2} p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

10)

$$Q_{12} = \frac{1}{2} (4 V_0 - 5 V_0) (4 p_0 - 3 p_0) + \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0) =$$
$$= -\frac{1}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0 = 2 p_0 V_0$$

11)

$$\eta = \frac{A}{Q_{11} + Q_{12}} = \frac{9 p_0 V_0}{4 (p_0 V_0 + 12 p_0 V_0)} = \frac{9}{4 \cdot 13} = \frac{9}{52}$$

Ответ: 7; $\frac{35}{32}$; $\frac{9}{52}$



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!

№3.

Дано:

1) ~~заряд~~ Q ; R

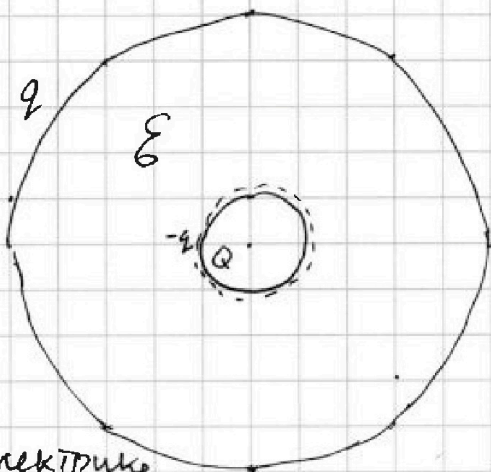
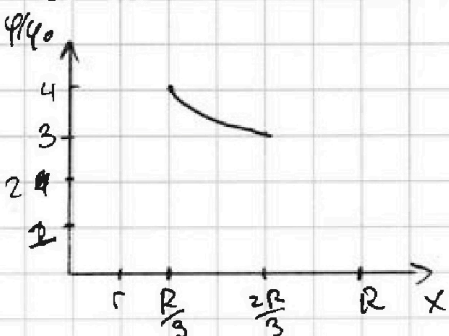
Q ; ϵ

2) График

1) $\varphi(R/4) = ?$

2) $\epsilon = ?$

Решение:



1) Пусть на R поляризуется в диэлектрике заряд q , а на r $-q$

2) Напишемему равно напряженности в диэлектрике:

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} + 0 = \frac{kQ}{x^2 \cdot \epsilon} \quad | : \frac{k}{x^2} \Rightarrow Q - q = \frac{Q}{\epsilon} \Rightarrow q = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

3) Потенциал от удаленности от центра x ($r < x \leq R$)

$$\frac{kQ}{x^2} + \frac{k(-q)}{x^2} + \frac{kq}{R} = \varphi(x) \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{R} + \frac{kq}{R} - \frac{4kq}{R}$$

$$= \frac{4kQ}{R} - \frac{3kq}{R} = \frac{k}{R} (4Q - 3Q + \frac{3Q}{\epsilon}) = \frac{k}{R} Q \left(1 + \frac{3}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{\epsilon + 3}{\epsilon}\right)$$

$$4) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} + kq \left(\frac{1}{R} - \frac{3}{R}\right) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kq}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4\varphi_0 \cdot R}{k} = 3Q - 2q = 3Q - 2Q + \frac{2Q}{\epsilon} = Q \left(\frac{\epsilon + 2}{\epsilon}\right)$$

$$5) \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2R} + kq \left(\frac{2}{2R} - \frac{3}{2R}\right) = \frac{3kQ}{2R} - \frac{kq}{2R} \Rightarrow \frac{6\varphi_0 R}{k} = 3Q - q =$$

$$= 3Q - Q + \frac{Q}{\epsilon} = Q \left(\frac{2\epsilon + 1}{\epsilon}\right) \Rightarrow \frac{Q(\epsilon + 2) \cdot 3}{4} = \frac{Q(2\epsilon + 1)}{\epsilon} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4\epsilon + 2 = 3\epsilon + 6 \Rightarrow \underline{\epsilon = 4}$$

Ответ: $\frac{kQ(\epsilon + 3)}{\epsilon}$; $\epsilon = 4$

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.

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

$$S, I(0) = 0$$

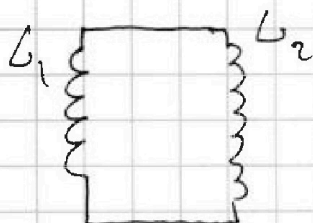
$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = d$$

$$\dot{I} = ?$$

$$2) B_0 \rightarrow B_0/2$$

$$2B_0 \rightarrow \frac{2}{3}B_0$$

$$I = ?$$



$$1) |U_L| = |\dot{\Phi}| = n_1 S \cdot \dot{B} = n_1 S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = S \cdot 2n_1$$

$$U_L = L_1 \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{n S d}{L_1}$$

2) В любой момент времени:

$$L \cdot \dot{I}_1 = 4L \cdot \dot{I}_2 \Rightarrow \dot{I}_1 = 4\dot{I}_2$$

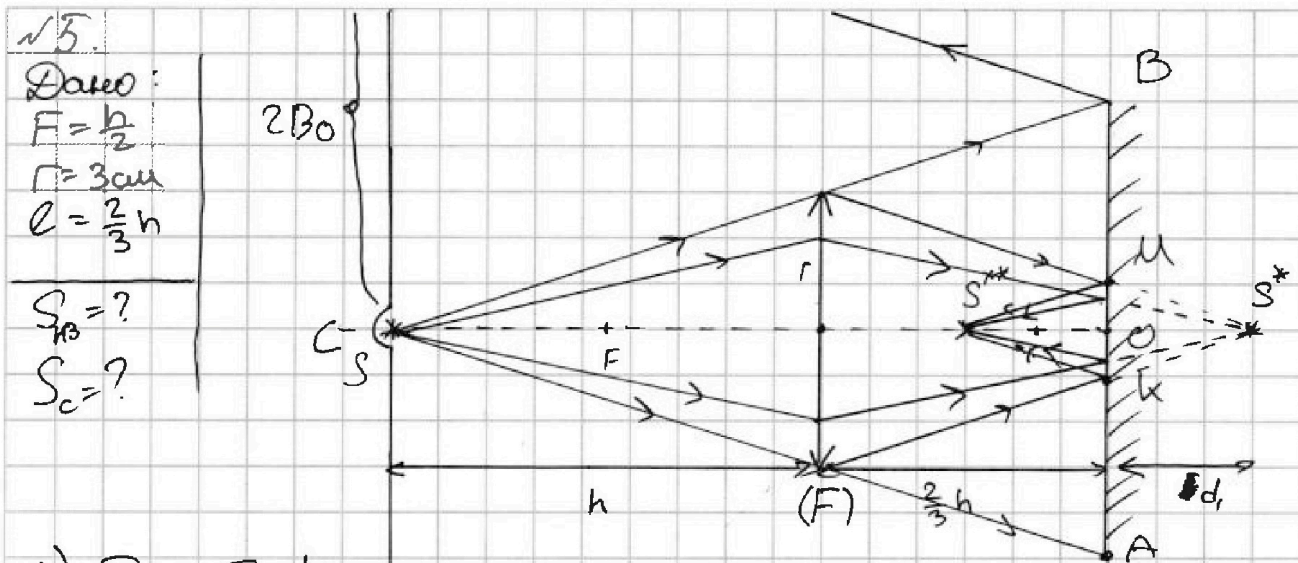
$$3) U_L = n \cdot S \dot{B}_1 ; U_{4L} = 2n S \cdot \dot{B}_2 \Rightarrow \dot{B}_1 = 2\dot{B}_2$$



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) Т.к. $F = \frac{h}{2}$, а d -расстояние от S до линзы равно $h \Rightarrow$

\Rightarrow изображение в линзе находится на расстоянии $f = h = 2F$

2) Изображение в линзе является мнимым предметом для зеркала и $d_1 = h - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h \Rightarrow$ Изображением в зеркале будет действительным на расстоянии $\frac{2}{3}h - d_1 = \frac{1}{3}h$

3) По формуле тонкой линзы изображение S^{**} от предмета S^* :

~~$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{h} \Rightarrow f_2 = h$~~ $f_2 = h$, и изображение будет мнимым

4) $S_{\text{н3}} = S_{\text{BA}} - S_{\text{MK}} = \pi \cdot BO^2 - \pi \cdot MO^2$

5) По подобию: $\frac{h \cdot BO}{5h} = \frac{r}{BO} \Rightarrow BO = \frac{5}{3}r$, тогда же

~~$\frac{h}{3 \cdot h} = \frac{MO}{r} \Rightarrow MO = \frac{r}{3} \Rightarrow S_{\text{н3}} = \pi \left(\frac{25}{9}r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9}\pi r^2 = \frac{24}{9}\pi \cdot 9 = 24\pi$~~

6) Видно, что весь свет который прошел через линзу попадает изображение мнимое будет создаваться круг радиусом $2r$ ~~образуется в центре~~ (т.к. мы найдем, что $r_2 = h \Rightarrow$ $S_{\text{н3}}$ это площадь окружности с радиусом $2 \cdot BO \Rightarrow S_{\text{н3}} = \pi (2BO)^2$

~~$= \pi \cdot 4 \cdot 3^2 = 36\pi$~~ $= \pi \cdot 4 \cdot \left(\frac{25}{9}r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \pi \cdot 4 \cdot \left(\frac{24}{9}r^2 \right) = \pi \cdot 4 \cdot \frac{24}{9} \cdot 9 = 112\pi$



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!

$\sqrt{2}$ $i=3$ Черновик $\frac{p}{p_0} = 4$ $\frac{4 \times 2}{R}$ $\frac{13}{78}$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

1 (4; 4); 2 (7; 2,5); 3 (7; 1)

$$A_2 = p p_0 (2,5 p_0 - 1 p_0) \cdot (7 V_0 - 4 V_0) = 1,5 p_0 \cdot 3 V_0 = 4,5 p_0 V_0$$

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

$$= \frac{9 \cdot 7}{4} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{76 \cdot 3 p_0 V_0 \cdot 2}{24 \cdot 9 p_0 V_0} \text{ (1)}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3} \text{ (2)}$$

$p V = \text{const} \Rightarrow p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$ $p(V) = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \cdot V^{-1} = p \cdot V^{-1}$

$p(V) = (\text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}) V^{-1} = p \cdot V^{-1}$ $p_0 \cdot V_0^{-1} = -\frac{p_0}{2 V_0}$

$$6 - \frac{7}{2} V_0 = \frac{5}{2} p_0$$

$$\begin{cases} 4 p_0 = k \cdot 4 V_0 + b \\ 2,5 p_0 = k \cdot 7 V_0 + b \end{cases} \quad \begin{aligned} & -1,5 p_0 = -k \cdot 3 V_0 \Rightarrow k = \\ & \frac{3}{2} p_0 = -k \cdot 1 V_0 \Rightarrow k = -\frac{p_0}{2 V_0} \end{aligned}$$

$$4 p_0 - k \cdot 4 V_0 = 4 p_0 + \frac{4 \cdot p_0 \cdot V_0}{2 V_0} = 6 \frac{p_0}{2} \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{2 V_0} \cdot V + \frac{9}{2} p_0$$

$p(V) = -\frac{p_0}{2 V_0} \cdot V + 6 p_0$ $p_B \cdot V_B^{-1} = -\frac{p_0}{2 V_0}$ $p_B = -\frac{p_0}{2 V_0} \cdot V_B$

$$A = \frac{(4 p_0 + p_B)(V_B - 4 V_0)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_0 V_B - 16 p_0 V_0) \Rightarrow Q = \frac{3}{2} (p_0 V_B - 16 p_0 V_0) + \frac{1}{2} (4 p_0 + p_B)(V_B - 4 V_0)$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2} V_B (6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V_0) - 24 p_0 V_0 + \frac{1}{2} (4 p_0 V_B - 16 p_0 V_0 + p_B V_B - 4 p_0 V_0) \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left(9 p_0 V_B - \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V_B^2 - 24 p_0 V_0 + 2 p_0 V_B - 8 p_0 V_0 + 6 p_0 V_B - \frac{3 p_0}{4 V_0} V_B^2 \right)$$

$$= -32 p_0 V_0 - \frac{5}{4} \frac{p_0}{V_0} V_B^2 + 17 p_0 V_B - \frac{5}{24} \frac{p_0}{V_0} \cdot 2 V_B + 17 p_0 = 0$$



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

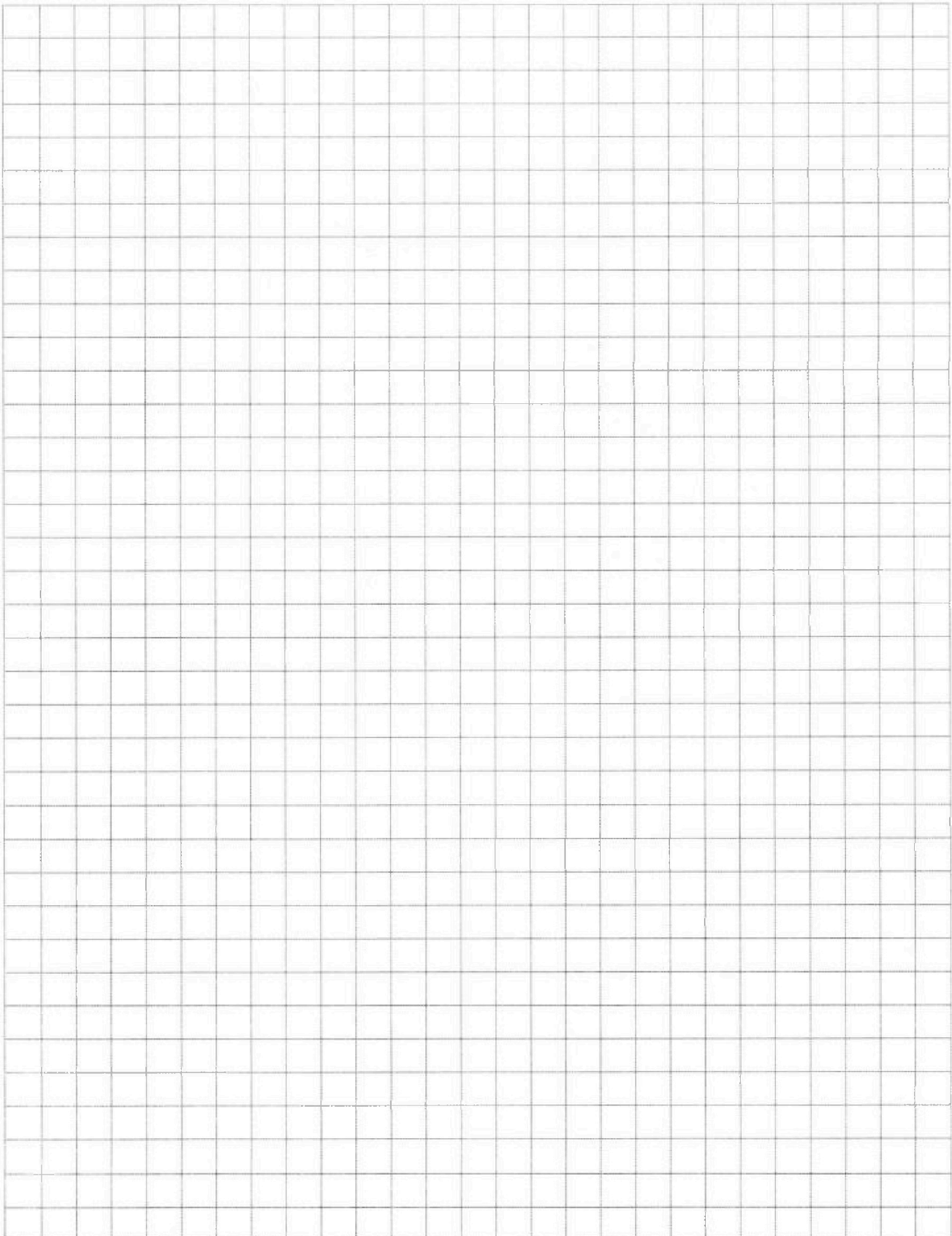
5

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!





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!

$$\frac{4\varphi_0 R}{k} = Q \frac{(\epsilon + 2)}{\epsilon} \quad \text{Черновик}$$

$$\frac{3kQ}{2R} + kq \left(\frac{2}{2R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{2R} + kq \frac{(-1)}{2R} = 3\varphi_0$$

$$q = Q - \frac{Q}{\epsilon} \quad 3Q - q = \frac{6R\varphi_0}{k}$$

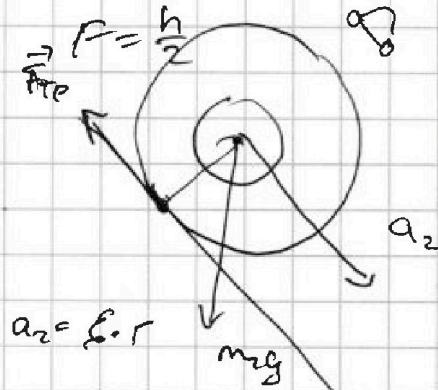
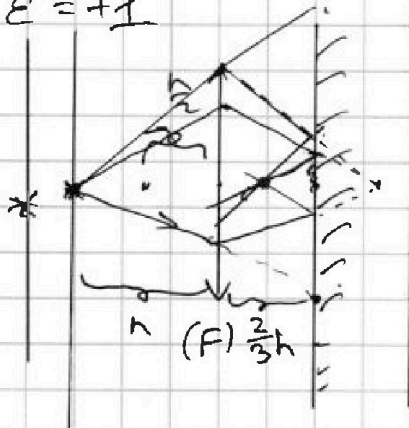
$$Q = \frac{(2\epsilon + 1)}{\epsilon} = \frac{3}{4} \cdot \frac{Q(\epsilon + 2)}{\epsilon} \Rightarrow \frac{Q(2\epsilon + 1)}{\epsilon} = \frac{6R\varphi_0}{k}$$

$$2\epsilon^2 + 2\epsilon + 1 = \epsilon + 2$$

$$\epsilon = +1$$

$$\frac{-p_0 \cdot 5V_0}{V_0} \quad g$$

$$-\frac{p_0}{V_0} + 8p_0$$



$$dp = d\left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0\right)$$

$$\delta Q = \delta Q_1 + dA = C$$

$$\delta Q = \nu R dT \quad \frac{3}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp + p_0 dV = 0 \quad -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT + p_0 dV \quad \frac{5}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{3}{2} dT p_0 dV + \frac{3}{2} V dp + p_0 dV \quad \frac{5}{2} p_0 \frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0\right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp \quad 0 = -\frac{5 p_0}{2 V_0} dV + \frac{5 \cdot 8 p_0}{2} dV - \frac{3 p_0 \cdot V}{2 V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0\right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV = 0 \quad \frac{5}{2} V^2 dV = \frac{5}{2} V_0^2 - \frac{3V}{2 V_0}$$

$$-\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V - \frac{3V}{2 V_0} + \frac{5}{2} - \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} = 0$$

$$\frac{3}{2} V = 20V_0 - \frac{5}{2}$$

$$+20p_0 - \frac{3}{2} \frac{5}{2} = \frac{3V}{2} + \frac{4V}{V_0} \quad V_0 = \frac{5}{8}$$

$$V = 20$$

$$20 = \frac{3V}{2} + \frac{5V}{4V_0} = 0$$

$$\frac{5}{2} \cdot 8 = \frac{3V}{4V_0} + \frac{5V}{4V_0}$$

$$\frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{2V_0} + 6p_0\right) + \frac{3V}{2} \cdot \frac{p_0}{2V_0} = 0$$

$$15 = 2V_0 \Rightarrow V_0 = \frac{7.5}{2}$$

$$15 = \frac{3V}{4V_0} + \frac{5V}{4V_0}$$



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!

$$Q_{31} = \frac{(\rho_0 + 4\rho_0)}{2} (4V_0 - 7V_0) t$$

$$8\rho_0 = k \rho_0 \quad k = \frac{-8\rho_0}{8\rho_0} = -\frac{\rho_0}{\rho_0} \quad p(V) = -\frac{\rho_0}{V_0} + 8\rho_0 \frac{\rho_0}{V_0} \sqrt{V} = -\frac{\rho_0}{V_0}$$

$$p(V) = \rho \cdot V^{-\frac{5}{3}} = \text{const} \Rightarrow \rho = \text{const} \cdot V^{\frac{5}{3}}$$

$$\rho = \text{const} \cdot V_0^{-\frac{5}{3}} \cdot V_0^{-1} = \rho_B \cdot V_0^{-1} = -\frac{\rho_0}{V_0} \cdot V_0$$

$$\rho_B = -\frac{\rho_0}{V_0} \cdot V_0$$

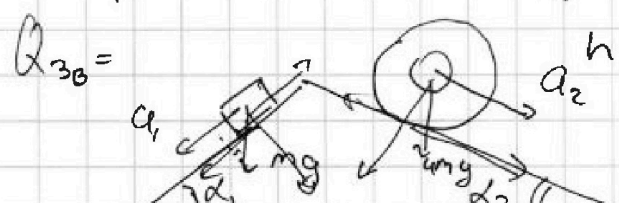
$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{V_1} \cdot V_1^{\frac{5}{3}}$$

$$\rho \cdot V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$Q_{31} \quad \rho_0 \quad 7V_0$$

$$\rho_B = -\frac{\rho_0}{V_0} \cdot V_0 + 6\rho_0$$

$$\rho(V) = V^{-\frac{5}{3}} \cdot \text{const}$$



$$h + \frac{2}{3}h \quad -\frac{\rho_0}{V_0} = \rho'(V) = \rho_B \cdot V^{-1}$$

$$mg \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = ma_1$$

$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$g \cos \alpha \mu = g \sin \alpha - ma_1$$

$$= \frac{4}{3} - \frac{m \cdot 5g \cdot 5}{13 \cdot 10 \cdot 4}$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - ma_1}{g \cos \alpha}$$

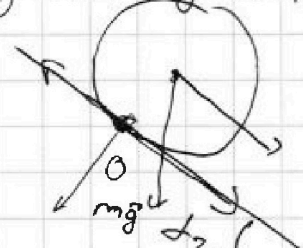
$$\frac{4}{3} - mg \cdot \frac{25}{520}$$

и и

$$0 = L \cdot \dot{I} = -\dot{\Phi}_1 - (B \cdot S) =$$

$$= -S(\dot{B}) = \left(\frac{I}{L} \right)$$

$$mg \sin \alpha - mg \sin \alpha_1 =$$



$$L \cdot \dot{I}$$

$$L \cdot \dot{I}_1 = nS \cdot \dot{B}_1$$

$$4L \cdot \dot{I}_2 = 2nS \cdot \dot{B}_2$$

$$I_1 =$$



$$n_1 S_1 \frac{B_0}{2\Delta t} \cdot 2a_1 =$$

$$nS \cdot \dot{B}_1 = 2nS = \dot{B}_2$$

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$$

$$\dot{B}_1 = 2 \dot{B}_2$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha_2 + F_x$$

$$F_x = ma_2 - mg \sin \alpha_2 = \frac{364}{1011}$$

$$mg \left(\frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right)$$

28 x 55
25
13
275
1844
110
3641375
1011
1011
-1011
91
20 x 25
500
1175
325



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!

$$kV_B = 17p_0 = \frac{5}{2} p_0 \frac{V_B}{V_0} \Rightarrow V_B = \frac{34}{5} V_0 \quad 60 - 17 = 43 \quad \frac{p_0}{p_0} = \frac{13}{5}$$

$$p_B = -\frac{p_0 \cdot 34}{200} V_0 + 6p_0 = 6p_0 - \frac{17}{10} p_0 = \frac{43}{10} p_0 = 4,3p_0$$

$$6p_0 - \frac{34}{10} p_0 = \frac{26}{10} p_0 = 2,6p_0 \quad 2,6 \cdot p_0 \cdot \frac{34}{5} V_0 = 2RT_{\max}$$

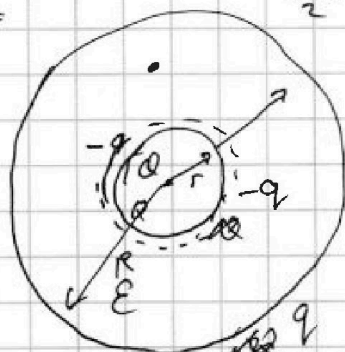
$$\frac{13 \cdot 34 \cdot 17}{100} \alpha 2 \quad \frac{13 \cdot 17}{200} \quad T_{\max} = \frac{2 \cdot 17}{13} \quad 4p_0 \cdot 4V_0 = 2RT$$

$$pV = \text{const}$$

$$p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$$

$$kq \quad p' = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \cdot V^{-1} = p \cdot V^{-1} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$A Q_H \quad Q_{10} =$$



$$p_A = \frac{31}{2} p_0 \cdot \frac{3}{2} \quad p_B = -\frac{p_0}{2V_0} + \frac{63}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{kQ}{2R^2} - \frac{kq}{R^2} = \frac{kQ}{R^2 \epsilon} \quad Q(1 - \frac{1}{\epsilon}) = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \quad Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Qq)}{x \cdot \epsilon} = \frac{kQ}{x} \left(\frac{\epsilon - \epsilon + 1}{\epsilon} \right)$$

$$\frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} = 3\varphi_0 \quad \frac{R}{3} - \frac{4\varphi_0}{2R} = 3\varphi_0$$

$$\frac{3kQ}{2R} - \frac{5kq}{2R} = \frac{3}{2} 3\varphi_0$$

$$\frac{3kQ}{2R} - \frac{5kq}{2R} = \frac{3}{2} 3\varphi_0$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon kx^2}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{6}\right) =$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kq}{R} + \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{3kQ}{R} + Qk \left(\frac{1}{R} - \frac{q}{R} \right) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2qk}{R} = 4\varphi_0$$

$$3Q - 2Q + \frac{2Q}{\epsilon} = Q + \frac{2Q}{\epsilon} \quad 3Q - 2q = \frac{4\varphi_0 \cdot R}{k} = \frac{Q(\epsilon + 2)}{4}$$

$$\frac{kQ(\epsilon + 3)}{R\epsilon}$$