

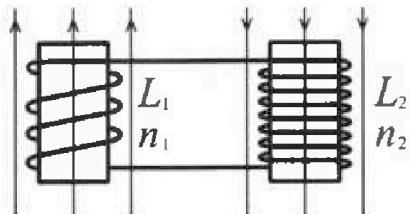
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



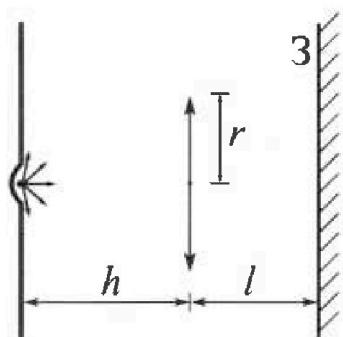
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 [см²] в виде $y\pi$, где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

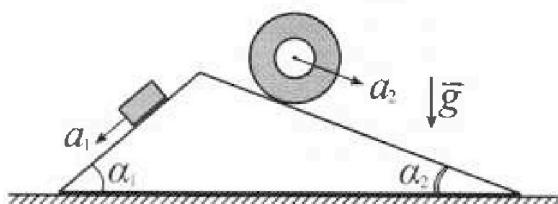
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

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 проскальзываия 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.

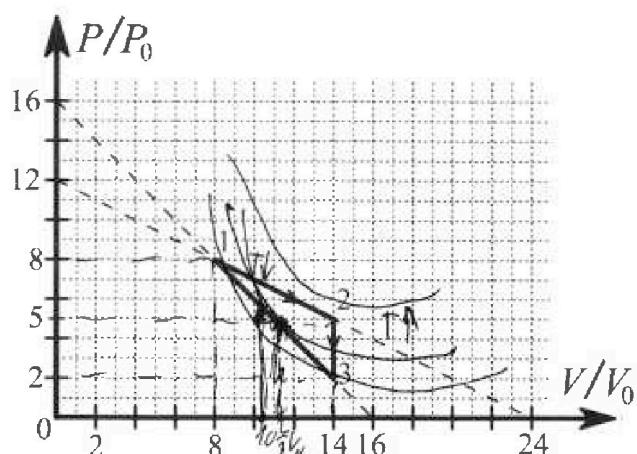


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

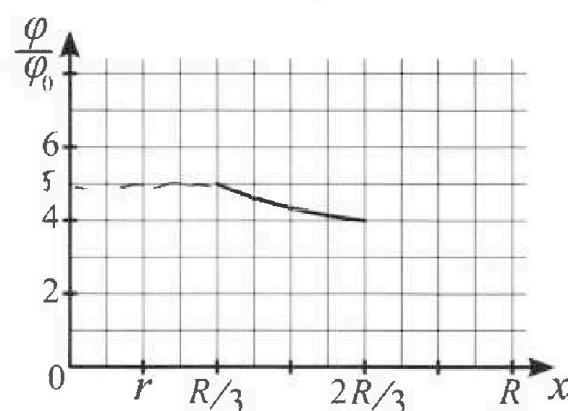
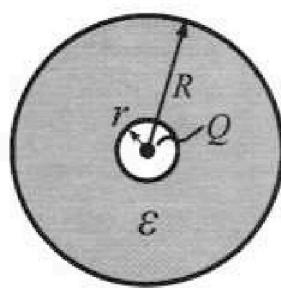
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

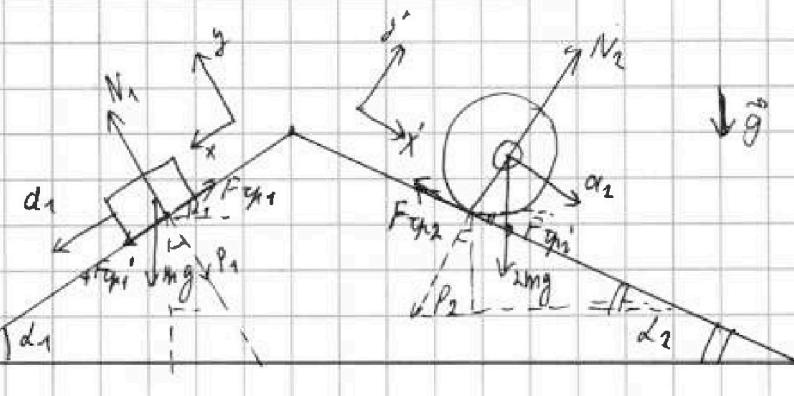
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

$$1. \alpha_1 = \frac{6g}{13}$$

$$\alpha_2 = \frac{9}{4}$$



1) 2 3 и друг друга на склоне нет:

$$\text{OK! } m\alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{T1} \Rightarrow F_{T1} = mg \sin \alpha_1 = mg \frac{3}{5} = \frac{3}{13} mg = \frac{3}{20} mg$$

2) Условие равнения свободного тела. $\sum F_x = 0 \Rightarrow$

Блок 1: $V_{\text{косинус}} = w \cdot R$; центр цилиндра движется с ускорением $a_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_{\text{косинус}} = f_2 t t$. В то же время сила трения "затрудняет" цилиндр
 двигаться: $F_{T2} = 2m \frac{d_2}{dt} \cdot R$, т.е. $wR = f_2 dt \Rightarrow w = a_2 t \cdot \frac{1}{R}$

$$F_{T2} = 2m R \frac{1}{dt} a_2 dt \cdot \frac{1}{R} = 2m a_2 = 2m \cdot \frac{9}{4} = \frac{9}{2} mg$$

3) Запишем условие равнения для кинетики:

$$\begin{aligned} & F_{T1}' \cos \alpha_1 - F_{T2}' \cos \alpha_2 + 2mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_{T3} = 0 \\ & F_{T1} \quad F_{T2} \quad |N_2| = |P_2| \quad |N_1| = |P_1| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{T3} &= \left| \frac{3}{20} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{9}{2} \cdot \frac{12}{13} mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right| = \\ &= \left| \frac{3}{25} mg - \frac{6}{13} mg + \frac{720}{169} mg - \frac{12}{25} mg \right| = \left| \frac{42}{169} mg - \frac{9}{25} mg \right| = \\ &= \frac{671}{4225} mg. \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{3}{20} mg : 2 \mid \frac{1}{2} mg \mid \sqrt{\frac{671}{4225} mg}$.

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.



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

$$2. \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} V_R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} [64p_0 V_0 + 70p_0 V_0] = \frac{3}{2} \cdot 8p_0 V_0 = 72p_0 V_0$$

Ацикл найден итальянская уравнка ($I_2 = A_{\text{цикл}}$)

$$\text{Ацикл} = \frac{5p_0 + 8p_0}{2} \cdot 6V_0 : 39p_0 V_0 - (2+8)p_0 \frac{6V_0}{2} = 39p_0 V_0 - 30p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$k = \frac{\Delta U_{12}}{\Delta \text{цикл}} = \frac{12p_0 V_0}{9p_0 V_0} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$$

2) $pV = pRT$; получим 1-2 задача таким уравнением станет с уравнкой.

$$p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0 \Rightarrow -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12p_0 V = pRT \rightarrow T_{\text{ макс}}, \text{ когда } \frac{dp}{dV} = 0$$

$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12p_0 V - \text{параметр}, \text{ когда } \frac{dp}{dV} = 0$

$$V_F = \frac{-12p_0 \cdot V_0}{-p_0} = 12V_0$$

$$T_{\text{ макс}} = -\frac{p_0 \cdot 144V_0^2}{2V_0 \cdot 12} + 144p_0 V_0 = 2 \times 6 \frac{p_0 V_0}{DR}$$

$$DR T_2 = 28p_0 V_0$$

$$\gamma = \frac{T_{\text{ макс}}}{T_3} = \frac{28p_0 V_0}{DR 28p_0 V_0} = \frac{54+8}{4}$$

$$3) \quad \eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{внешн}}} \quad \int dQ = \frac{3}{2} V_R dP + p dV \quad 1-2: p(V) = -\frac{p_0}{2V} V + 12p_0$$

$$3-1: p(V) = \frac{p_0}{2V} V + 16p_0$$

$$dQ = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad T_2' = \Delta T_2 = \frac{p_0}{2V_0} dV \quad T_1' = \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$\int dQ_{12} = -\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30p_0 dV + \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV = \left(\frac{11}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30p_0 dV \right) = C \partial dT = 0$$

~~$$Q_{12} = -\frac{11}{8} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 30p_0 V - \text{параметр}, \text{ когда } \frac{dp}{dV} = 0$$~~

~~$$V_{\text{ макс}} = -\frac{30p_0 \cdot 4V_0}{-\frac{11}{8} p_0} = \frac{96}{11} V_0$$~~

~~$$V_{12} = V_{\text{ макс}} = \Delta V_{12} = A_{12}$$~~

~~$$A_{12} = -\frac{11}{8} \frac{p_0}{V_0} \left(\frac{11}{11} V_0 - \frac{12}{11} V_0 \right)$$~~

~~$$A_{12} = -\frac{11}{8} \frac{p_0}{V_0} \left(\frac{11}{11} V_0 - \frac{12}{11} V_0 \right) = -\frac{11}{4} \frac{p_0}{V_0} V = -\frac{11}{4} \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{12}{11} V_0 = -\frac{30}{4} \frac{p_0}{V_0} V_0$$~~

$$p_1 \frac{12}{11} V_0 / = -\frac{p_0 \cdot 120}{11 \cdot 12} + 12p_0 :$$

$$= 12p_0 - \frac{60p_0}{11} :$$

$$= \frac{156-60}{11} p_0 = \frac{96}{11} p_0$$

$$p_{10} V_0 / = -p_0 V_0 + 16p_0 = 6p_0$$

$$4) \quad \Delta U_{12} = A_{12} + A_{31} = \frac{1}{2} [60p_0 V_0 - 28p_0 V_0] + 6V_0 \frac{3p_0}{2} = \frac{1}{2} \cdot 32p_0 V_0 - 9p_2 V_0 = 39p_0 V_0$$

$$A_{12} = \Delta U_{12} + A_{31} = \frac{3}{2} [60p_0 V_0 - 28p_0 V_0] + 6V_0 \frac{3p_0}{2} = \frac{3}{2} \cdot 32p_0 V_0 - 9p_2 V_0 = 39p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} [60p_0 V_0 - 28p_0 V_0] + 6V_0 \frac{3p_0}{2} = \frac{3}{2} [60p_0 V_0 - 28p_0 V_0] + 9p_0 V_0 = \frac{3}{2} [32p_0 V_0 + 9p_0 V_0] = \frac{3}{2} [41p_0 V_0] = \frac{123}{2} p_0 V_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input 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!

$$2. 3) Q_{1b} = 39 p_0 V_0$$

$$\delta Q_{12} = \frac{1}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V_0 dp = -\frac{5}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV + \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$-2 \frac{p_0}{V_0} V = -30$$

$$V = 15 V_0 - \text{заточка получила из условия } \Rightarrow \text{для первого}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) + \frac{13 p_0}{2} \cdot 6 V_0 = 12 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 51 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{12} + Q_{34}} = \frac{9 p_0 V_0}{51 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{4}{3}, 2) \frac{18}{7}, 3) 0,1$$

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



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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

1) Внешняя часть шара радиусом R заряжена зарядом Q .
При $x \geq R$ напряженность связана как от точечного заряда Q :
члене шара, то для сферической симметрии получим выражение
 $E = \frac{kQ}{r^2}$. Вне R напряженность определяется как от точечного заряда: $E_{(x>R)} = \frac{kQ}{x^2}$

$$2) -\frac{d\varphi}{dx} = E_x \quad \text{1) сферич. } \varphi = \int_{\infty}^{\rho} E dx = \int_{R}^{\infty} \frac{kQ}{r^2} dr$$

$$\varphi_R - \varphi_{\infty} = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_R = \frac{kQ}{R}$$

$$2) \text{ Внутри шара} \quad \varphi = \int_{R}^{x} \frac{kQ}{r^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$$

$$\varphi_x - \varphi_R = -\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\varphi_x = \varphi_R + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$|\varphi|_{0 \rightarrow R} = \frac{kQ}{R} + \frac{6kQ}{5\epsilon R} - \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{4kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon} \right)$$

$$3) \quad \varphi_{(x=R)} = \varphi_R = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_{(\frac{R}{3})} = \varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{9kQ}{2\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{4kQ}{3R} + \frac{12kQ}{5\epsilon R} - \frac{4kQ}{3\epsilon R}$$

$$\frac{1kQ}{3R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{8kQ}{5\epsilon R} \quad | \cdot \frac{\epsilon R}{kQ}$$

$$\epsilon + \frac{5}{2} = 8 \Rightarrow \epsilon = 5,5$$

$$\text{Отвр: 1) } \frac{kQ(5\epsilon+1)}{R}, 2) 5,5.$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

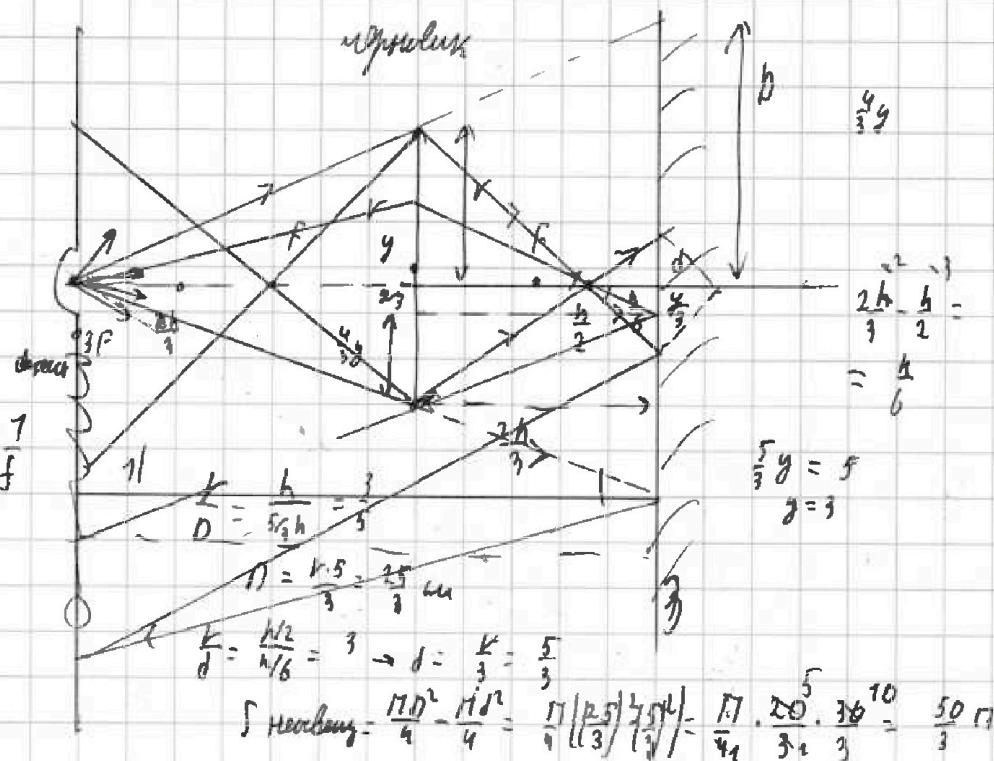
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5.

$$F = \frac{1}{3}$$

$$V = 5 \text{ см}$$

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





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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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. 1) Изменение магнитного поля в проводящем контуре,

приводит к появлению эдс индукции: $\mathcal{E} = \mathcal{B}I_n$; $\mathcal{E}_i = \left| \frac{d\mathcal{B}}{dt} \right| = \frac{d\mathcal{B}}{dt} I_n$

Контактные единичные падения можно, поэтому: $\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$ (при этом магнитный поток сохраняется)

$$2I_n : 17L \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2I_n}{17L} \quad \left(\frac{d\mathcal{B}_2}{dt} = 0 = \frac{d\mathcal{B}_{11}}{dt} + \frac{d\mathcal{B}_{12}}{dt} \right)_{R=0}$$

2) При изменении внешних М.П. эдс индукции будут получены

здесь вектора скрещены $\Rightarrow \mathcal{E}_2 = |\mathcal{E}_{12} - \mathcal{E}_{11}|$ $\mathcal{E}_{12} = \left| I_n \frac{d\mathcal{B}_1}{dt} \right|$; $\mathcal{E}_{11} = \left| I_n \frac{d\mathcal{B}_2}{dt} \right|$

$$\mathcal{E}_{12} = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt} \quad (R=0, здесь потенциал - не пользуясь)$$

$$I_n \left(\frac{d\mathcal{B}_1}{dt} - \frac{d\mathcal{B}_2}{dt} \right) = 17L \frac{dI}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$\Rightarrow I \cdot 17L = I_n \left(4 + \frac{5}{4}B_0 - \frac{5}{3}B_0 \right) = \frac{7}{3}B_0 \cdot I_n$$

$$I = \frac{\frac{7}{3}B_0 \cdot I_n}{57L}$$

Ответ: 1) $\frac{2I_n}{17L}$; 2) $\frac{7B_0 I_n}{57L}$.



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.

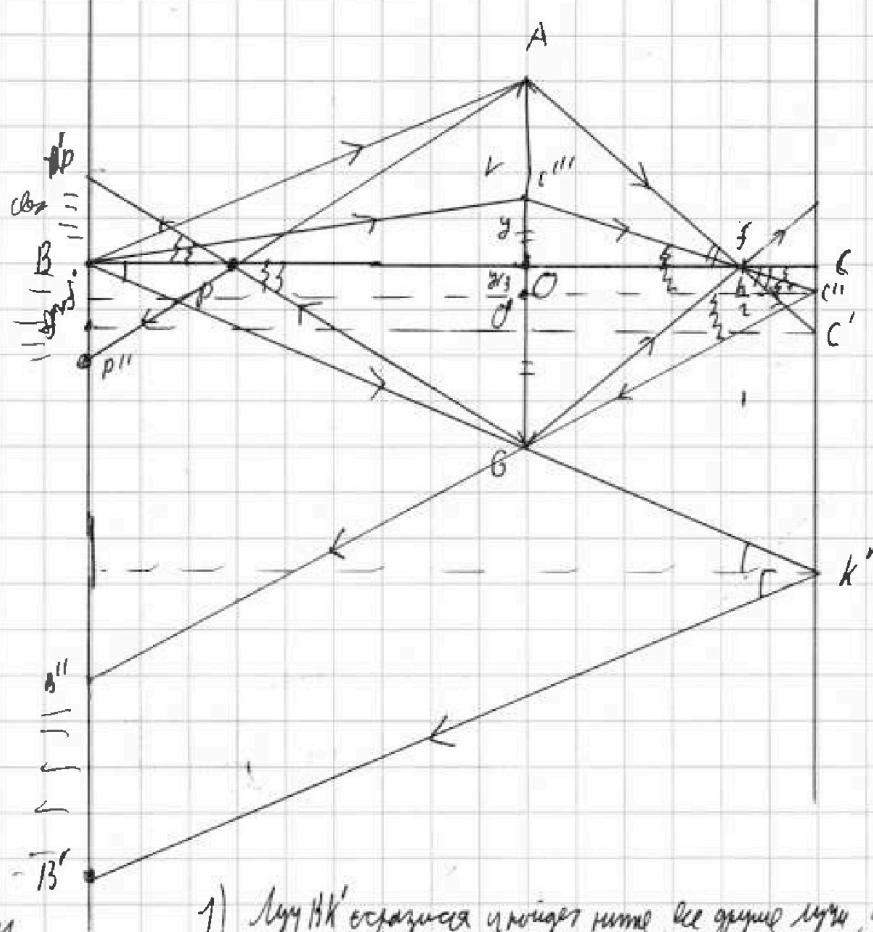
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

5.

3



Решение:

1) Нужна K' отразится и пойдет выше, все другие лучи, исходящие выше, будут отбрасываться, что выше A'K' (именно такси-ко ВС)

2) Найдем луч, который после преломления в зеркале, пойдет через край линзы отражатку G)

$$1. \text{ Точка } C''O = y, \text{ тогда } C'' = \frac{y}{3} \text{ из условия } \triangle O + \text{ч} \triangle C''.$$

$$2. \triangle O = y + \frac{4}{3}y = \frac{7}{3}y \quad OG = OD + DG = \frac{y}{3} + \frac{4}{3}y = \frac{5}{3}y = L \Rightarrow y = 3 \text{ см}$$

$$3. \text{ Из условия } \triangle O'G \text{ и } \triangle C''G: \quad O'G = \frac{4}{3}y = \frac{4}{3} \cdot 3 = 4 \text{ см}$$

$$\frac{s'B''}{OG} = \frac{s'h}{y} \Rightarrow s'B'' = OG \cdot \frac{s'h}{y} = 4 \cdot \frac{5}{3} = \frac{20}{3} \text{ см} = 10 \text{ см}$$

$$BB'' = Bd' + s'B'' = y + 10 \text{ см} = 13 \text{ см}$$

3). Чему равен горизонтальный зазор, созданный от зеркала?

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{y} + \frac{1}{p} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{3}{h} - \frac{3}{2h} = \frac{3}{2h} \Rightarrow p = \frac{2}{3}h.$$

Чему равен угол РОБ и РРГ?

$$\frac{PO}{PR} = \frac{OB}{RB'} = \frac{\frac{2}{3}h}{\frac{5}{3}h} = \frac{2}{5} \Rightarrow PR = 2,5 \text{ см}$$

$$4) S_{\text{шар}} = S_{\text{шар}} - S_{\text{пр}}: \pi \cdot r^2 - \pi \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \pi \cdot \frac{17}{4} \cdot \frac{36 \times 4}{2} = 68 \pi \text{ см}^2 \text{ Ответ: } 66 \frac{2}{3} \pi \text{ см}^2; 218 \pi \text{ см}^2.$$

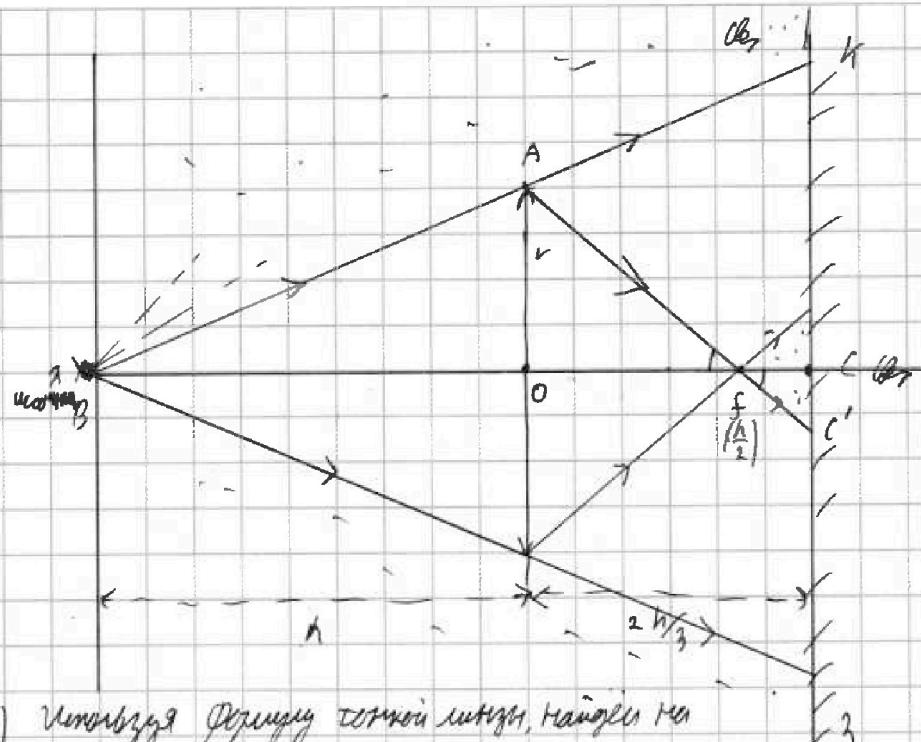
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

5.



1) Найдите формулу длины линии, найдите на каком расстоянии находится изображение источника?

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$$

2) Пусть луч, проходящий через вершину линзы, Т.к. это изображение линз, то одна прямая не проходит, а другая падает в изображение. Все лучи, идущие к нам, попадут в сечение CC'.

Нарисуйте симметрично оси-то ОС. $f = -\frac{1}{2} + \frac{2h}{3} = \frac{h}{6}$

3) Угл нодов $\angle AOf$ и $\angle F'C'$: $\frac{h/2}{h/6} = \frac{L}{CC'} \Rightarrow CC' = \frac{L}{3}$

Касательная к окружности Осевая линза $S_1 = \frac{\pi r^2}{9}$

4) Угл нодов $\angle BAO$ и $\angle AKC$:

$$\frac{h}{6h} = \frac{r}{KC} \Rightarrow KC = \frac{5}{3}r \Rightarrow S_2 = \frac{\pi 25r^2}{9}$$

$$S_{\text{недоб}} = S_2 - S_1 = \frac{24\pi r^2}{9} = \frac{24 \cdot 25\pi r^2}{9} = \frac{200}{3} \pi r^2$$



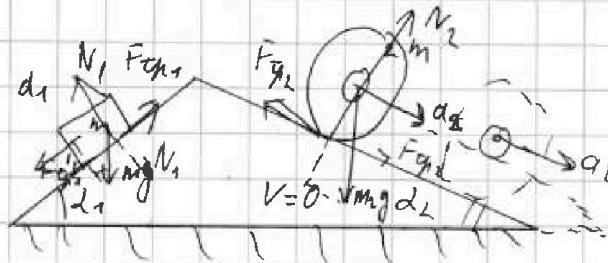
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$\begin{aligned} \sin d_1 &= \frac{4}{5} \\ \sin d_2 &= \frac{2}{3} \end{aligned}$$



$$d_2 = \frac{\pi}{6}$$

чертежик

$$ma_1 = mg \sin d_1 - F_{g1}$$

$$1) F_{g1} = mg \sin d_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{4}{5} - m \frac{2}{3} = \frac{mg \cdot 76 - 5}{20} = \frac{mg \cdot 11}{20}$$

$$2) \text{Скорость при приведении} \Rightarrow A_{Fg1} = 0 \text{ и } V_{\text{конец}} = 0$$

$$-F_{g2} + m_2 g \sin d_2 = m_2 a_2 \quad V_2 = m_2 g \cos d_2$$

$$F_{g2} = m_2 g / 2 \sin d_2 = m_2 g \sin d_2 - F_{g1}$$

Вложение 1-2

$$P = -\frac{3}{6} R^2 \cdot V + 12 P_0$$

$$P = -\frac{1}{2} R^2 \cdot V + 12 P_0$$

$$W = C^2 \cdot \frac{m \cdot \frac{1}{2}}{C^2}$$

(3) Текущее давление подсчитать.

2.

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$$

$$2) T_{\max 12}$$

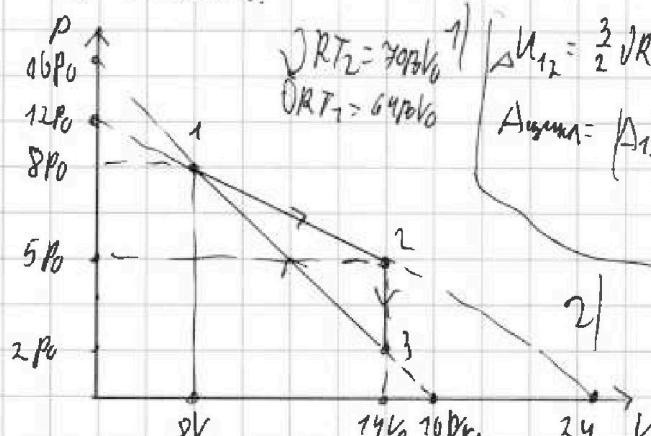
$$3) \eta ?$$

$$V R T_3 = 28 P_0 V_0$$

$$T_3 = \frac{28 P_0 V_0}{V R}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7} \quad \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{R} \cdot V + 12 P_0 \right) \cdot V = V R T$$

$$T_{\max} = T_1 = \frac{64 P_0 V_0}{7 R}$$



$$V R T_2 = 16 P_0 V_0$$

$$V R T_1 > 12 P_0 V_0$$

$$F_{g2} = 2 m_2 \frac{d\omega}{dt} R = 2 m_2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{m_2 g}{2}$$

$$\begin{aligned} 1) U_{12} &= \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{7} P_0 V_0 = \frac{12}{7} P_0 V_0 \\ 2) A_{13} &= (A_{12}) / (A_{13}) = (V_0 + 5 P_0) \cdot 6 V_0 = \\ &= 3 V_0 + 30 P_0 = 39 P_0 V_0 \end{aligned}$$

$$T/V = -\frac{P_0 \cdot V^2}{V R R} + \frac{12 P_0 V}{V R} - \text{направо, если } \frac{d}{dx} > 0$$

$$T_{\max} \text{ при } T = T_{\max} \quad V_{\max} = \frac{-b}{2a} = \frac{-12 P_0 V_0 / R}{V R / 2 - P_0} = 6 V_0 \Rightarrow \text{условие } T_{\max}$$

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!

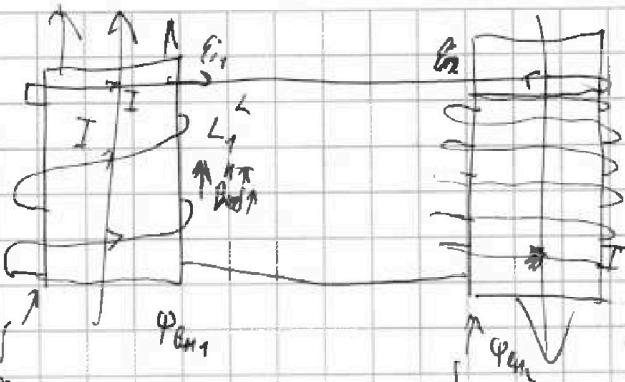
$$L_1 = L \quad \text{чертёж}$$

$$L_2 = 10L$$

$$n_1 = n \\ n_2 = 4n$$

$$\frac{\partial B}{\partial t} = 2$$

Реш



$$L_2 = 10L$$

$$n_2 = 4n$$

$$\Phi = \Phi_{Bm}$$

$$E_1 = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{S_n dB}{dt} = S_n dI$$

$$\Phi = \Phi_B + \Phi_{Bm}$$

Внешний магнит

$$E_{12} = S_{nd} = L \frac{dI}{dt} + 10L \frac{dI}{dt} = 11L \frac{dI}{dt}$$

$$O: \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi_B}{dt} + \frac{d\Phi_{Bm}}{dt} = \frac{S_n dB}{dt} + \frac{L dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{S_n dI}{11L}$$

$$\frac{d\Phi_{Bm}}{dt} = - \frac{d\Phi_{Bm}}{dt}$$

2)

$$E_{12} + E_2 = 0$$

$$E_{12} = E_2$$

$$E_{12} = S_n \frac{dB}{dt}$$

$$S_{nd} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi \neq I$$

$$E_{12} = S_{nd} \frac{dI}{dt}$$

$$E_2 = S_n \left(- \frac{d\Phi_B}{dt} + \frac{d\Phi_{Bm}}{dt} \right) = L \frac{dI}{dt} + 10L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{12B_0}{4} - \frac{9B_0}{4} = \frac{3}{4} B_0$$

$$S_n (4B_0 - 3B_0) = 17L \cdot I$$

$$I = \frac{S_n}{17L} \left(4 \cdot \frac{3}{4} B_0 - \frac{2}{3} B_0 \right) = \frac{5n^2}{51L} B_0$$



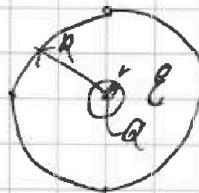
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

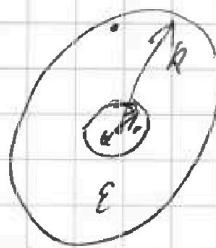
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.



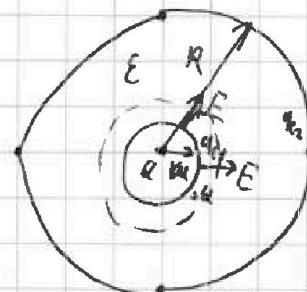
чертежик

$$P \\ x = \frac{R}{r}$$



$$\text{Решение:} \\ \varphi = \frac{kQ}{r}$$

$$E = E \cdot 4\pi R^2$$



$$\varphi_{ext} - \varphi_{int} = 0$$

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

$$E' = \frac{kQ}{R^2}$$

$$-\frac{dP}{dx} = E$$

$$dP = Edx$$

$$d\varphi = -E \cdot dx$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)' = \left(r^{-1}\right)' = -\frac{1}{r^2}$$

$$r^2$$

$$\Delta \varphi = - \int_{R}^{r} \frac{kQ}{x^2} dx$$

$$\Delta \varphi = -kQ \cdot \frac{1}{r} = \frac{kQ}{r}$$

$$\varphi_{ext} - \varphi_{int} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{r} = \frac{kQ(1 - \frac{1}{r})}{R} = \frac{kQ(1 - \frac{1}{R})}{R} =$$

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

$$= \frac{kQ \cdot 6}{R \cdot 58}$$

$$\frac{671}{4225}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 25 \\ \hline 210 \\ + 84 \\ \hline 1030 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 6 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 9 \\ \hline 1321 \\ + 169 \\ \hline 1521 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ + 334 \\ \hline 4225 \end{array}$$



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!

для процесса 1-2: $\dot{V}_0 = \frac{5}{3} \cdot 14 = 15 \Rightarrow$ подаётся на

$$V_0 \cdot 18 \cdot \frac{5}{8} = 10$$

$$\delta Q_{12} = V R dT + p dV$$

$$p n = -\frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot V + n_2 p_0$$

$$V R dT = p dV + V dP$$

$$\delta Q_{12} = 2 p dV + V dp =$$

$$dp = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$= 2 \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + n_2 p_0 \right) dV + V \cdot -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV = -\frac{p_0}{V_0} V dV + 2 n_2 p_0 dV - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV =$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 2 n_2 p_0 dV$$

$$Q_{12} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \frac{1}{2} V^2 + 2 n_2 p_0 V = -\frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 2 n_2 p_0 V$$

$$n = \frac{A}{a_m}$$

$$p_{11} = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + n_2 p_0 \quad Q' = 0 = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 2 n_2 p_0 \rightarrow V = \frac{2 \cdot 14}{5} V_0 = 16 V_0 - \text{подогр}$$

$$dP = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$Q_{23} = 100\% \text{ подогр}$$

Q_{23} - неизв

$$\delta Q_{23} = V R dT + p dV = 2 p dV + V dp = -2 \frac{p_0}{V_0} dV + 32 p_0 dV - \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$Q_{23} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 32 p_0$$

$$Q_{23} = 0 = -\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 32 p_0 \Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{2}{3} = V_0 \cdot 10 \frac{2}{3} - \text{сжато}$$

затем разогреть

\Rightarrow от $14 V_0$ до $10 \frac{2}{3} V_0$ - разогреть

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ 18 \quad | \quad 3 \\ \hline 20 \\ 18 \quad | \quad 6 \\ \hline 2 \end{array}$$