

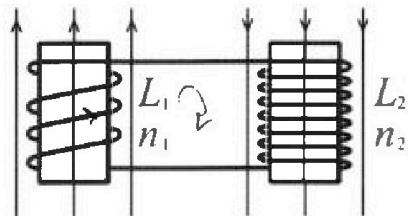
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03



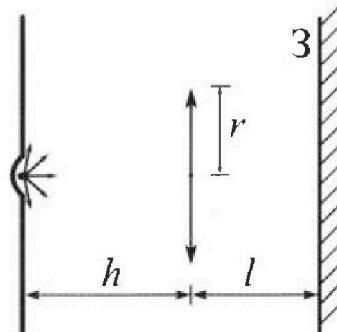
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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.

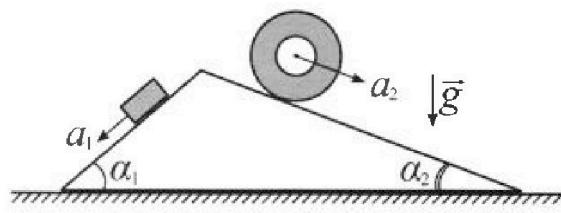
Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. 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.

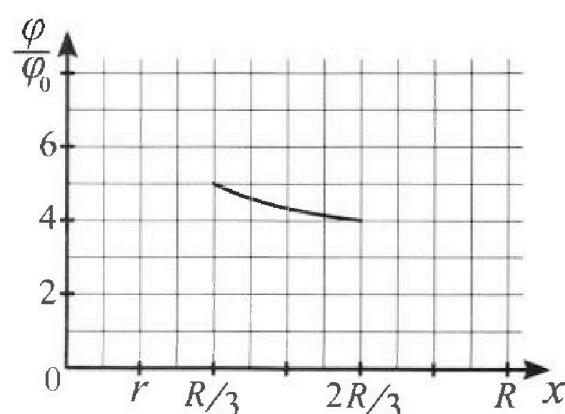
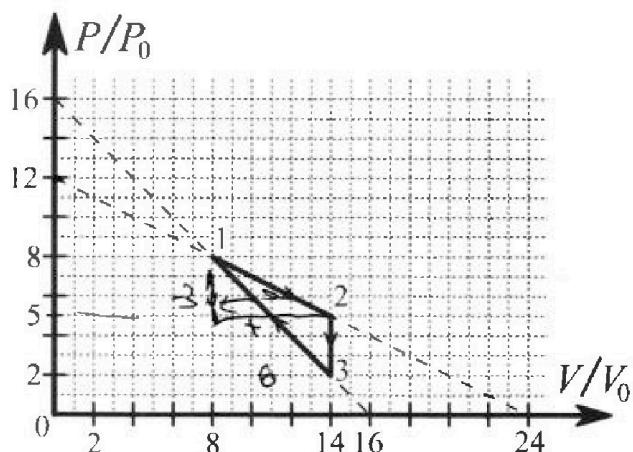
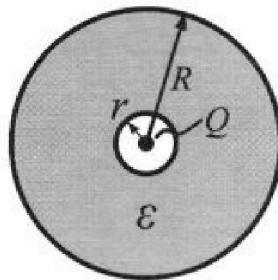
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

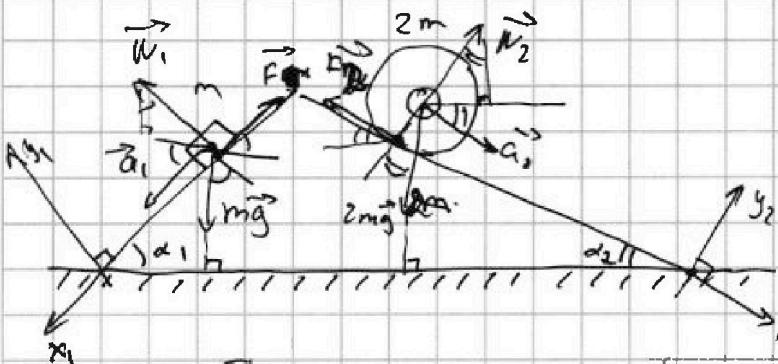


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



1) Th. о гравит. y. на. гол. другое: $\vec{N}_1 + \vec{mg} + \vec{F}_{pp1} = m\vec{a}_1$

(y₁): $N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$

(x₁): $mg \sin \alpha_1 - F_{pp1} = ma_1$

$$N_1 = \frac{4}{5}mg$$

$$mg \sin \alpha_1 = \frac{6}{13}mg + \frac{3}{5}mg =$$

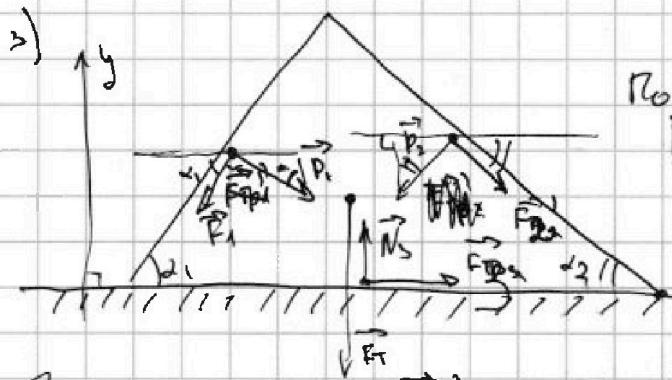
$$F_{pp1} = \frac{3}{5}mg - \frac{6}{13}mg = \left(\frac{9}{65}mg = F_{pp1} \right) \Rightarrow F_{pp1} = \frac{9}{65}mg$$

2) Th. о гравит. y. на. гол. условия: $\vec{N}_2 + 2\vec{mg} + \vec{F}_{pp2} = m\vec{a}_2$

(y₂): $N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \quad | N_2 = \frac{24}{13}mg$

(x₂): $2mg \sin \alpha_2 - F_{pp2} = 2ma_2 \rightarrow F_{pp2} = 12 \cdot \frac{10}{13}mg - \frac{1}{2}mg =$

$$F_{pp2} = \frac{7}{26}mg = F_{pp1}$$



Th. о гравит. y. на.: $\vec{F}_{pp1} + \vec{P}_1 + \vec{R}_1 + \vec{F}_{pp2} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{pp3} + \vec{N}_3 + \vec{F}_T + \vec{F}_{pp3} = \vec{0}$

(x): $-F_{pp1} \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = P_2 \sin \alpha_2 + F_{pp2} \cos \alpha_2 + F_{pp3} \cos \alpha_3 = 0$

$$\begin{aligned} F_{pp3} &= F_{pp1} \cos \alpha_1 = N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_{pp2} \cos \alpha_2 = \\ &= mg \left(\frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} \right) = \frac{1696}{65 \cdot 5^2} \end{aligned}$$

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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$= \frac{936 - 4056 + 6000 - 2160}{2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} mg = \frac{780}{2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13} mg = \frac{6}{5 \cdot 13} mg = \frac{6}{65} mg$$

~~$F_{TP3} = |F_{TPX}| = \frac{6}{65} mg$~~

~~$|F_3| = |F_{SX}| = \frac{6}{65} mg$~~

~~$Omb. 1) F_1 = \frac{9}{65} mg$~~

2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{65} mg$

~~$E_{mg} = -L \frac{d\Phi}{dt}$~~ $\Delta \Phi = ds \quad \Phi = B \cdot s$

~~$E_{mg} = -S_{nL} \cdot L \frac{dB}{dt}$~~

~~$\Phi_{21} = \pi k S_n \cdot$~~

~~$-S_{nL} \frac{dB}{dt} - 16L \frac{dE}{dt}$~~

~~$+ S_{nL} \frac{dB_1}{dt} + 16L \frac{dE}{dt} + 64 S_{nL} \frac{dB_2}{dt} + L \frac{dE}{dt} = 0$~~

~~$65 S_{nL} (\frac{dB_1}{dt} + \frac{dB_2}{dt})$~~

~~$T_n = \frac{c}{C}$~~

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 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) $i=3$, т.к. одноступенчатый идеальный газ.

2) $A = \int p dV = S_{\text{ног}} \text{ графика.}$

$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{5p_0 + 8p_0}{2} (14V_0 - 8V_0) = 8 \cdot 48 \cdot 33 p_0 V_0$$

$$A_{23} = \frac{P_2 + P_3}{2} (V_3 - V_2) = \frac{5p_0 + 2p_0}{2} (14V_0 - 14V_0) = 0$$

$$A_{31} = \frac{P_3 + P_1}{2} (V_1 - V_3) = \frac{2p_0 + 8p_0}{2} (8V_0 - 14V_0) = -30 p_0 V_0$$

$$\Delta_{\text{анон.}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 9 p_0 V_0$$

3) $\Delta U_{ij} = \frac{i}{2} \vartheta R (T_j - T_i) = \frac{i}{2} \vartheta R (T_j - T_i) \quad \left. \begin{array}{l} \text{для} \\ \text{идеал.} \\ \text{газа} \end{array} \right\} \text{для идеал.} \quad pV = \vartheta RT$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} \vartheta R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \vartheta R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = 9 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = -9 \cdot 7 p_0 V_0 = -63 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (64 - 28) = 3 \cdot 18 p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{12}}{\Delta_{\text{анон.}}} \right| = \left| \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} \right| = 1.$$

4) I начало термодинамики $Q^L = A + \Delta U$

$$Q_{12}^L = A_{12} + \Delta U_{12} = 48 p_0 V_0; \quad Q_{23}^L = +63 p_0 V_0; \quad Q_{31}^L = 24 p_0 V_0$$

$\nearrow 0 \text{ темп.}$
 $\nwarrow \text{изобар.}$

$\nearrow 0 \Rightarrow \text{тепл.}$
 отводится

$\searrow 0 \text{ темп.}$
 изобар.

$$\eta = \frac{\Delta_{\text{анон.}}}{Q_{\text{нагр.}}} = \frac{\Delta_{\text{анон.}}}{Q_{12}^L + Q_{31}^L} = \frac{9 p_0 V_0}{48 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\eta = 12,5\%$$



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
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) max. Три 1-2 бүгел көргө дүйнен max $P_0 V$ т.к. ($PV = PRT$)

PV дүйнен max көргө дүйнен P_0

5) $PRT = PV$ Обозначим на графике ось x о. y .

Торға $P = kP_0$, $V = x \cdot B$

$PRT = xy$ рөлөө ($PRT = PV - y - eM - k$) $\Rightarrow T = xy \frac{PV_0}{PR}$

$$T_3 = \frac{14 \cdot 2 P_0 V_0}{PR} = 28 \frac{P_0 V_0}{PR}$$

max Три 1-2 бүгел при max xy на 1-2.

$y = 12 - \frac{1}{2}x$, $x \in [8; 14]$

$$f(x) = (12 - \frac{1}{2}x)x = 12x - \frac{1}{2}x^2$$

$$x_0 = -\frac{12}{2} = -6$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{12}{2}} = +6$$

\uparrow нра $x \geq 0$ торға max $f(x)$ на $[8; 14] = f(8) = 8(8) = 64$

$$\gamma \cdot x_0 = 12 - \frac{1}{2}x^0 = 12 - 2 \cdot 8 = -48 = -32$$

$$f(x) \downarrow \text{нра } x \geq 12 \Rightarrow \max f(x) \text{ на } [8; 14] \text{ бүгел } f(12) = (12 - 6) \cdot 12 = 6 \cdot 12 = 72$$

торға $T_{\max} = 72 \frac{P_0 V_0}{PR}$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

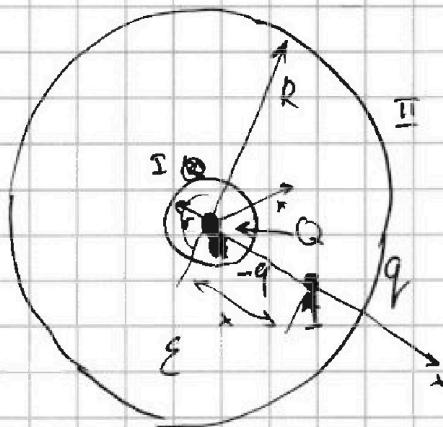
$$\text{Омб.: 1)} \left| \frac{\Delta U(12)}{A_{\text{ном.}}} \right| = 1; 2) \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}; 3) \eta = 12,5\%$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



1) Задача №1 Модель с зарядом

Q поле рождает диэлектрическое поле, что на его поверхности возникает заряды $+q$ и $-q$ (см. картинку) так, что

$\vec{E}_d = \frac{\vec{E}_1}{\epsilon}$, где \vec{E}_1 - поле в зоне ϵ без диэлектрика было создано зарядом как поле.

\vec{E}_1 - поле в $\epsilon=1$, если бы не было диэлектрика

2) Мы знаем, что

$$|\vec{E}(x)| = \frac{kq}{x^2} \quad (\text{поле шарика сферой})$$

$\vec{E}(x) = \vec{0}$ - поле создано зарядом сферой и поле направлено в нормаль внутрь этой сферы.

$$\text{Тогда } E_{1x} = \frac{kQ}{x^2}; \quad E_{1x}' = \frac{kQ}{x^2} + \frac{-kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$\epsilon = \frac{\vec{E}_1}{\vec{E}_1'} = \frac{E_{1x}}{E_{1x}'} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{x^2}{k(Q-q)} = \frac{Q}{Q-q} \quad \text{отсюда } \epsilon \text{ непр. поверхн.}$$

$$\Rightarrow \epsilon Q - \epsilon q = Q \Rightarrow q = \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon} Q$$

$$3) \varphi(x) = \varphi_{in}(x) + \varphi_{out}(x) \quad \varphi_{in}(x) = \frac{kQ}{x} \quad (x > r)$$

$$\varphi_I(x) = \cancel{\frac{kQ}{x}} - \frac{kq}{x} \quad (x > r)$$

$$\varphi_{II}(x) = + \frac{kq}{R} \quad (x < R)$$

где $r < x < R$

$$\varphi(x) = \varphi_{in}(x) + k\varphi_I(x) + \varphi_{II}(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{k(Q-q)}{x} + \frac{kq}{R}$$

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

$$x = \frac{5}{6}R \quad \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{6kQ}{5\epsilon R} + \frac{k(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{6}{5} + \epsilon - 1\right) = \frac{kQ(1+\epsilon)}{5\epsilon R}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\begin{aligned}
 4) \quad & \cancel{\psi\left(\frac{R}{3}\right)} = 4 \quad \text{графика} \quad \frac{\psi\left(\frac{R}{3}\right)}{\psi_0} = S = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)}{\varepsilon R} Q = \\
 & = \frac{kQ}{\varepsilon R} (3 + \varepsilon - 1) = \frac{kQ}{\varepsilon R} (2 + \varepsilon) \\
 \frac{\psi\left(\frac{2R}{3}\right)}{\psi_0} = 4 = & \frac{3kQ}{2\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)}{\varepsilon R} Q = \\
 & = \frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\frac{3}{2} + \varepsilon - 1 \right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{1+2\varepsilon}{2} \\
 \Rightarrow \frac{S}{4} = & \frac{2+\varepsilon}{1+2\varepsilon} \cdot 2 \Rightarrow 8\varepsilon + 16 = 5 + 10\varepsilon \\
 & 2\varepsilon = 11 \\
 & \varepsilon = 5,5 \\
 \text{Омб.: } \psi\left(\frac{5,5R}{6}\right) = & \cancel{\frac{kQ}{5\varepsilon R} (11-5,5)}, \quad 2)\varepsilon = 5,5 \\
 \therefore \psi\left(\frac{5R}{6}\right) = & \frac{kQ}{\varepsilon R} \cdot \frac{5\varepsilon + 1}{5}
 \end{aligned}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

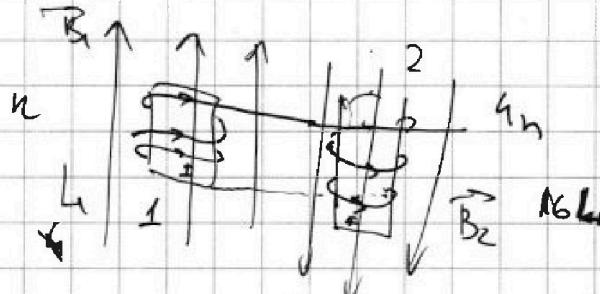
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$1) \Phi_1 = B$$

$$2) \mathcal{E}_1 = -d$$

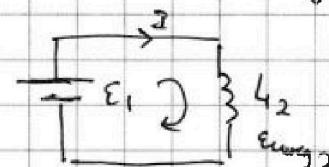
$$3) \mathcal{E}_1 = -L_1 \frac{d\Phi_1}{dt} =$$

$$= -L_1 \frac{d(nS B_1)}{dt} = -L_1 n S \frac{dB_1}{dt} = -L_1 n S d$$



Тогда i.e. ~~да~~ значение в втором цепи изменение B_2 не меняется, то есть \Leftrightarrow

$$\mathcal{E}_{\text{внеш}} = -L_2 \frac{dI}{dt} = -16L \frac{dI}{dt}$$



По правилу Кирхгофа!

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_{\text{внеш}} = I R \rightarrow 0 \Rightarrow -L_1 n S d + (-16L \frac{dI}{dt}) = 0$$

$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \left| \frac{nS}{16} d \right| = \frac{nSd}{16}$$

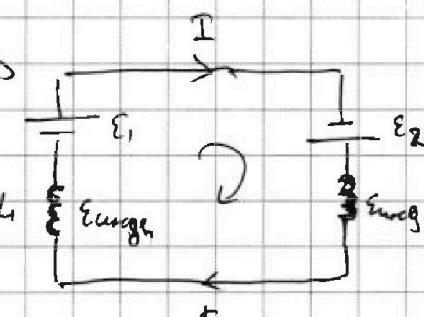
2) Используя ~~столбцы~~ \Leftrightarrow

$$\mathcal{E}_1 = -L_1 \frac{d\Phi_1}{dt} =$$

$$= -L_1 n S \frac{dB_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = -L_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = -16$$

$$= -L_2 n_2 S \frac{dB_2}{dt} = -64 L_1 n S \frac{dB_2}{dt}$$



$$\mathcal{E}_{\text{внеш}} = -L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$= -L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{внеш}} = -L_2 \frac{dI}{dt} =$$

$$= -16L \frac{dI}{dt}$$

По правилу Кирхгофа!

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_{\text{внеш}} + \mathcal{E}_{\text{внеш}} = I R \rightarrow 0$$

$$L_1 n S \frac{dB_1}{dt} + 64 L_1 n S \frac{dB_2}{dt} + 17 L_1 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$n S d B_1 + 64 n S d B_2 = -17 dI$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\int_{B_0}^{B_0 + \frac{8}{3}} nS dB_1 + \int_{3B_0}^{\frac{9B_0}{4}} 64nS dB_2 = I_k$$

$$\int_6^{-12} dI$$

$$-\frac{2}{3}B_0 nS - \frac{3}{4}B_0 \cdot 64nS = -17I_k$$

$$I_k = \frac{1}{17} \left(\frac{2}{3} + 3 \cdot 16 \right) nS B_0 = \frac{146}{51} nS B_0$$

П.з. бокале $I=0$, т.к. ~~кондуктор~~ внешние поля не изменяются.

$$\text{Omb: 1)} \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{nS \omega}{16}; \quad I_k = \frac{146}{51} nS B_0.$$

П.з. ~~бокале~~

$$2) I_k = \frac{146}{51} nS B_0$$

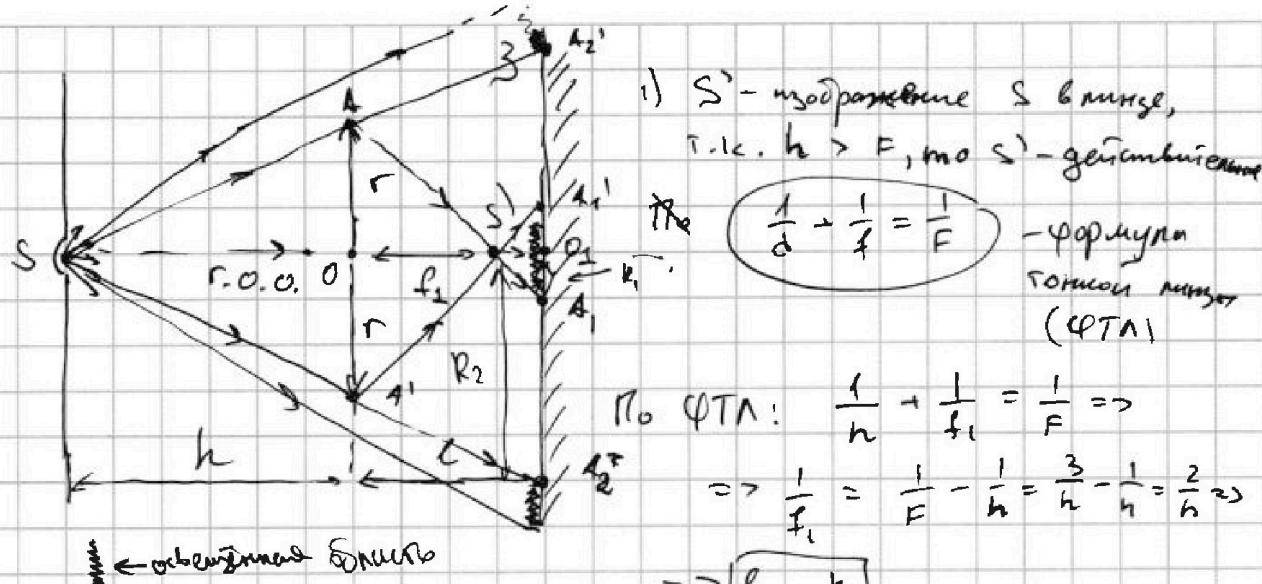


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\text{по ФТА: } \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow \\ \Rightarrow f_1 = \frac{h}{2}$$

2) $f_1 < \frac{2h}{3} = l$. Любой луч A_2 , который
попадает на зеркало проходит через точку линзы S' \Rightarrow

\Rightarrow на зеркале будет освещаться область в виде круга с

радиусом $R_1 \leq R_1$ ($S'A_1$ - граничный луч)
 $\Delta A_1OS' \sim \Delta A_1OA_1$ ($\angle A_1OS' = \angle A_1OA_1 = 90^\circ$)
 $\angle A_1S' = \angle A_1OA_1 = 90^\circ$
 $\angle A_1S' = \angle A_1OA_1 - \text{нек берг.}) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{O_1A_1}{OA} = \frac{O_1S'}{S'O}, \text{ т.е. } \frac{R_1}{r} = \frac{l-f_1}{f_1} = \frac{l}{f_1} - 1 = \frac{2h}{3} \cdot \frac{2}{h} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$R_1 = \frac{r}{3}$$

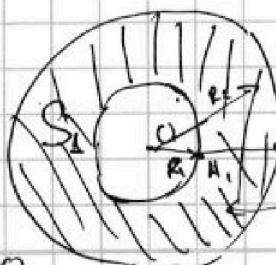
$\Delta SOA_1 \sim \Delta SO_1A_2$ ($\angle SOA_1 = \angle SO_1A_2 = 90^\circ$ \Rightarrow
 $\angle OS_1A_2 = \angle OA_1S_1$)

$$\Rightarrow \frac{O_1A_2}{OA_1} = \frac{SO_1}{SO}, \text{ т.е. } \frac{R_2}{r} = \frac{h+l}{h} \cdot \frac{\frac{5}{3}h}{h} = \frac{5}{3}$$

$$R_2 = r \cdot \frac{5}{3}.$$

$$S_{1,2} = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \\ = \pi r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{8\pi r^2}{3} = S_1$$

$$S_1 = \frac{8}{3} \cdot 25 \pi \text{ см}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



не освещаемая
область.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

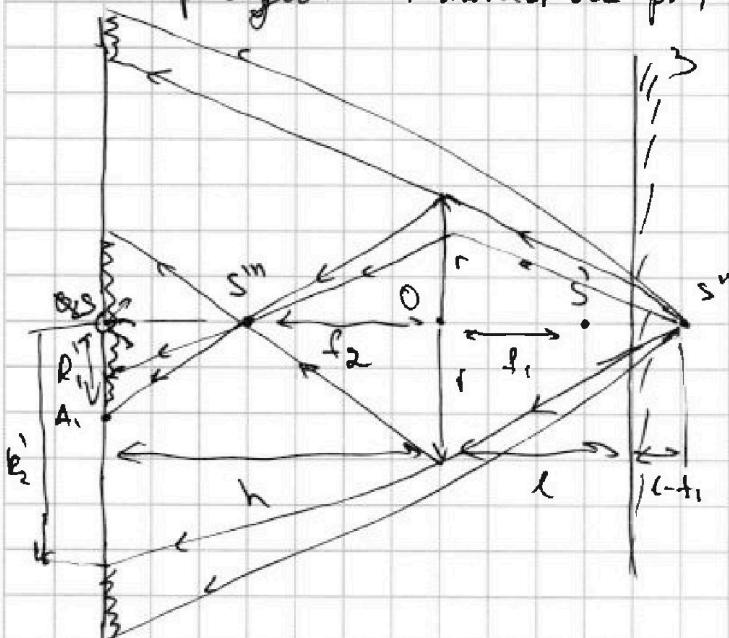
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

s'' - изображение s' в зеркале $\rho(s'; 3) = \rho(s', 3) = f_1$

Все лучи падающие на систему будут пучами исходящими из s'' , так как отражение предыдущей оболочки зеркала.

Т.е. проведём асимптотные разрезы для точек s и s'' .



$$\text{по ФТЛ: } \frac{1}{l-f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$l-f_1 = \frac{4h}{3} - \frac{n}{2} = \frac{5h}{6} \Rightarrow F =$$

$$R_2 \quad \Rightarrow s''' - \text{задней} \\ \frac{1}{f_2} = \frac{3}{h} - \frac{6}{sh} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$f_2 = \frac{5h}{9} < h \Rightarrow s''' \\ \text{будет перед} \\ \text{линзой}$$

$$\frac{R_1'}{r} = \frac{h-f_2}{f_2} = \frac{9h}{5h} - 1 = \frac{4}{5}$$

$$R_1' = \frac{4}{5} r$$

$$\frac{R_2'}{r} = \frac{h+2r-f_1}{2r-f_1} = \frac{h+\frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5} \Rightarrow R_2' = \frac{11}{5} r$$

$$S_2 = \pi R_2'^2 - \pi R_1'^2 = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \pi r^2 \frac{165}{25} \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi \cdot \frac{25105}{25} = 105 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Омб. !) } S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2 ; 2) S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

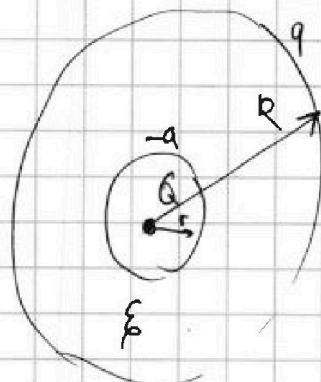
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$R = \frac{kq}{x^2}$$



$$\frac{936}{156} \\ \hline 780$$



$$E_2 = \frac{kq}{x^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E_{in} = \frac{kq}{x^2} - \frac{kq}{a^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$E_{in} = \frac{E_2}{\varepsilon}$$

$$\frac{k(Q-q)}{x^2} = \frac{kQ}{\varepsilon x^2}$$

$$\Sigma Q - \varepsilon q = Q$$

$$q = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} Q$$

✓
хорошо

78

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 24 \\ \hline 120 \\ + 25 \\ \hline 6000 \end{array}$$

$$\psi(r) = E_2 = \frac{kQ}{x}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$13 \cdot 3 \cdot 2$$

$$\psi(r) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{12} = \cancel{kQ} \frac{\cancel{kQ}(1 - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon})}{x} + \frac{k(1-\varepsilon)Q}{\varepsilon R}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \hline 136 \\ \times 16 \\ \hline 1120 \\ 128 \\ \hline 192 \\ 16 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 16 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \hline 16 \\ \times 8 \\ \hline 128 \\ 16 \\ \hline 16 \end{array} \quad \boxed{\psi(r) = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R}}$$

$$\psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{6kQ}{5\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\frac{6}{5} - \varepsilon + 1\right) = \boxed{\frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\frac{11}{5} - \varepsilon\right)}$$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{k(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\varepsilon_0} = S$$

$$\psi\left(\frac{2R}{3}\right) = \left(\frac{3kQ}{2\varepsilon R} + \frac{2(\varepsilon-1)Q}{\varepsilon R}\right) \cdot \frac{1}{\varepsilon_0} = U$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 16 \\ \times 3 \\ \hline 48 \\ 16 \\ \hline 16 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \hline 16 \\ \times 8 \\ \hline 128 \\ 16 \\ \hline 16 \end{array} \quad \frac{3 + \varepsilon - 1}{2 + \varepsilon - 1} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2+\varepsilon}{\frac{1}{2}+\varepsilon} = \frac{5}{4} \quad \frac{4+2\varepsilon}{1+2\varepsilon} = \frac{5}{4}$$

$$16 + 8\varepsilon = 5 + 10\varepsilon$$

$$11 = 2\varepsilon$$

$$\varepsilon = 5.5$$

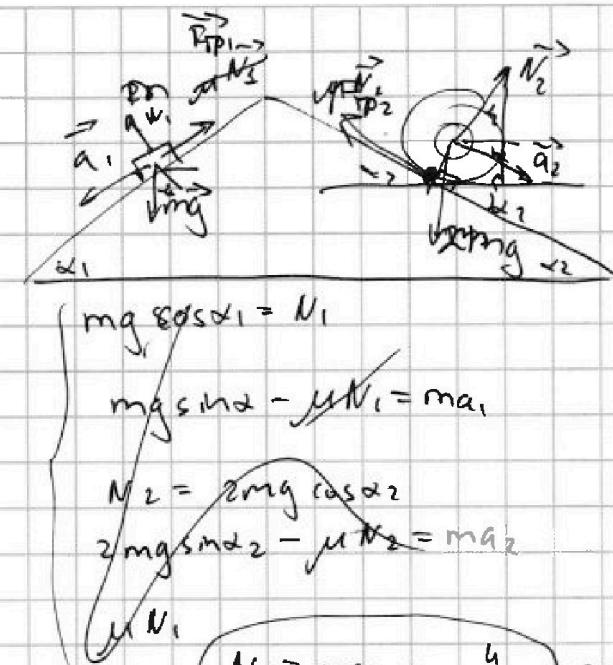


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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 пумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{F_{\text{тр}}}{mg}$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}} = m \cdot \frac{6g}{13}$$

$$mg \cdot \frac{3}{5} - F_{\text{тр}} = \frac{6mg}{13}$$

$$F_{\text{тр}} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{39 - 30}{45} = mg \cdot \frac{9}{45} =$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{mg}{5}$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$2mg \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}} = 2ma_2$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$2 \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} = F_{\text{тр}}, m$$

$$F_3 = |F_2 - F_1| =$$

$$= mg \left| \frac{7}{26} - \frac{1}{5} \right| =$$

$$\left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) mg = F_{\text{тр}} =$$

$$\frac{7}{26} mg = F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} + N_2 \cdot \sin \alpha_2 + 2ma_2 \cos \alpha_2 - F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha_2 = N_1 \sin \alpha_1 +$$

$$+ mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_{\text{тр}} = - \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} mg + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg = \frac{4}{25} mg$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ | \quad 13 \\ 5 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \quad 3 \\ 3 \quad 6 \\ \times 26 \\ \hline 2 \quad 1 \quad 6 \\ 7 \quad 2 \\ 9 \quad 3 \quad 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ | \quad 169 \\ 338 \\ \hline 338 \\ 12 \\ \hline 1676 \\ 338 \\ \hline 4056 \end{array}$$



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.

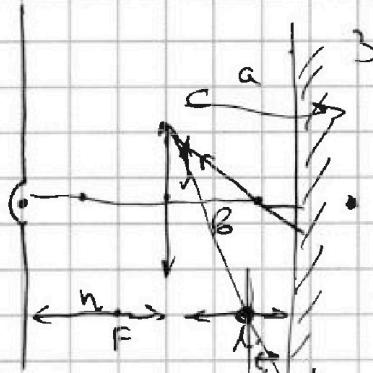
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$F = \frac{5}{3} \text{ N} \quad r = 5 \text{ cm}$$

$$l = \frac{2h}{3}$$



$$\frac{-11}{25} + \frac{176}{26 \cdot 13}$$

120

$$\begin{array}{r} 240 \\ - 84 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{2}{h} \Rightarrow b = \frac{h}{2} \quad d = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{4-3}{6}h = \frac{h}{6}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{l-b}{b} = \frac{l}{b} - 1 = \frac{\frac{2h}{3}}{\frac{h}{2}} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$R = \frac{r}{3}$$

$$a = l + l - b = 2l - b = \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{8-3}{6}h = \frac{5}{6}h$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow b_1 = \frac{5h}{9}$$

$$\frac{R_1}{r} = \frac{h-b_1}{b_1} = \frac{h}{b_1} - 1 = \frac{9h}{5h} - 1 = \frac{4}{5}$$

$$R_1 = \frac{4}{5}r$$

$$\begin{array}{r} 848 \\ - 81 \\ \hline 38 \end{array} \quad \boxed{13}$$

$$25 \cdot 13^2 \cdot 2$$

$$-16 \cdot 163 + 25 \cdot 176$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 163 \\ \hline 1880 \\ 352 \\ \hline 4900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1014 \\ \times 16 \\ \hline 163 \\ 2704 \\ \hline 1696 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34400 \\ \times 2204 \\ \hline 1696 \end{array}$$

$$240 - 84 = 176$$



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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$A_{12} = \frac{\frac{13}{2} p_0 + 8 p_0}{2} \cdot (19 v_0 - 8 v_0) = 39 p_0 v_0 \quad \text{✓}$$

$$A_{23} = 0 ; A_{31} = -\frac{\frac{2}{2} p_0 + 8 p_0}{2} \cdot 6 v_0 = -30 p_0 v_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \vartheta R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 v_2 - p_1 v_1) = \frac{3}{2} (70 - 64) p_0 v_0 = 6 p_0 v_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \vartheta R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (28 - 70) p_0 v_0 = -63 p_0 v_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64 - 28) = \frac{3}{2} \cdot 36 = 54 p_0 v_0 \quad \text{✓}$$

$$A_{\text{ном}} = Q_{12} = \Delta U_{12} + U_{11} = (39 + 9) p_0 v_0 = 48 p_0 v_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -63 p_0 v_0 \quad \text{✓}$$

$$Q_{31} = 24 p_0 v_0 \quad y_2 = 12 - 2x \quad 5 \cdot -6$$

$$\eta = \frac{A_{\text{ном}}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{39 - 30}{48 + 24} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} \quad (12 - 2x)x = 12x - 2x^2 - \max + \frac{12}{8} = \frac{3}{4}$$

$$A_{\text{ном}} = 9 p_0 v_0$$

$$pV = \vartheta RT \quad \frac{3}{4}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{ном}}} = \text{I} \quad p = \frac{(p - p_1)}{V - V_1} = -2$$

$$p - 8 p_0 = -2V + 16 v_0 \quad \begin{matrix} 7 \\ 12 \\ 8 \end{matrix} \quad p = (8 p_0 + 16 v_0) + 2V$$

$$(8 p_0 + 16 v_0) + 2V^2 = pRT \quad \begin{matrix} 7 \\ 12 \\ 8 \end{matrix} \quad \boxed{000}$$

$$\text{мат. при } V = \frac{4 p_0 + 8 v_0}{4} = p_0 + 2 v_0$$

$$\vartheta RT_{\max} = (p_0 + 2 v_0) (8 p_0 + 16 v_0 - 2 p_0 - 4 v_0) \quad \begin{matrix} 8 p_0 + 16 v_0 - 2 p_0 - 4 v_0 \\ (6 p_0 - 12 v_0) \end{matrix}$$