



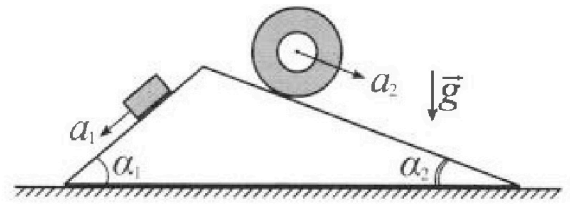
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

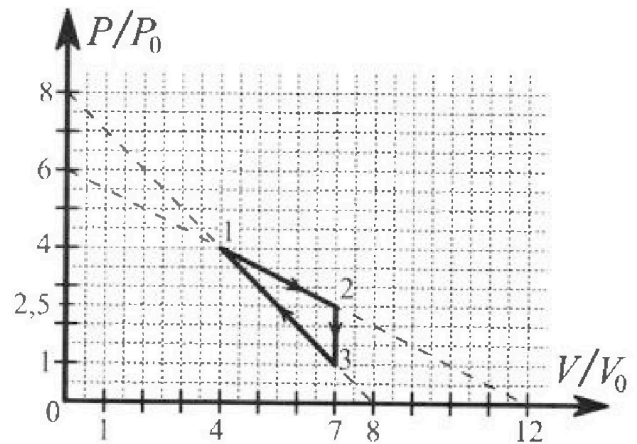


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

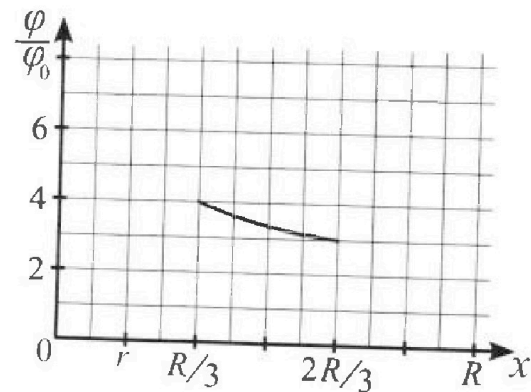
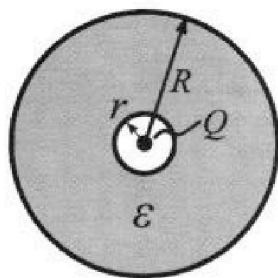
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



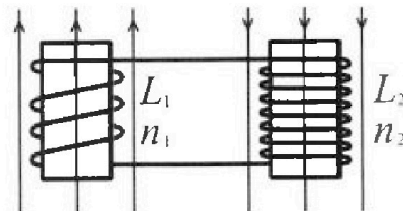
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

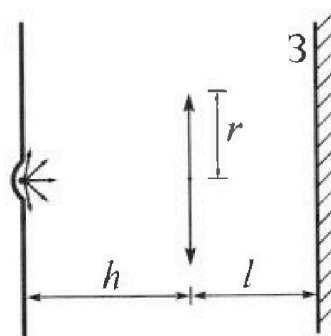


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



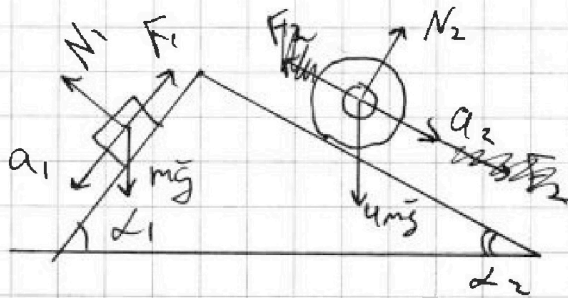
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Р



$$1) \vec{F} = m\vec{a}$$

Рассмотрим ось x по направлению движения:

$$a_1 m = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

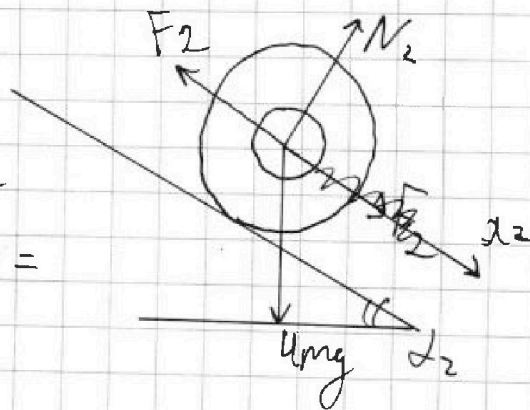
$$F_1 = -m(a_1 - g \sin \alpha_1) = -m \left(\frac{5g}{13} - \frac{3g}{5} \right) =$$
$$= -m \left(\frac{25g - 39g}{65} \right) = \frac{14}{65} gm$$

2)

$$ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 + F_2$$

$$F_2 = m(a_2 - 4g \sin \alpha_2) =$$
$$= mg \left(\frac{5}{24} - \frac{4 \cdot 5}{13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{65 - 480}{312} \right) = -mg$$





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

1 2 3 4 5 6 7

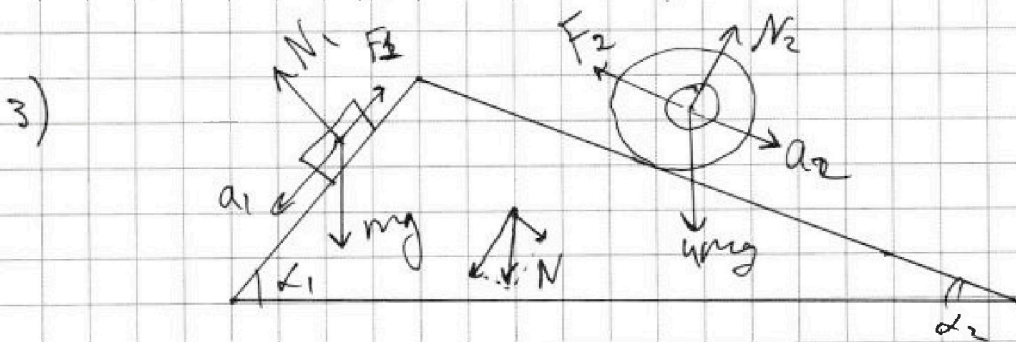
СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = m(4g \sin \alpha_2 - a) = mg \left(\frac{20}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{480 - 65}{312} \right) = mg \frac{415}{312} \text{ Н}$$



$$N^2 = (mg \cos \alpha_1)^2 + (mg \cos \alpha_2)^2 - 2(mg)^2 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot$$

$$\cos(90 - (\alpha_1 + \alpha_2))$$

$$\cos(90 - (\alpha_1 + \alpha_2)) = \sin(\alpha_1 + \alpha_2) = \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2 \cos \alpha_1 =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} = \frac{36}{65} + \frac{4}{13} = \frac{56}{65}$$

$$N^2 = mg^2 \left(\frac{16}{25} + \frac{144}{169} - 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{56}{65} \right) =$$

$$= \frac{16}{25} + \frac{144}{169} - \frac{5276}{65^2} = \frac{169 \cdot 16 + 25 \cdot 144 - 5276}{65^2}$$

$$= \frac{1008}{65^2} = \frac{1008}{4225} \text{ (мг)}^2, \quad N = \frac{mg \sqrt{1008}}{65}$$

β - угол между N и горизонталью \Rightarrow

$$\Rightarrow \Theta = N \cdot \cos \beta - F_3, \quad F_3 = \frac{mg \sqrt{1008} \cos \beta}{65}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 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!

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{415}{312} mg$

3) $F_3 = mg \frac{\sqrt{1009}}{65} \cos \beta$



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 4

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) процесс 2-3: изохора \Rightarrow работа не в нём
воза в нём не совершается $\Rightarrow A_{23} = 0$

процесс ~~1-2~~: в процессе 1-2 воз

совершает положительную работу

$$A_{12} = \frac{(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{2,5 p_0 + 4 p_0}{2} (7V_0 - 4V_0) =$$

$$= \frac{6,5}{2} \cdot 3V_0 p_0 = \frac{19,5}{2} p_0 V_0$$

~~A₂₃~~: в процессе 3-1 работа воза отрицательна
т.к. сжимается $\Rightarrow A_{31} = \frac{(p_3 + p_1)(V_1 - V_3)}{2} =$

$$= \frac{(4 p_0 + p_0)(4V_0 - 7V_0)}{2} = -\frac{5 p_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} p_0 V_0$$

Работа воза за цикл $A_{\text{цикл}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} =$

$$= \frac{19,5}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = \frac{4,5}{2} p_0 V_0$$

Надуть приращение внут. энергии воза

за цикл 2-3 $\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23}$, воз одноатомный $\Rightarrow \frac{i}{2} = \frac{3}{2}$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$, $p_2 V_2 = \nu R T_2$,

$p_3 V_3 = \nu R T_3$, $V_2 = V_3 = 7V_0$ изохора \Rightarrow

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2 = \frac{\nu R (T_3 - T_2)}{p_2 p_3 - p_2} =$$

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



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 4

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!

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{12}} = \frac{2,25 \cdot p_0 V_0}{p_0 V_0 \cdot \frac{4,5}{2}} = 7$$

2) ~~равная температура~~ найти в точках
найдём максимальную температуру T_m в
процессе 1-2. $pV = \nu R T$ найдём ~~$p(V)$~~
зависимость $p(V)$ в процессе 1-2:

$p_2 - p_1$ функция линейная \Rightarrow

$$\Rightarrow p = k \cdot V + b, \text{ где коэффициент } k = \frac{p_2 - p_1}{V_2 - V_1} =$$

$$= \frac{p_0 (2,5 - 4)}{7 - 4} V_0 = -\frac{1,5}{3} \frac{p_0}{V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{где } p = b - \frac{p_0}{2V_0} V. \text{ из графика } b = 6p_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \Rightarrow pV = \nu R T \text{ где процесс}$$

1-2 ~~соответствует~~ можно записать как

$$(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V) V = \nu R T, \quad T(V) = \frac{6p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2}{\nu R}$$

$$\text{возьмём производную } T'(V) = \frac{6p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{2V_0 \nu R} V = 0$$

$$\text{Тогда } V = \frac{6p_0}{\nu R} \cdot \frac{V_0 \nu R}{p_0} =$$

$$= 6V_0 - \text{объём газа при } T_m \Rightarrow T_m =$$

$$= \frac{6p_0}{\nu R} \cdot 6V_0 - \frac{p_0}{2V_0 \nu R} \cdot 36V_0^2 = \frac{36}{2} \frac{p_0 V_0}{\nu R} = 18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$



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
4 из 4

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!

$$\eta = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{4,5 \text{ ркВ}}{2} \cdot \frac{1}{18 \text{ ркВ}} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) 7, 2) $\frac{9}{8}$, 3) $\eta = \frac{1}{8}$.



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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) Из графика следует, что $r = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{3} = \frac{R}{6}$

Внутри диэлектрика

$$E_{\text{вн}} = \frac{E}{\epsilon} = E - E_{\text{вн}},$$

где E - напряженность точки с зарядом Q и $E_{\text{вн}}$ - напряженность, создаваемая внутри диэлектрика.

$$E_{\text{вн}} = -\frac{q}{x^2} k, \text{ где } -q - \text{ заряд на внут.}$$

поверхности диэлектрика. q - заряд на внешней пов-ти т.к. симметричный заряд диэлектрика 0.

$$E = \frac{Q}{x^2} k \Rightarrow \frac{Qk}{x^2 \epsilon} = \frac{Qk}{x^2 \epsilon} - \frac{qk}{x^2},$$

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

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{R} + \frac{Qk}{x} - \frac{Qk}{x} \right)$$

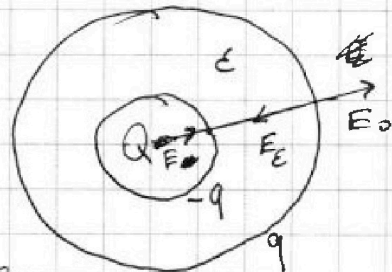
$$\varphi_1 = \frac{Q(\epsilon-1)k(x-R)}{Rx \cdot \epsilon} + \frac{Qk}{x}, \quad x = \frac{R}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \frac{-Q(\epsilon-1)k \cdot 3R}{R^2 \epsilon} + \frac{4Qk}{R} =$$

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

$$= \frac{Q(\epsilon+3)}{4\pi R \epsilon \epsilon_0}$$

(Григорьев)





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!

2) Возьмем точку $x = \frac{R}{3}$, где $\frac{\varphi}{\varphi_0} = 4 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{qk}{x} + \frac{Qk}{x} + \frac{qk}{R} = \frac{Qk}{x} - \frac{Q(\varepsilon-1)(R-x)k}{Rx\varepsilon} =$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \frac{3Qk}{R} - \frac{2Q(\varepsilon-1)k}{R\varepsilon} =$$

$$= \frac{Qk}{R} \left(\frac{3\varepsilon - 2\varepsilon + 2}{\varepsilon} \right) = \frac{Qk(\varepsilon+2)}{R\varepsilon} \quad \#1$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_0} = 4 \Rightarrow \frac{Qk(\varepsilon+2)}{R\varepsilon} = 4\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{Qk(\varepsilon+2)}{4R\varepsilon}$$

Возьмем точку $x = \frac{2R}{3}$, где $\frac{\varphi}{\varphi_0} = 3$ - из
предыдущей \Rightarrow

$$\Rightarrow \varphi_3 = 3\varphi_0 = \frac{3Qk(\varepsilon+2)}{4R\varepsilon} = \frac{3Qk}{2R} - \frac{Q(\varepsilon-1)k}{2R\varepsilon} =$$

$$= \frac{Qk}{2R\varepsilon} (3\varepsilon - \varepsilon + 1) = \frac{Qk(2\varepsilon+1)}{2R\varepsilon}$$

$$\frac{3(\varepsilon+2)}{\varepsilon} = 2\varepsilon+1, \quad 3\varepsilon+6 = 2\varepsilon^2+\varepsilon$$

$$2\varepsilon^2 - 2\varepsilon - 6 = 0, \quad \varepsilon^2 - \varepsilon - 3 = 0$$

$$D = 1 + 12 = 13, \quad \varepsilon = \frac{1 \pm \sqrt{13}}{2}, \quad \varepsilon > 0$$

$$\varepsilon = \frac{1 + \sqrt{13}}{2}$$

Ответ: 1) ~~$\frac{Q(\varepsilon+3)}{4\pi R\varepsilon\varepsilon_0}$~~ $= \varphi_1$

2) $\varepsilon = \frac{1 + \sqrt{13}}{2}$



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
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)

По закону сохранения потока:

$$B_0 S n_1 + B_2 S n_2 = B_1 S n_1 + B_2 S n_2 + I L_1 +$$

+ $I L_2$, где B_0, B_2 - начальные значения магнитных полей в катушках, B_1, B_2 - новые значения магнитных полей в катушках, I - ток в цепи,

Продифференцируем выражение:

$$\Delta B_0 S n_1 + \Delta B_2 S n_2 = \Delta B_1 S n_1 + \Delta B_2 S n_2 + \Delta I (L_1 + L_2)$$

$$B_2 = B_2 \text{ из условия } \Rightarrow \Delta B_1 S n_1 + \Delta I (L_1 + L_2) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta B_1}{\Delta t} S n_1 + \frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = 0$$

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = - \frac{\Delta I}{\Delta t} \frac{L_1 + L_2}{S n_1}$$

$$B_2 = B_2 \text{ из условия } \Rightarrow B_0 S n_1 = B_1 S n_1 + I (L_1 + L_2)$$

изменение тока $\Delta I = I - 0 = I$, $B_2 = 1$

$$\Rightarrow \Delta I (L_1 + L_2) = (B_0 - B_1) S n_1 \cdot \frac{1}{\Delta t}$$

$$B_1 - \text{возрастает} \Rightarrow \frac{B_0 - B_1}{\Delta t} = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = - \frac{\Delta B}{\Delta t} = - \alpha$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = - \alpha S n_1 - \frac{\Delta B}{\Delta t} S n_1$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = - \frac{\Delta B S n_1}{\Delta t (L_1 + L_2)} = - \frac{\alpha S n_1}{5 L}$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{\alpha S n_1}{5 L}$$



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!

2) запишем закон сохранения зарядов:

$$\forall \Sigma n_1 + \forall \Sigma n_2$$

$$\forall_0 \Sigma n_1 + 2\forall_0 \Sigma n_2 = \frac{\forall_0}{2} \Sigma n_1 + \frac{2\forall_0 \mu_0}{3} \Sigma n_2 + L_1 I_0 + L_2 I_0$$

$$I_0 (L_1 + L_2) = \frac{\forall_0}{2} \Sigma n_1 + \frac{4\forall_0}{3} \Sigma n_2$$

I_0 — ток в катушках к концу
улетевшим колеи.

$$I_0 = \frac{1}{(L_1 + L_2)} \left(\frac{\forall_0}{2} \Sigma n_1 + \frac{4\forall_0}{3} \Sigma n_2 \right) =$$

$$= \frac{1}{5L} \left(\frac{\forall_0}{2} \Sigma n + \frac{4\forall_0}{3} \Sigma n \right) =$$

$$= \frac{3\forall_0 \Sigma n + 16\forall_0 \Sigma n}{6 \cdot 5L} = \frac{19}{30} \frac{\forall_0 \Sigma n}{L}$$

В пункте 1 уменьшение тока отрицательно т.к. создаваемый им поток ~~идёт~~ ~~на~~ стремится уменьшиться и сохранить поток магнитного поля через катушку, уменьшив по нарастающему значению.

В пункте 2 ток в катушках создаёт поток по направлению магнитного, стараясь сохранить значение магнитизации с потоков через катушки.

Ответ: 1) $\frac{2\Sigma n}{5L}$, 2) $\frac{19}{30} \frac{\forall_0 \Sigma n}{L}$



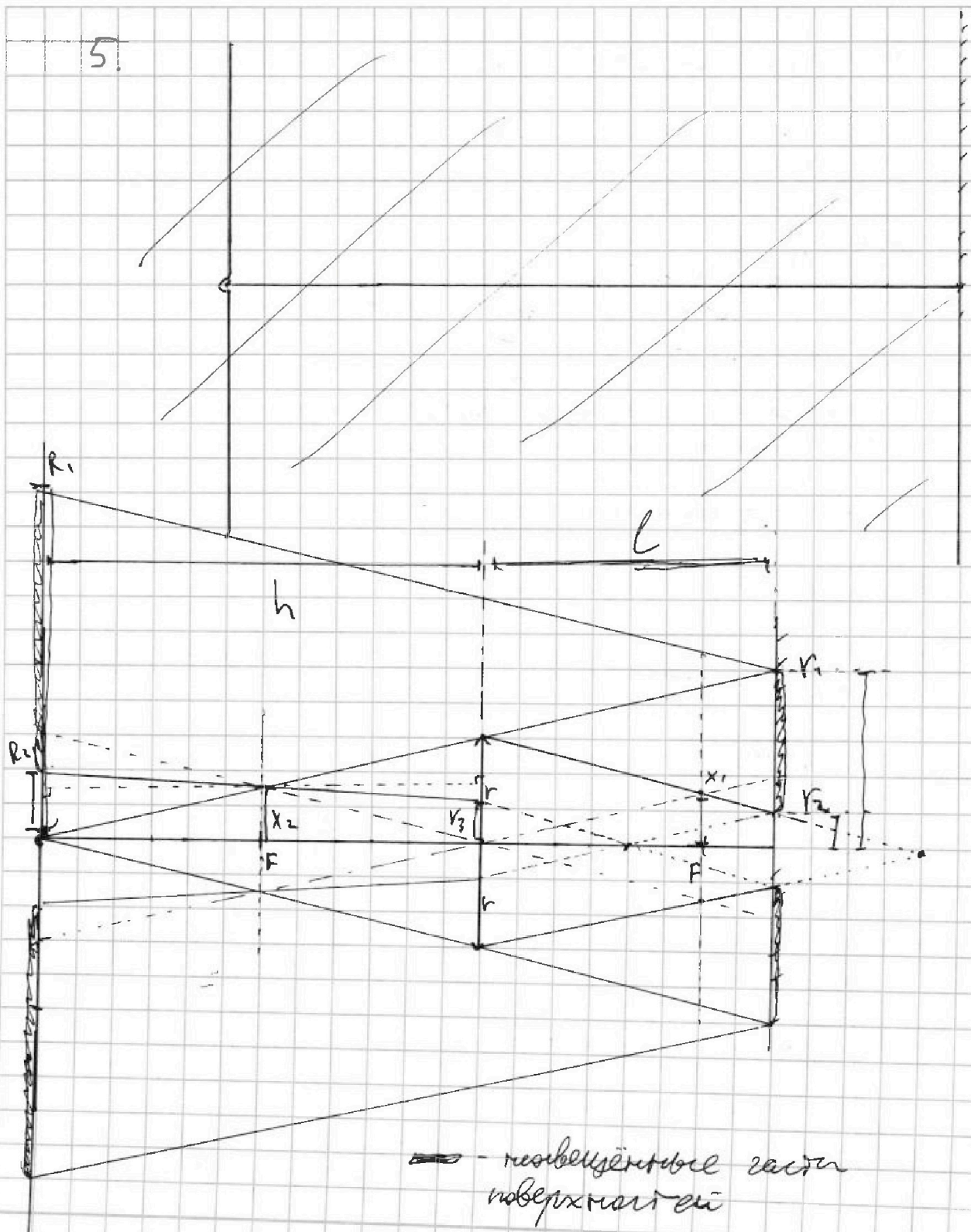
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

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.





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 4

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) Изобразить изображение на рисунке
поведение лучей света в стекле.

Для нахождения пути света, промежуточного
через линзу, проведём через оптический центр
паралельный лучи до пересечения с фокусом,
через перпендикулярную точку пересечения ~~и~~ проведём
параллельный луч.

Найдём площадь увеличенной поверхности
 S_2 из рисунка геометрически. ~~Формула площади~~

~~конечного сечения r~~

r_1 - больший радиус фигуры

$$\frac{r_1}{r} = \frac{h+e}{h}, \quad r_1 = \frac{(h+e)}{h} r = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$

r_2 - меньший радиус фигуры

из рисунка по подобию треугольников
находим $\frac{x_1}{r} = \frac{F}{h}$, где x_1 - расстояние точки
прохождения луча через фокус дальний
от источника фокус до оптической ос.

Источники находится в двойном фокусе \Rightarrow

\Rightarrow ~~он~~ ~~инверсное~~ изображение за зеркалом ~~и~~ в
двойном фокусе от линзы \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{r_2}{r} = \frac{h-e}{h}, \quad r_2 = \frac{(h-e)}{h} r = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 2\pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi(r_1^2 - r_2^2) = \\
 &= \pi \left(\frac{(h+l)^2}{h^2} r^2 - \frac{(h-l)^2}{h^2} r^2 \right) = r^2 \pi \left(\frac{2l}{h} \right) = \\
 &= \pi r^2 \cdot \frac{8}{3} = 24\pi \text{ см}^2
 \end{aligned}$$

2) ~~От зеркала~~ Свет, прошедший, где ~~каждый~~ касается линзы, будет отражен под тем же углом $\Rightarrow R_1 = 2r_1 = 2 \frac{5}{3} r = 10 \text{ см}$
 Лучи, отраженные зеркалом, пройдут перпендикулярно оси на расстоянии

$$l_1 = l - (h-l) = 2l - h = \frac{h}{3} \text{ от линзы.}$$

~~от линзы~~ Лучи r_3 - расстояние от оп. ос. до точки пересечения ~~лучей~~ отраженных лучей и линзы \Rightarrow из подобия треугольников:

$$\frac{r_3}{r} = \frac{l_1}{h}, \quad r_3 = \frac{1}{3} r = 1 \text{ см}$$

Лучи x_2 - точки пересечения ~~лучей~~ отраженного луча с ближайшим к источнику фокусом. \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{f}{r} \cdot \frac{x_2}{r_3} = \frac{f}{l_1} \quad \text{из подобия треугольников.}$$

$$x_2 = \frac{h}{2} \cdot \frac{3}{h} \cdot \frac{1}{3} r = \frac{r}{2} = 1,5 \text{ см}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Из рисунка следует, что } R_2 &= x_2 + (x_2 - r_3) = \\
 &= \frac{r}{2} + \left(\frac{r}{2} - \frac{1}{3} r \right) = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см}
 \end{aligned}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

Площадь несравненной поверхности
сферы $S_2 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = r^2 \pi \left(\frac{100}{9} - \frac{4}{9} \right) =$
 $= \frac{96}{9} \pi r^2 = \frac{32}{3} \pi r^2 = 96 \pi \text{ см}^2$

Ответ: 1) $24\pi \text{ см}^2$ 2) $96\pi \text{ см}^2$

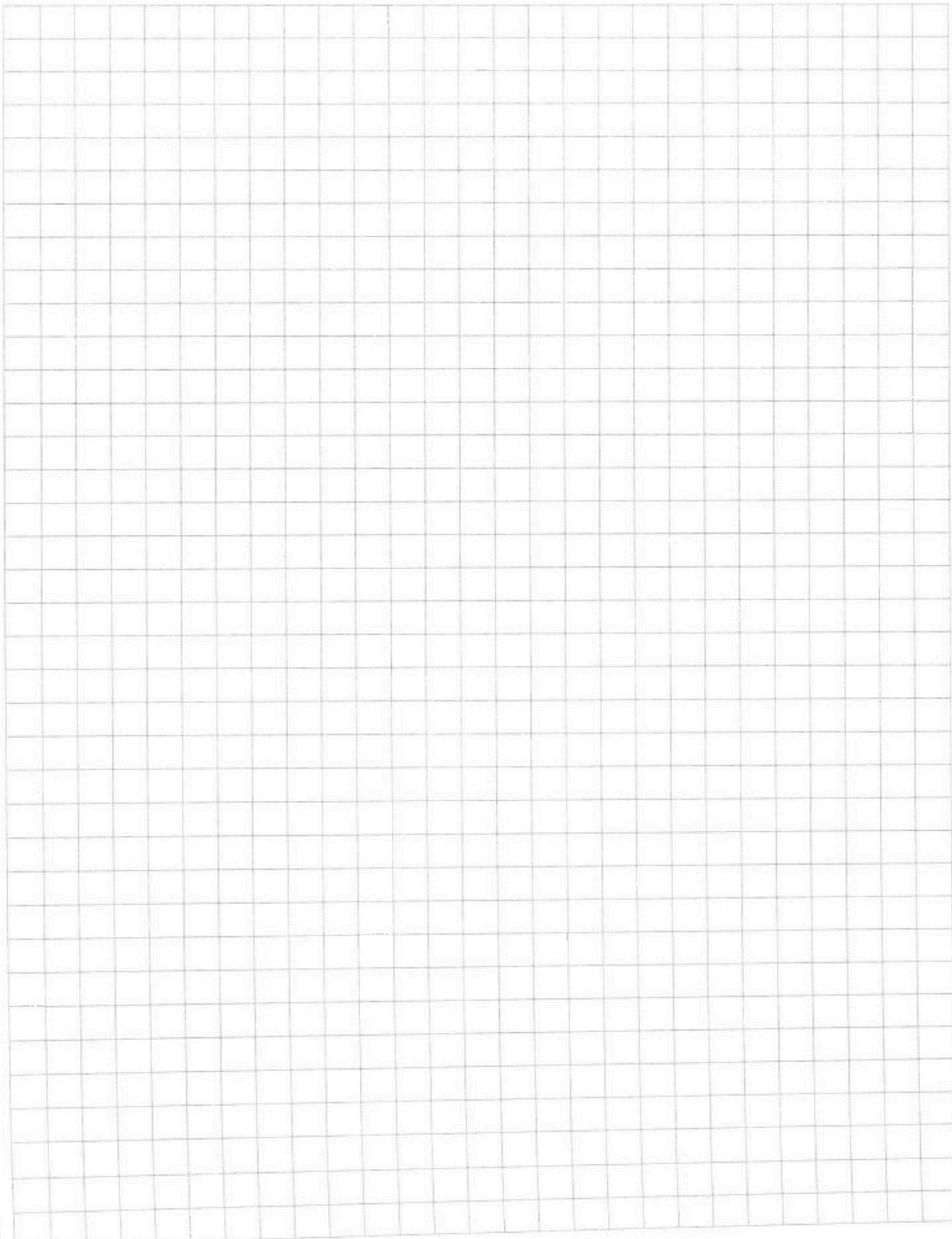


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!



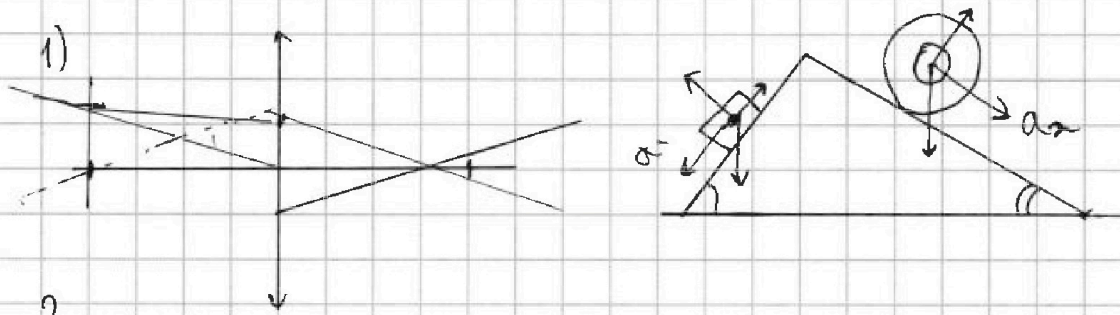


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



2.

$$1) A = \frac{3 \cdot 6}{2} + 3 \cdot 6 - \frac{6 \cdot 6}{2} = 9 + 18 - 18 = 9$$

$$|\Delta U| = \frac{3}{2} \Delta p V$$

$$1) A_{12} = \frac{(2-4) p_0}{2} \cdot (4+2,5) V_0 = \frac{3 \cdot 6,5}{2} V_0 p_0$$

$$A_{23} = 0, \quad A_{31} = \frac{(1+4) p_0}{2} (4-7) V_0 = -\frac{15}{2} V_0 p_0$$

$$A = A_{12} + A_{23} = \frac{19,5 p_0 V_0}{2} - \frac{15 p_0 V_0}{2} = \frac{4,5}{2} p_0 V_0$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} V_0 (2,5 - 1) p_0 \cdot 7 = 2,25 \cdot 7 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{2,25 \cdot 7 p_0 V_0 \cdot 2}{4,5} = 7$$

$$2) pV = \text{const} \Rightarrow p = \frac{K}{V} \quad p_1 = \frac{16}{V}, \quad p_2 = \frac{17,5}{V}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 16 \\ \hline 269 \\ 160 \\ \hline 2704 \end{array}$$

$$\cdot 6224$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 96 \\ \hline 288 \\ 2880 \\ \hline 2876 \\ + 576 \\ \hline 270 \\ \hline 5276 \\ - 6284 \\ \hline 1008 \end{array}$$

$$36 - \frac{36}{2} = \frac{36}{2}$$

$$264 + 48 = 312$$

$$65 \quad 13^2 \quad 5^2 \\ 5^2 \quad 13^2 \quad 65^2 = 13^2 \cdot 5^2$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 269 \\ \hline 269 \\ 1614 \\ 538 \\ \hline 9925 \end{array}$$

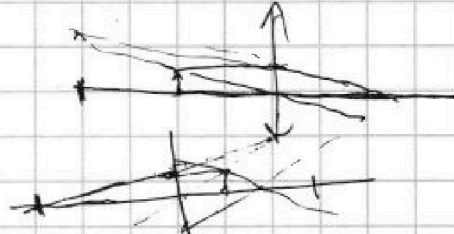
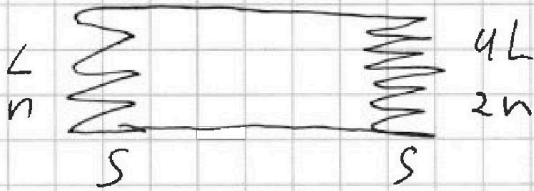


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



$$1) \quad \cancel{L_1 I_1} + \cancel{L_2 I_2} \quad \frac{dB}{dt} \left(S \frac{dB}{dt} \right) = \epsilon_{si} = \cancel{nL} \frac{dI}{dt}$$

$$nS \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{nS\alpha}{L} = \frac{dI}{dt}$$

$$\cancel{L_2} \frac{dI}{dt} E \quad B_1 \frac{dI_1}{dt} + B_2 \frac{dI_2}{dt} = B_1 L_1 + B_2 L_2 +$$

$$+ I(L_1 + L_2) \quad \cancel{dB_1} \frac{dI_1}{dt} + \cancel{dB_2} \frac{dI_2}{dt} = \cancel{dB_1} \frac{dI_1}{dt} + \cancel{dB_2} \frac{dI_2}{dt} +$$

$$= \cancel{dB_2} \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) \quad | \cdot dt$$

$$\frac{dB_1}{dt} \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot \frac{S_1}{L_1 + L_2} = \alpha \cdot \frac{nS}{5L}$$

