



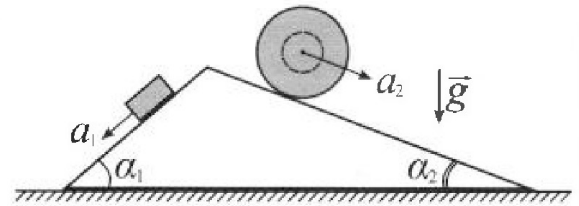
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

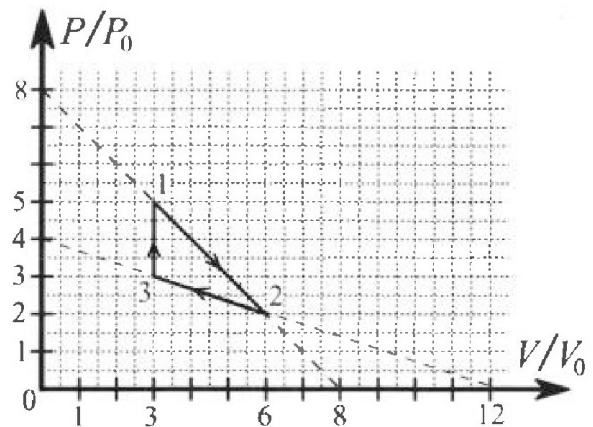


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

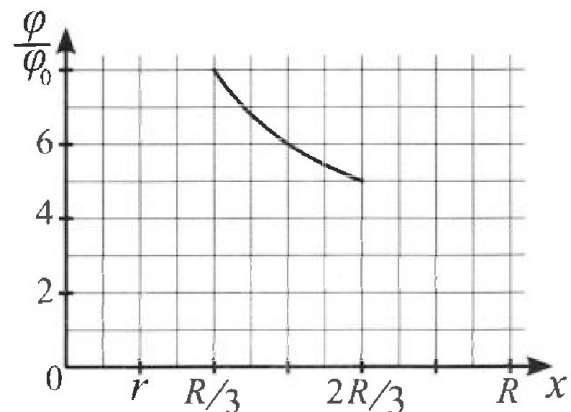
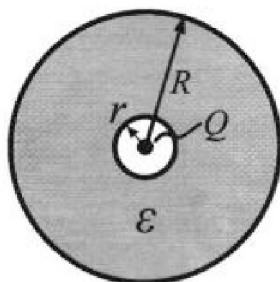
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





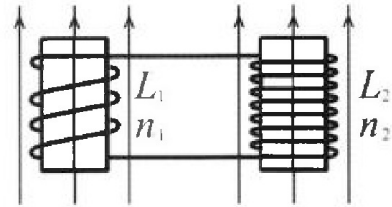
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

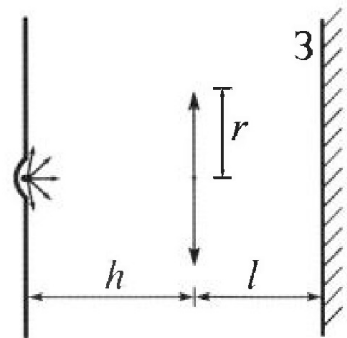


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ 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

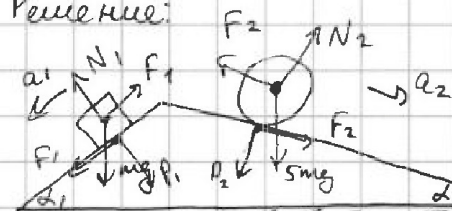
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1
Дано:

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{4g}{17} \\ a_2 &= \frac{8g}{25} \\ \sin d_1 &= \frac{3}{5} \\ \cos d_1 &= \frac{4}{5} \\ \sin d_2 &= \frac{8}{17} \\ \cos d_2 &= \frac{15}{17} \\ m, 5m \end{aligned}$$

F_1, F_2, F_3

Решение:



УСЛ - Земля, брус и шар можно считать материальными точками.

По II ЗН. $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$a_1: m, g \sin d_1 - F_1 = m, a_1$$

$$1) F_1 = m, (g \sin d_1 - a_1) = m, (g \cdot \frac{3}{5} - \frac{4g}{17}) = m, g \cdot \frac{16}{85}$$

$$a_2: m, g \sin d_2 - F_2 = m, a_2 \Rightarrow$$

$$2) F_2 = m, (g \sin d_2 - a_2) = 5m, (g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8g}{25}) = m, g \cdot \frac{64}{85}$$

3) Клин покоится $\Rightarrow$ в пр-ии на горизонт. оси сумма сил равна 0.

По II ЗН. $|\vec{N}_1| = |\vec{P}_1|$

$$\vec{N}_1: N_1 = m, g \cos d_1 = m, g \cdot \frac{4}{5} = P_1$$

$$\vec{N}_2: N_2 = m, g \cos d_2 = 5m, g \cdot \frac{15}{17} = \frac{75}{17} m, g = P_2$$

В пр-ии на горизонт. оси:

$$F_3 + F_1 \cos d_1 - P_1 \sin d_1 + P_2 \sin d_2 - F_2 \cos d_2 = 0$$

$$F_3 + \frac{16}{85} m, g \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} m, g \cdot \frac{3}{5} + \frac{75}{17} m, g \cdot \frac{8}{17} - m, g \cdot \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} = 0$$

$$F_3 - m, g \cdot \frac{4 \cdot 35}{17 \cdot 25} + m, g \cdot \frac{3 \cdot 136}{17 \cdot 17} = 0$$

$$F_3 + \frac{15}{17} m, g - \frac{28}{17 \cdot 5} m, g = 0 \quad F_3 = -\frac{42}{85} m, g \Rightarrow \text{направлена влево}$$

Ответ: 1) вверх по склону $F_1 = \frac{16}{85} m, g$

2) вверх по склону $F_2 = \frac{64}{85} m, g$

3) горизонтально влево $F_3 = \frac{42}{85} m, g$



1 2 3 4 5 6 7

☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

N 2

Дано:

$i = 3$

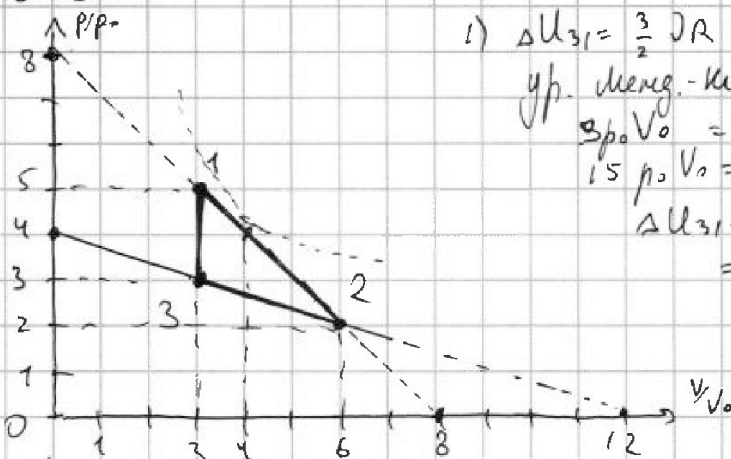
p_0, V_0

$\frac{\Delta U_{31}}{A}$

$T_{12 \max}$

η

Решение:



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_3)$$

$$\text{ур. Менг.-Кан.: } pV = JRT$$

$$3p_0 V_0 = JRT_3$$

$$15 p_0 V_0 = JRT_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 3 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$A = \frac{2 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{18 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 6$$

$$2) T_2 = \frac{12 p_0 V_0}{J R} \quad T_{\max} \text{ в точке макс. температуры. } pV = \max$$

$$p/p_0 = 8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 8 p_0 - \frac{1}{3} \frac{p_0 V}{V_0} \quad pV = (8 p_0 - \frac{1}{3} \frac{p_0 V}{V_0}) V =$$

$$= 8 p_0 V - \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} V^2 = \max \quad \text{у-ия имеет вид параболы ветвями вверх}$$

$$\Rightarrow \max \text{ достигается в точке } V = \frac{8 p_0 V_0}{\frac{2}{3} \frac{p_0}{V_0}} = \frac{12 p_0 V_0}{2 p_0} = 6 V_0$$

$$\Rightarrow T_{\max} \text{ в точке } 2 \Rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_2} = 1$$

$$p/p_0 = 8 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 8 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \Rightarrow pV = (8 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}) V = 8 p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2$$

- параболы ветвями вниз $\Rightarrow \max$ достигается в точке

$$V = \frac{8 p_0 V_0}{\frac{2 p_0}{V_0}} = 4 V_0 \quad T_{\max} = \frac{8 p_0 \cdot 4 V_0}{J R} = \frac{32 p_0 V_0}{J R} \Rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

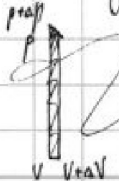
$$3) \eta = \frac{A}{Q_1} \quad A = 3 p_0 V_0 \text{ из п.1. } Q = Q_{31} + Q_{12} \text{ где } Q_{12} - \text{ кол-во}$$

теплоты, полученное газом в процессе 1-2.

Чтобы найти это кол-во теплоты, нужно найти точку макс. энтропии

$$p = 8 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \quad pV^{\gamma} = \text{const.} \quad \gamma = \frac{5}{3} \text{ для одноатомного газа } (\frac{i+2}{2})$$

$$\text{вблизи т. макс. } Q = 0. \quad A + \Delta U = 0. \Rightarrow (p + \Delta p) \Delta V + \frac{3}{2} J R (T_1 - T_2) = 0$$



$$(p + \Delta p) \Delta V = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_2)$$

$$p \Delta V + \Delta p \Delta V = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} J R (T_1 - T_2)$$

$$\frac{5}{2} p \Delta V - \frac{3}{2} V \Delta p = 0 \quad 5p - 3V \frac{\Delta p}{\Delta V} = 0 \quad 5p - 3 \frac{p_0}{V_0} V = 0$$



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.

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!

Найдем такую точку в процессе 1-2, что $Q_{\max}$
Далее после этой точки $Q \downarrow \Rightarrow$ кин. излучения уже
уменьшается.

$$\begin{aligned} Q &= \frac{(5p_0 + p)(V - 3V_0)}{2} - \frac{3}{2}(pV - 15p_0V_0) = \\ &= \frac{1}{2}[(15p_0 - V^2 p_{V_0}^2)(V - 3V_0) + 3(8p_0 - V^2 p_{V_0}^2)(V - 15p_0V_0)] = \\ &= \frac{1}{2}(13p_0V - 33p_0V_0 - V^2 p_{V_0}^2 + 5Vp_0 + 24p_0V - 3V^2 p_{V_0}^2 - 45p_0V_0) = \\ &= \frac{1}{2}p_0(37p_0V - 84p_0V_0 - 4V^2 p_{V_0}^2) = \frac{1}{2}p_0(-\frac{4V^2}{V_0} + 37V - 84p_0V_0) \end{aligned}$$

(подставим $p = 8p_0 - V^2 p_{V_0}^2$)

$$Q_{\max} \text{ в точке } V = \frac{-37}{-\frac{8}{V_0}} = \frac{37}{8}V_0 \quad p = 8p_0 - \frac{37}{8}p_0 = \frac{27}{8}p_0$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } Q_n &= A + \Delta U = \frac{5p_0 + \frac{27}{8}p_0}{2} \left(\frac{37}{8}V_0 - 3V_0 \right) + \frac{3}{2} \left(\frac{37}{8}V_0 \cdot \frac{27}{8}p_0 - 15p_0V_0 \right) \\ &= \frac{\frac{67}{8}p_0 - \frac{13}{8}V_0}{2} + \frac{3}{2} \frac{27 \cdot 37}{8 \cdot 8} p_0V_0 - \frac{3}{2} \cdot 15p_0V_0 = \frac{871 p_0V_0}{64 \cdot 2} + 39 \cdot \frac{3}{2} p_0V_0 = \\ &= \left(\frac{871}{64 \cdot 2} + 58,5 \right) p_0V_0 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{3p_0V_0}{\left(\frac{871}{64 \cdot 2} + 58,5 \right) p_0V_0} = \frac{3 \cdot 64 \cdot 2}{8359} = \frac{384}{8359}$$

$$\text{Ответ: 1) 3} \quad 2) \frac{4}{3} \quad 3) \frac{384}{8359}$$



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!

N3

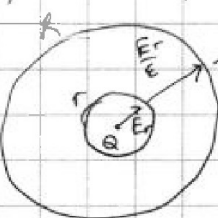
Дано:

r, R, Q

$\varphi(x)$
 φ_0

Решение:

1) Так как мы знаем формулу, то



при $x \leq r$: $\varphi = \frac{kQ}{x}$

при $x \in (r; R)$: $\varphi = \frac{kQ}{x}$

т.к. $\varphi = Ex$,
Е одинаково во всех частях

при $x \geq R$: $\varphi = \frac{kQ}{x}$

2) при $x = \frac{3R}{4}$

$$\varphi = \frac{4kQ}{3R}$$

← Ответ

так как $x > r$

т.к. $r < \frac{3}{4}R$ по условию.

и $\varphi = \frac{4kQ}{3R}$ если $x \leq r$

2) В известном случае

$$\varphi = \frac{4kQ}{3R\epsilon}$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{4kQ}{3R\epsilon\varphi_0}$$

у графика $r = \frac{R}{2}$

при $x = \frac{R}{3}$:

$$\delta = \frac{kQ}{\frac{R}{3}\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{3kQ}{R\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \frac{kQ}{R} = \frac{8\epsilon\varphi_0}{3}$$

при $x = \frac{R}{2}$:

$$\delta = \frac{kQ}{\frac{R}{2}\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{2kQ}{R\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{kQ}{R\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \frac{kQ}{R} = 3\epsilon\varphi_0$$

при $x = \frac{2R}{3}$:

$$\delta = \frac{kQ}{\frac{2R}{3}\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{3kQ}{2R\epsilon\varphi_0}$$

$$\Rightarrow \frac{kQ}{R} = \frac{10\epsilon\varphi_0}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{kQ}{R} = \frac{10\epsilon\varphi_0}{3}$$

2) Проанализируем график

$$\varphi - \varphi_0 = E \cdot d \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{E}{\epsilon} \cdot \left(\frac{3R}{4} - \frac{R}{2} \right)$$

$$\delta = \frac{a}{R/2} + b$$

$$\Rightarrow a = 2R \Rightarrow b = 6 - 4R$$

$$2 \delta = \frac{a}{R/3} + b$$

$$\text{Проверим при } \delta = \frac{2R}{2R/3} + 6 - 4R = 3 + 6 - 4R$$

$$-4 = -4R$$

$$\varphi_0 = \frac{2R}{x} + 6 - 4R$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x \varphi_0} = \frac{2R}{x} + 6 - 4R$$

Ответ: 1) $\frac{4kQ}{3\epsilon R}$



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.

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:

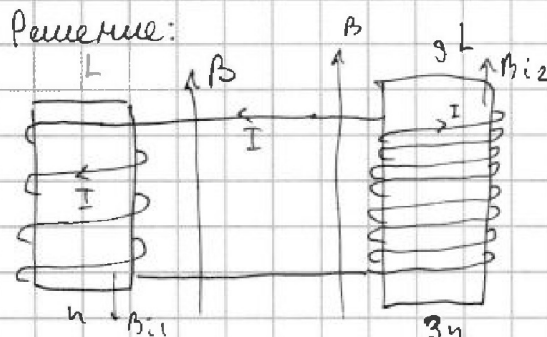
$L; gL$

$n; 3n$

$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = ?$

$I = ?$

Решение:



$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha \quad (\alpha > 0)$$

$$\text{Поток } \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} S = -\alpha S$$

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{\alpha S}{L}$$

$$2) B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3} \quad \frac{B_0}{S} \rightarrow \frac{B_0}{12}$$

$$B_{i1} = \frac{\mu_0 I}{2R} n \rightarrow B_{i1} = \frac{\mu_0 I n}{2\sqrt{\frac{S}{\pi}}}$$

$$S = \pi R^2$$

$$B_{i2} = \frac{3\mu_0 I n}{2\sqrt{\frac{S}{\pi}}} \quad \mu_0 - \text{постоянная}$$

B_i направ. вверх для поддержания внешнего убывающего маг.

Закон сохранения потока: $\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2$

$$\Phi_{10} = \Phi_{20} = 0$$

Так контур состоит только из катушек, т.е. сверхпроводящий, вып. закон сохранения потока.

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} + 3L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{12} B_0 n S + 3n \frac{B_0}{12} S = \frac{2}{3} B_0 n S + \frac{B_0 - 3n}{12} S + \frac{\mu_0 I n S}{2R} + \frac{\mu_0 I 3n S}{2R}$$

$$\frac{1}{12} B_0 n S = \frac{\mu_0 I n S}{2R} \Rightarrow I = \frac{B_0 R}{6\mu_0} = \frac{B_0 S \sqrt{\frac{S}{\pi}}}{6\mu_0 n S}$$

Ответ: 1) $\frac{\alpha S}{L}$ 2) $\frac{B_0 \sqrt{\frac{S}{\pi}}}{6\mu_0}$



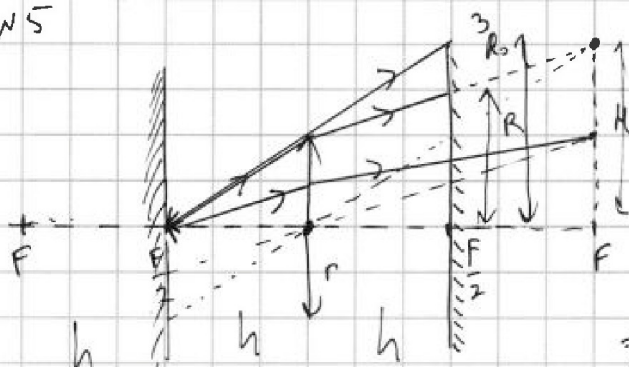
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

N5



$$F = 2h. \quad r = 2\text{ см.}$$

1) Построим ход лучей в линзе, с помощью побочной оптической оси. Лучи пройдут через побочные фокусы. По подобия треугольников

$$\frac{F}{F/2} = \frac{H}{r} \Rightarrow H = 2r \Rightarrow R = \frac{H/2}{\frac{1}{2}} + \frac{H}{2} = \frac{3}{2} H = \frac{3}{2} r = 3\text{ см.}$$

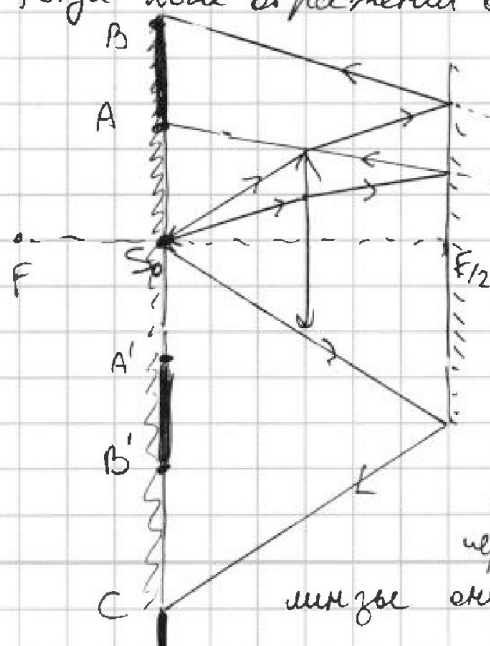
Круг такого радиуса образуют прошедшие через линзу лучи. Лучи, прошедшие мимо линзы, будут не преломляться, и покрывают всю площадь, кроме окр. $R_0 = 2r = 4\text{ см}$ (т.к. у подобия $\Delta: \frac{R_0}{r} = \frac{2h}{h} \Rightarrow R_0 = 2r$. Тогда освещ. площадь будет

$$S = \pi R_0^2 - \pi R^2 = \pi (R_0^2 - R^2) = \pi (16 - 9) \text{ см}^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

2) После отражения от зеркала часть лучей повторно пройдет через линзу, ~~часть~~ часть — нет. Лучи, попадающие на зеркало после прохождения через линзу, идут из "источника", расположенного в ~~зеркале~~ ~~фокусе~~ ~~линзы~~ переднем фокусе линзы. Это можно доказать по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F/2} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{F} - \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = F.$$

Тогда после отражения в зеркале лучи пойдут из "двойного фокуса" за зеркалом.



Участок AB и ~~образует~~ ~~рассеивает~~ ~~лучи~~ ~~освещает~~ ~~лучи~~ ~~прошедшие~~ ~~через~~ ~~линзу~~ ~~зеркало~~ ~~и~~ ~~мимо~~ ~~линзы~~

лучи, ~~не~~ ~~прошедшие~~ ~~через~~ ~~линзу~~, ~~не~~ ~~освещают~~ ~~всю~~ ~~площадь~~, ~~кроме~~ ~~круга~~ ~~с~~ ~~радиусом~~ ~~S_0~~ .

лучи, после отражения в зеркале прошедшие через линзу, идут из S_1 . По формуле тонкой линзы они собираются в: $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2F$



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!

итт - итриховкой
показаны освещ. части
стены.

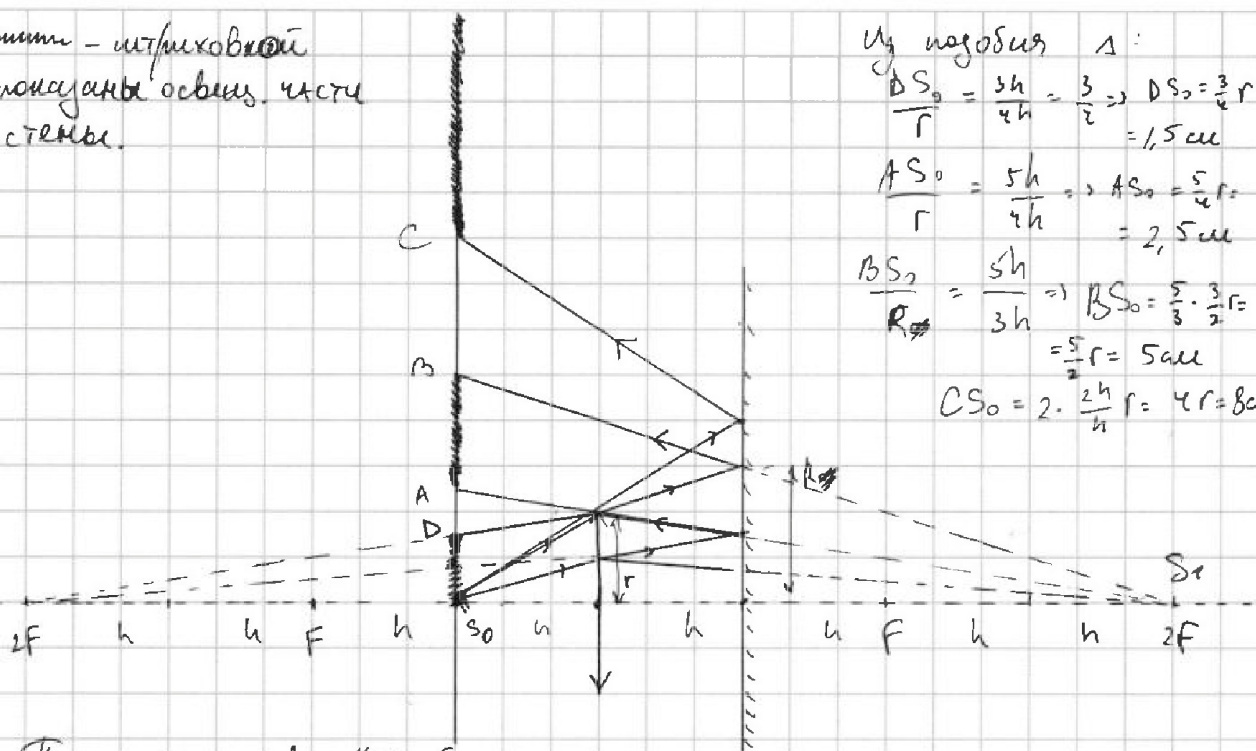
из подобия Δ :

$$\frac{DS_0}{r} = \frac{sh}{4h} = \frac{3}{2} \Rightarrow DS_0 = \frac{3}{2}r = 1,5 \text{ см}$$

$$\frac{AS_0}{r} = \frac{sh}{4h} \Rightarrow AS_0 = \frac{5}{4}r = 2,5 \text{ см}$$

$$\frac{BS_0}{R} = \frac{sh}{3h} \Rightarrow BS_0 = \frac{5}{3} \cdot \frac{3}{2}r = \frac{5}{2}r = 5 \text{ см}$$

$$CS_0 = 2 \cdot \frac{2h}{h}r = 4r = 8 \text{ см}$$



Площадь освещенной части:

$$S = \pi(AS_0^2 - DS_0^2) + \pi(BS_0^2 - CS_0^2) = \pi(2,5^2 - 1,5^2) + \pi(5^2 - 8^2) = \pi(6,25 - 2,25) + \pi(25 - 64) = 43\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 1) $4\pi \text{ см}^2$ 2) $43\pi \text{ см}^2$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☒

СТРАНИЦА

из

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

$$5(p_0 - V_0^2) + 3V_0^2 = 0$$

$$40p_0 - 5V_0^2 + 3V_0^2 = 0 \rightarrow 40 = 2 \frac{V_0^2}{p_0} \Rightarrow V = 20V_0$$

$$\frac{5}{2} p \Delta V - \frac{3}{2} V \Delta p + \frac{4p \Delta V}{2} = 0$$

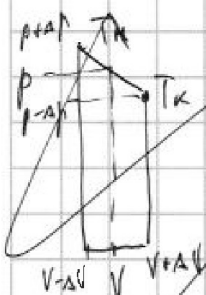
$$5p \Delta V - 3V \Delta p + 4p \Delta V = 0 \quad | : \Delta V$$

$$8p - 3V \frac{\Delta p}{\Delta V} + 4p = 0$$

$$5p + 3V \frac{p_0}{V_0} + 4p = 0$$

$$40p_0 - 5V_0^2 + 3V_0^2 + 4p = 0$$

$$20 \quad 40p_0 - 2V_0^2 + 4p = 0$$



$$Q=0=A+\Delta U \quad A: (p+\Delta p)(V+\Delta V) - pV = 2p\Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (pRT_K - pRT_A) = \frac{3}{2} [(V+\Delta V)(p+\Delta p) - (pV)] =$$

$$= \frac{3}{2} (pV - V\Delta p + p\Delta V + \Delta p\Delta V - pV) =$$

$$= \frac{3}{2} (-V\Delta p + p\Delta V + \Delta p\Delta V) = \frac{3}{2} (2p\Delta V - 2V\Delta p)$$

$$= 3(p\Delta V - V\Delta p)$$

$$A + Q = 0 \quad A + \Delta U = 0 \quad 2p\Delta V + 3p\Delta V - 3V\Delta p = 0$$

$$5p\Delta V - 3V\Delta p = 0 \quad | : \Delta V$$

$$5p - 3V \frac{\Delta p}{\Delta V} = 0$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta V} = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$5(p_0 - p_0 \frac{V_0}{V_0}) + 3V_0^2 = 0$$

$$40p_0 - 5p_0 \frac{V_0}{V_0} + 3V_0^2 = 0 \quad 40p_0 = 2V_0^2 \frac{p_0}{V_0}$$

$$V = 20V_0$$

точка АС. $b \quad 5, 75V_0; \quad p = 2, 25p_0$

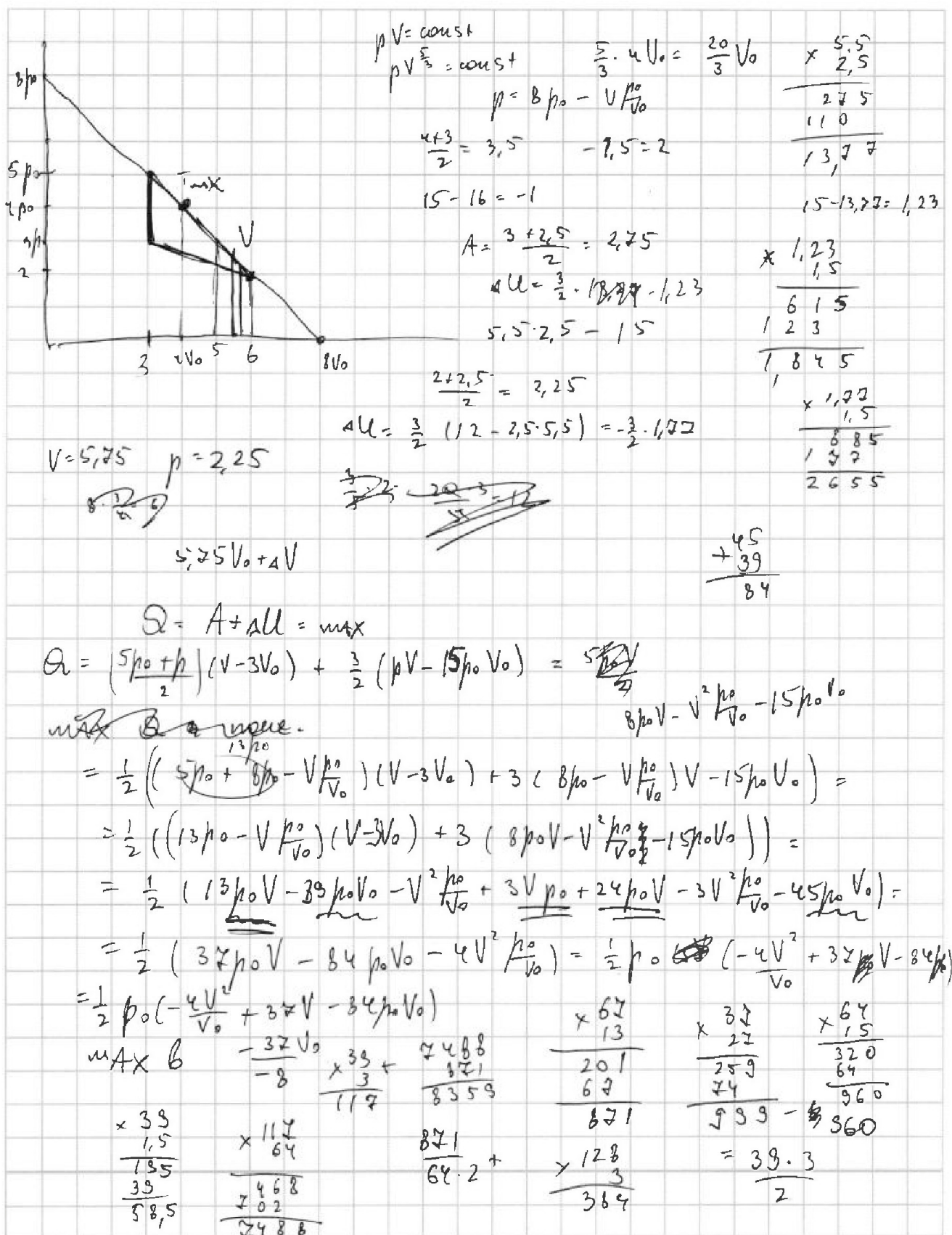


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{R}{3} + \frac{R}{6} = \frac{R}{2}$$

$$1 + 1 = 2$$

$$\frac{2^{14}}{3} + \frac{1^{13}}{4} = \frac{8+3}{12} = \frac{1}{12}$$

$$-\frac{1}{2} + \frac{3}{2} =$$

~~ЛИНКА~~

$$\frac{u_a}{\left(\frac{R}{3} - \frac{R}{6}\right) \varepsilon \varphi_0} = 8$$

$$\frac{6 u_a}{R \varepsilon \varphi_0} = 8$$

$$\frac{u_a}{R} = \frac{4 \varepsilon \varphi_0}{3}$$

$$\frac{u_a}{\left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{6}\right) \varepsilon \varphi_0} = \frac{2 u_a}{R \varepsilon \varphi_0} = 5$$

$$\frac{\frac{4}{6}}{\frac{1}{6}} - \frac{1}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\begin{cases} 6 = \frac{a}{R/2} + b \\ 8 = \frac{a}{R/3} + b \end{cases}$$

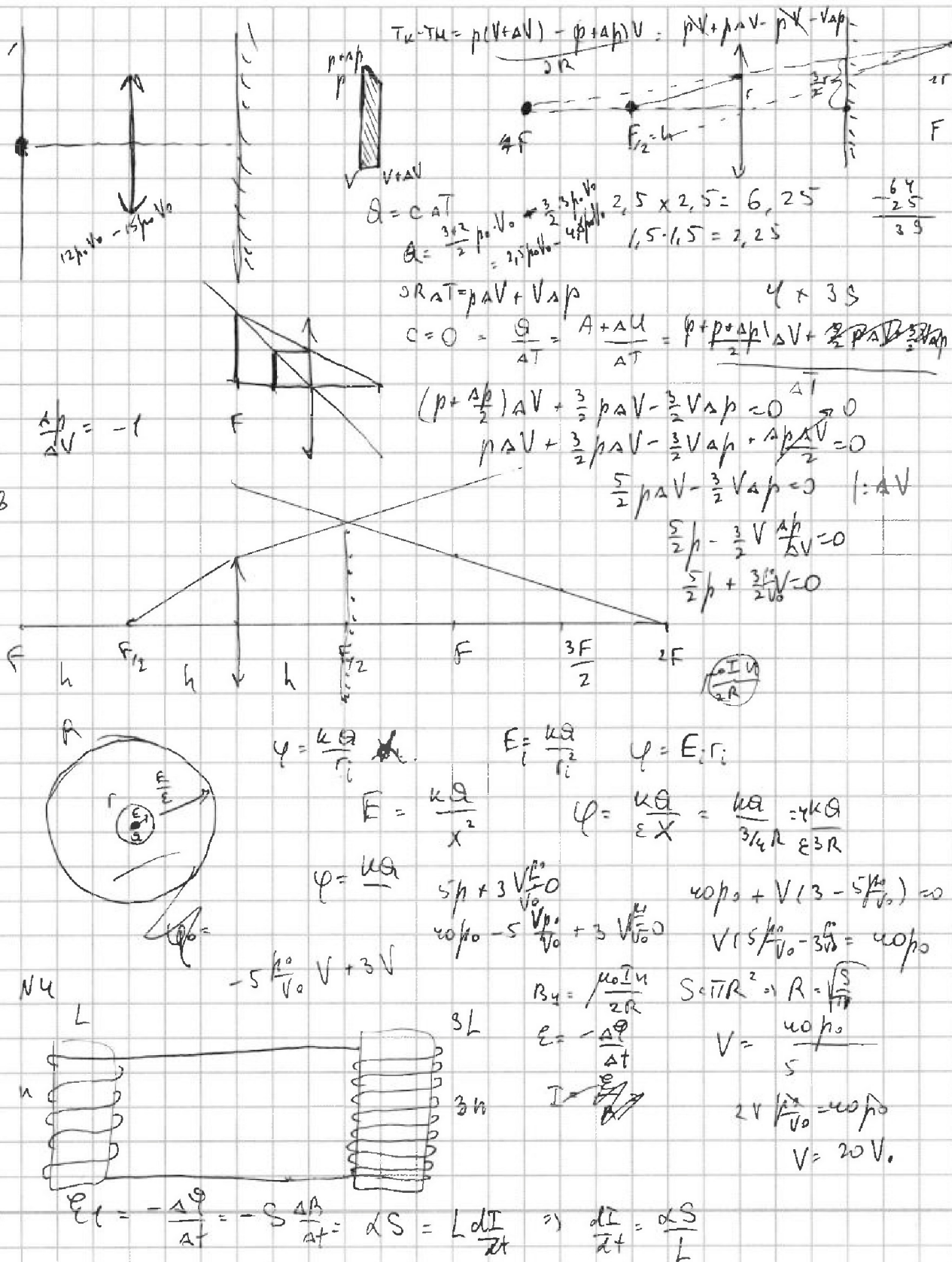
$$2 = \frac{3a}{R} - \frac{2a}{R} = 1$$

$$2 = \frac{a}{R}$$

$$\Rightarrow a = 2R$$

$$6 = \frac{2R}{R/2} + b$$

$$6 = 4R + b$$



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!



$$\frac{3}{5} - \frac{2}{17} = \frac{51 - 35}{5 \cdot 17} = \frac{16}{5 \cdot 17}$$

$$\times \frac{17}{17} = \frac{51}{17} - \frac{35}{17} = \frac{16}{17}$$

$$\times \frac{5}{5} = \frac{80}{85} - \frac{70}{85} = \frac{10}{85}$$

$$\frac{4}{5} \left(\frac{16}{85} - \frac{3}{5} \right) = \frac{4}{25} \left(\frac{16}{17} - \frac{3}{5} \right)$$

$$= -\frac{4 \cdot 35}{17 \cdot 25}$$

$$15.5 \cdot \frac{8}{17} - \frac{64 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 5} = \frac{15}{17 \cdot 17} \left(5 \cdot 8 - \frac{64}{5} \right) = \frac{15}{17 \cdot 17} \left(40 - \frac{64}{5} \right) = \frac{3 \cdot 136}{17 \cdot 17}$$

$$200 - 64 = 136$$

$$-\frac{4 \cdot 2}{17 \cdot 5} + \frac{3 \cdot 5}{17} = -\frac{28}{17 \cdot 5} + \frac{15}{17}$$

$$-\frac{28 + 75}{17 \cdot 5} = \frac{47}{17 \cdot 5} = \frac{47}{85}$$

$$5 \cdot 8 = 40$$

$$20 \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25} \right) = 20 \cdot \frac{25 - 17}{25 \cdot 17} = \frac{8 \cdot 8}{5 \cdot 17} = \frac{64}{85}$$

$$\frac{16 - 51}{17}$$

$$\frac{25 - 17}{25 \cdot 17} = \frac{8 \cdot 8}{5 \cdot 17} = \frac{64}{85}$$

$$\frac{25}{35} = \frac{5}{7}$$

$$\frac{64}{47} - \frac{34}{27}$$

$$\frac{15.5}{136}$$

$$\frac{3 \cdot 136}{17 \cdot 17}$$

$$15.5 = 75$$

$$64 - 34$$

$$Q = \frac{(p + \Delta p) \Delta V}{2} + \frac{3}{2} J R (T_k - T_n) = \frac{3}{2} (p \Delta V + p \Delta V - p \Delta V - \Delta p \Delta V) = \frac{3}{2} (p \Delta V - \Delta p \Delta V)$$

$$T_k = \frac{p(V + \Delta V)}{J R}$$

$$T_n = \frac{p \Delta V}{J R}$$

$$Q = \frac{(2.5 p_0 + 2.5 p_0 - \Delta p) \Delta V}{2} + \frac{3}{2} J R (T_k - T_n) = 0$$

$$\frac{(5 p_0 - \Delta p) \Delta V}{2} + \frac{3}{2} (2.5 p_0 \Delta V - 5.5 V_0 \Delta p - \Delta p \Delta V) = 0$$

$$5 p_0 \Delta V - \Delta p \Delta V + 7.5 p_0 \Delta V - 16.5 V_0 \Delta p - 3 \Delta p \Delta V = 0$$

$$12.5 p_0 \Delta V - 4 \Delta p \Delta V - 16.5 V_0 \Delta p = 0$$

$$25 p_0 \Delta V - 8 \Delta p \Delta V - 33 V_0 \Delta p = 0 \quad | : \Delta V$$

$$25 p_0 + 33 V_0 \frac{\Delta p}{\Delta V} = 0$$

$$32 p_0 - 4 V \frac{p_0}{V_0} + 3 V \frac{p_0}{V_0} = 0$$

$$32 p_0 - V \frac{p_0}{V_0} = 0 \quad \frac{V}{V_0} = 32$$

$$J R T_k = (2.5 p_0 - \Delta p) (5.5 V_0 + \Delta V)$$

$$J R T_n = 2.5 p_0 V_0 - 5.5$$

$$J R T_k - J R T_n = (2.5 p_0 \Delta V - 5.5 V_0 \Delta p - \Delta p \Delta V - 2.5 p_0 \Delta V + 5.5 V_0 \Delta p) = 0$$

