



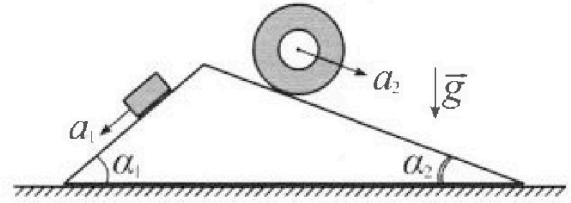
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

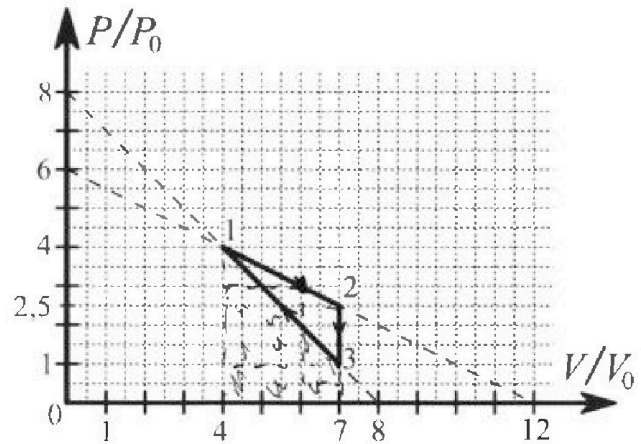


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

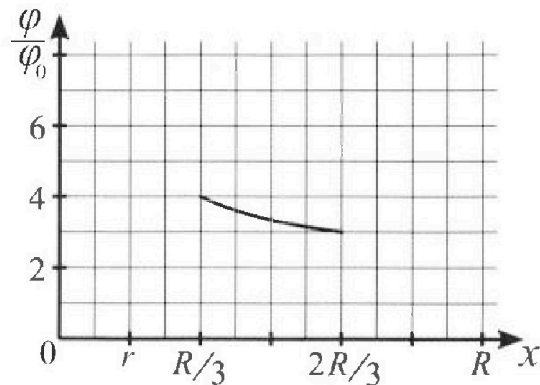
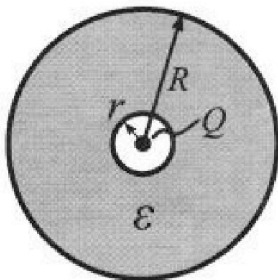
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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



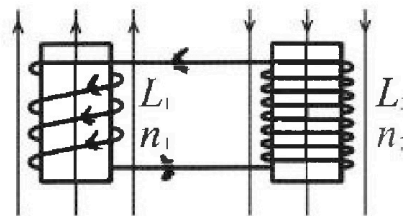
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

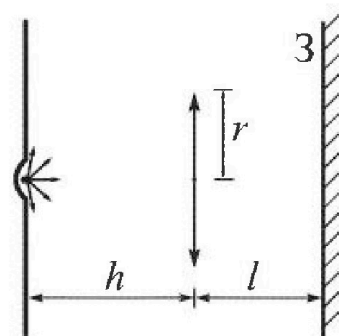


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



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

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



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

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

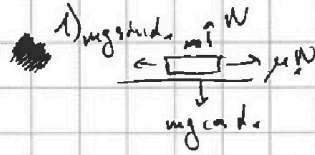


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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

1)



$$\Rightarrow N = \mu g \cos \alpha_2$$

$$\Rightarrow m a_2 = m g \sin \alpha_2 - \mu m g \cos \alpha_2$$

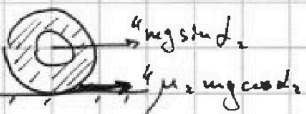
$$\Rightarrow \frac{a_2}{g} = \sin \alpha_2 - \mu \cos \alpha_2 = \frac{5}{13} = \frac{3 \pm \mu \cdot 4}{13} \Rightarrow 26 = 3 \pm 4\mu \Rightarrow 52 \pm 4\mu = 26$$

$$\Rightarrow 14 = 52\mu \Rightarrow \mu_1 = \frac{7}{26}$$

$$F_1 = \mu_1 m g \cos \alpha_2 = \frac{7}{26} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = m g \frac{14}{65}$$

Ответ: 1) $m g \frac{14}{65}$

2)



$$M = J \beta \Rightarrow \mu_2 \cdot (4m) g \cos \alpha_2 \cdot r = 4m r^2 \cdot \beta$$

(P.S. $J = 4m r^2$, м.к. вращения по часовой)

$$\Rightarrow \mu_2 g \cos \alpha_2 = \nu \beta = \omega r = \dot{\varphi} r$$

Пример β и $\dot{\varphi}$ меняет направление вращения часовой стрелки, а β - по часовой $\Rightarrow \dot{\varphi} = -\beta$.

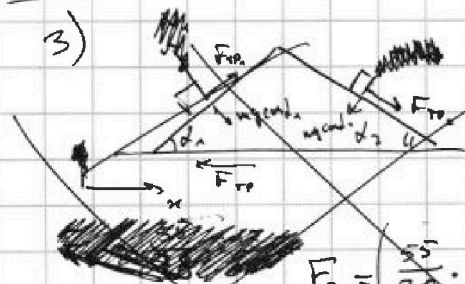
$$\Rightarrow 4m \cdot a_2 = 4\mu_2 m g \sin \alpha_2 - \mu_2 \cdot 4\mu_2 m g \cos \alpha_2 \Rightarrow \frac{5}{24} = g \frac{5 - \mu_2 \cdot 12}{13}$$

$$\Rightarrow 65 = 120 - 288\mu_2 \Rightarrow 55 = 288\mu_2 \Rightarrow \mu_2 = \frac{55}{288}$$

$$F_2 = \mu_2 \cdot 4m \cdot g \cdot \cos \alpha_2 = \frac{55}{288} \cdot 4m \cdot g \cdot \frac{12}{13} = \frac{55}{6 \cdot 13} m g = \frac{55}{78} m g$$

Ответ: 2) $m g \frac{55}{78}$

3)

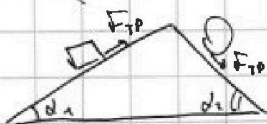


$$F_3 = F_{TP} = F_{TP2} \cdot \cos \alpha_2 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_{TP1} \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1$$

$$N_2 = 4m g \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} m g, N_1 = m g \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m g$$

$$F_3 = \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{7}{5} \right) m g = \frac{5(22+48)}{13^2} + \frac{4 \cdot (14+13 \cdot 3)}{65 \cdot 5}$$

3)



$$\Rightarrow F_3 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = m g \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} \right) =$$

$$= m g \left(\frac{56}{13 \cdot 5^2} + \frac{110}{13^2} \right) = m g \frac{56 \cdot 13 + 110 \cdot 25}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{3478}{4225} m g$$

Ответ: 3) $\frac{3478}{4225} m g$

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!

2) 1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'}$ где ΔU_{23} - изменение внутр. энергии газа в процессе 23
 A' - работа газа за цикл

кач. во вещества
механ. в м. 3 и м. 2

$$\Delta U_{23} = \nu \frac{i}{2} \int R (T_3 - T_2) = \frac{i}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

p_i и V_i - давление и объем i -той точки.

i - кол-во степеней свободы (= 3 в данной задаче)

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot (1 p_0 \cdot 7 V_0 - 2.5 p_0 \cdot 7 V_0) = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

A' = площадь фигуры цикла = $p_0 V_0 \cdot 3 \cdot 3 \cdot (1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{4}) = \frac{9}{4} p_0 V_0$ (данные из графика)

$$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \underline{7}$$

2) В процессе 12 p можно выразить через V как $\hat{p}_2 = \hat{p}_1 + \alpha' \frac{V}{V_0}$

где \hat{p}_1 - касание графика оси координат при $\frac{V}{V_0} = 0$ (т.е. \hat{p}_1 = бд для процесса 12)

$\alpha' = -\frac{1}{2}$ (наклон графика)

$$pV = p_0 \left(\hat{p}_1 + \alpha' \frac{V}{V_0} \right) V = \nu RT$$

Это функция $T(V) = 1$ при $T = \max T$,

$$\frac{dT}{dV} = 0 \Leftrightarrow \left(\hat{p}_1 V + \alpha' \frac{V^2}{V_0} \right)' = 0 \Leftrightarrow \hat{p}_1 + 2\alpha' \frac{V}{V_0} = 0 \Rightarrow V_2 = 6V_0$$

$$\Rightarrow p_2 = 3p_0$$

$$\begin{aligned} p_2 V_2 = \nu R T_2 &\Leftrightarrow 18 p_0 V_0 = \nu R T_2 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 &\Leftrightarrow 16 p_0 V_0 = \nu R T_1 \end{aligned} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) $Q_H = \Delta U_{12} + \Delta \tilde{U}_K + A'_{12} + \tilde{A}'$ (проделав аналогичные к 2) рассуждения можно найти что max T в м. 2)

Тепло от нагревателя

изменение внутр. энергии / кол-во T_m

от м. 1 до точки с максимальной T (идет охлаждение газа \rightarrow это уже не Q_H)

до этого (т.е. в процессе 1-2) температура только возрастает

$$Q_H = \frac{i}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) + \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \int_{V_1}^{V_2} p dV + \int_{V_2}^{V_1} p dV$$

$$= \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) - 7.5 p_0 V_0 + 7 p_0 V_0 \Leftrightarrow \frac{3}{2} (18 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) - 0.5 p_0 V_0$$

$$\Leftrightarrow Q_H = 16 p_0 V_0 \quad \eta = \frac{A'}{Q_H} = \frac{9/4}{16} \leftarrow \text{из к. 1)} \quad \Leftrightarrow \eta = \underline{\underline{\frac{3}{64}}}$$

Ответ: 1) 7; 2) 9/8; 3) 3/64

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!



$$\varphi = \varphi_r - \varphi_o = \varphi_o = \int_x^R E_1 d\vec{x} + \int_R^\infty E_2 d\vec{x} \quad (\text{при } x > r)$$

на $\infty = 0$ вынести из интеграла унести на ∞

По Т. Гаусса:

внутри шара:

$$E_1 \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} \Rightarrow E_1 = \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

снаружи шара:

$$E_2 \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

(E_1 const углы симметрии)

$$\Rightarrow \varphi(x) = \left(\frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \int_x^R \frac{1}{x^2} \right) + \left(\frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_R^\infty \frac{1}{x^2} \right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon x} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right)$$

на графике видно, что $r = \frac{R}{6} \Rightarrow$ при $x = \frac{R}{4}$ работает формула, полученная выше

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{4\epsilon - 1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{3 + \epsilon}{\epsilon R}$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{3\epsilon - 1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{2 + \epsilon}{\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{1,5\epsilon - 1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{0,5 + \epsilon}{\epsilon R}$$

$$\frac{\varphi(R/3)/\varphi_o}{\varphi(2R/3)/\varphi_o} = \frac{\varphi(R/3)}{\varphi(2R/3)} = \frac{4}{3} \quad (\text{из графика})$$

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4 \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) \Rightarrow 3 \cdot \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{2 + \epsilon}{\epsilon R} = 4 \cdot \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{0,5 + \epsilon}{\epsilon R}$$

$$\Rightarrow 6 + 3\epsilon = 2 + 4\epsilon \Rightarrow \epsilon = 4$$

Ответ:

$$1) \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{3 + \epsilon}{\epsilon R}$$

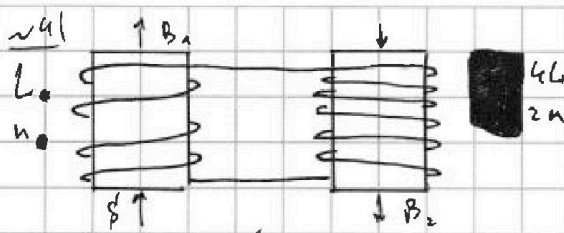
$$2) \epsilon = 4$$

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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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



1) В начальный момент времени катушка начинает сделать $\Delta\Phi = 0$, где Φ - поток магнитного поля.

$$\Rightarrow \frac{d(B_1 + \Delta dt)}{dt} \cdot \varphi \cdot n = i' L \Rightarrow i' = \frac{d\varphi n}{L}$$

2) Катушки, сонаправлены \Rightarrow если B_1 увеличивается с площадью катушки 1, то B_2 уменьшается и наоборот.

$B_0 \rightarrow B_0/2$ $2B_0 \rightarrow 2B_0/3$

для первой катушки: $d\Phi_1 = d(B_1 \cdot \varphi n) + dI L$

измен. потока внутри катушки за время dt *измен. маг. потока за время dt* *(dt мкс)*

для второй катушки: $d\Phi_2 = d(B_2 \cdot \varphi_{2n}) + dI \cdot 4L$

Принимая во внимание $\Delta\Phi = 0$ получаем:

$$\Delta\Phi_1 = \Delta B_1 \cdot \varphi \cdot n + \Delta I L = (B_0/2 - B_0) \cdot \varphi n + I L = -\frac{B_0}{2} \varphi n + I L$$

$$\Delta\Phi_2 = \Delta B_2 \cdot \varphi_{2n} + \Delta I \cdot 4L = (2B_0/3 - 2B_0) \cdot \varphi n + I \cdot 4L = -\frac{8B_0}{3} \varphi n + I \cdot 4L$$

Заметим, что $|\Phi_1| = |\Phi_2|$ каждый момент времени (и.е. нет разности потенциалов на проводнике с $R=0$)

~~$$\Rightarrow \dots$$~~

$$\Rightarrow |\Delta\Phi_1| = |\Delta\Phi_2| \Rightarrow \left(\frac{8B_0}{3} - \frac{B_0}{2} \right) \varphi n = (4-1)IL$$

~~$$\dots$$~~

$$\Rightarrow \frac{13}{6} B_0 \varphi n = 3IL$$

$$\Rightarrow I = \frac{13}{18} \frac{B_0 \varphi n}{L}$$

Ответ: $i' = \frac{d\varphi n}{L}$; $I = \frac{13}{18} \frac{B_0 \varphi n}{L}$



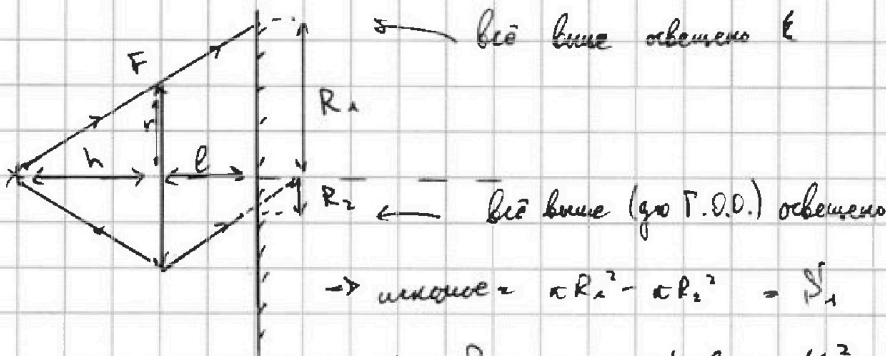
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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) (5)



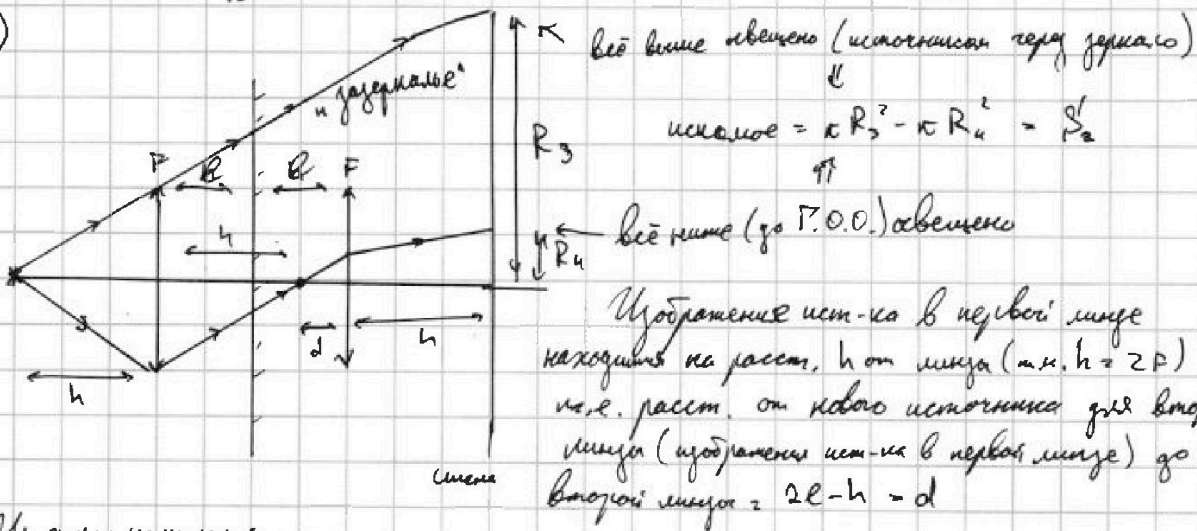
Из подобия треугольников: а) $\frac{R_1}{h} = \frac{R_2}{h+l} \Rightarrow R_2 = \frac{h+l}{h} v = \frac{1+\frac{2}{3}}{1} v = \frac{5}{3} v = 5 \text{ см}$

б) $\frac{R_2}{h-l} = \frac{R_1}{h} \Rightarrow R_2 = \frac{h-l}{h} v = \frac{1-\frac{2}{3}}{1} v = \frac{1}{3} v = 1 \text{ см}$

В "задерживающей" линзе падает на Г.О.О. на расст. h от линзы, т.к. $h = 2F$, а для $d = 2F$ и формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$; $d' = 2F = h$)

$\rightarrow S_1 = \pi \cdot 25 \text{ см}^2 - \pi \cdot 1 \text{ см}^2 = 24 \text{ см}^2 \cdot \pi$

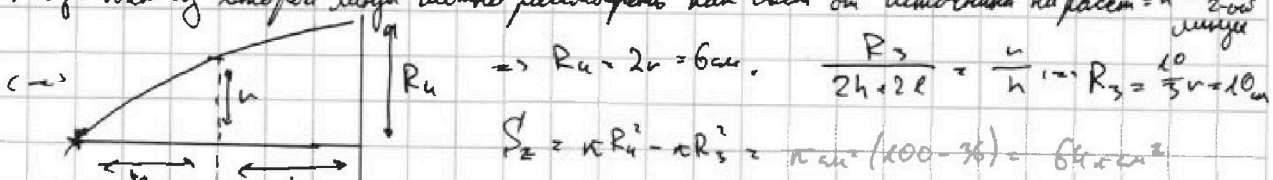
2) (используем перед зеркалом)



Из формулы тонкой линзы:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{2l-h} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{d'} = \frac{2}{h} \Rightarrow d' = -h$

Тогда свет из второй линзы можно рассмотреть как свет от источника на расст. h левее 2-ой линзы



каждая линза, но источник это уже изобр. в 1-ой \Rightarrow свет не преломляется

Ответ: 1) $S_1 = 24 \pi \text{ см}^2$
2) $S_2 = 64 \pi \text{ см}^2$

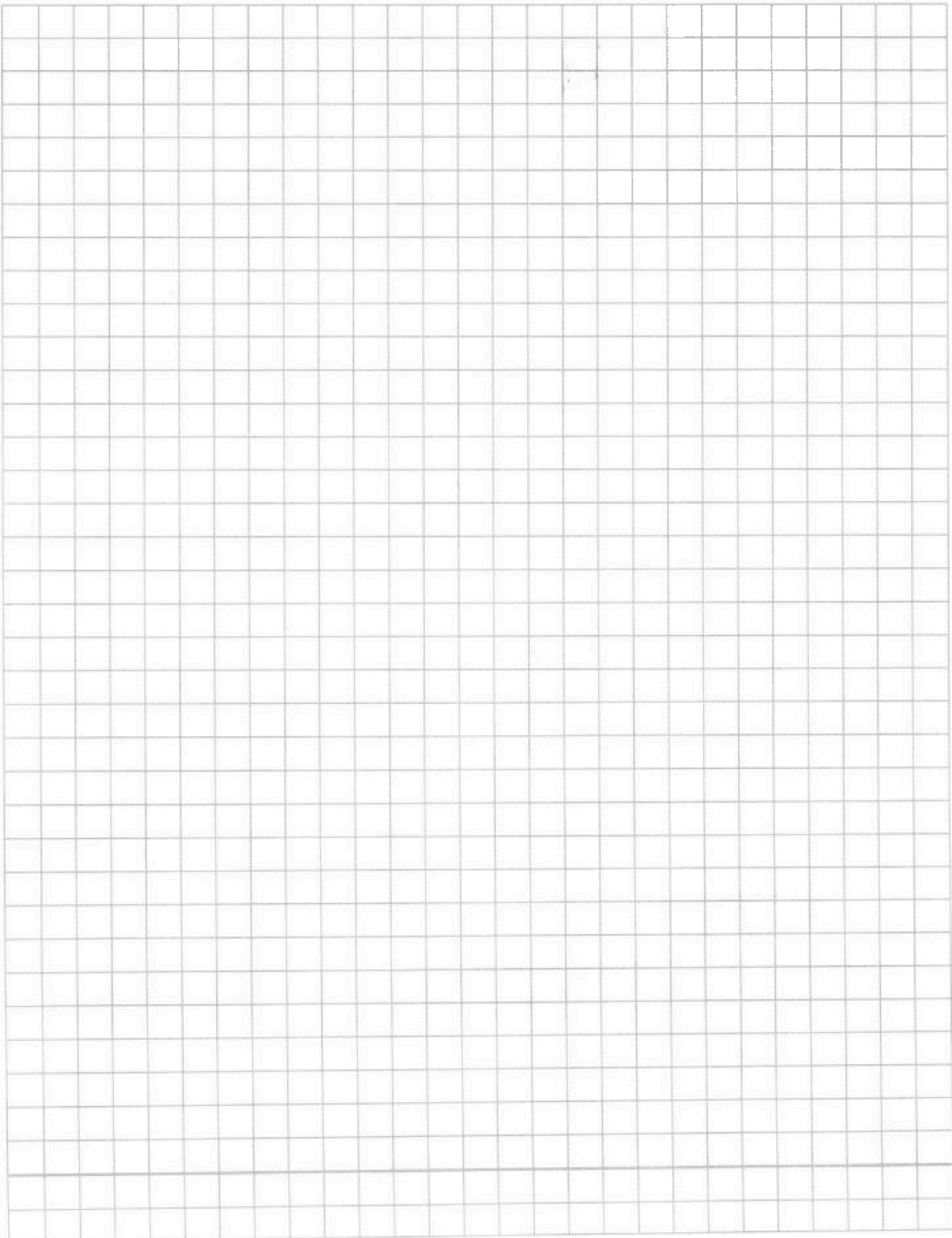


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



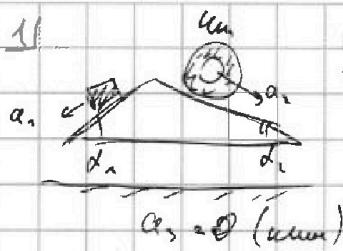


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



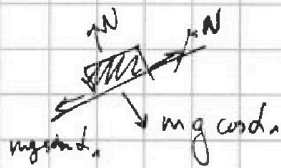
$$ma_1 = \frac{5g}{13}$$

$$4ma_2 = \frac{5g}{24}$$

Черновики

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$



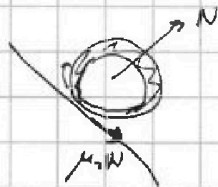
$$1) ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = mg (\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$$

$$\frac{3-4\mu}{5} = \frac{5}{13}$$

$$\frac{3-4\mu}{5}$$

$$39 - 52\mu = 25 \Rightarrow \mu = \frac{52}{14} = \frac{13}{3.5}$$

$$\mu = \frac{2}{26}$$



$$2) 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - \mu 4mg \cos \alpha_2$$

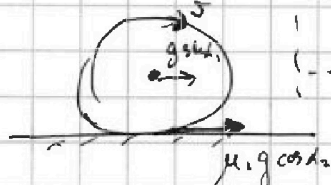
$$4 \cdot \frac{5}{24} = 4mg \left(\frac{5+8\mu}{13} \right) \Rightarrow \frac{5}{24} = \frac{5+8\mu}{13}$$

$$65 = 120 + 268\mu$$

$$144 = 120 + 24$$

$$24$$

$$\frac{48}{268}$$



$$\mu = \mu_2 g \cos \alpha_2 = 4\mu_2 \Rightarrow \mu_2 = \frac{1}{4} \mu$$

$$\mu_1 g \cos \alpha_2 = \mu_2 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{5}$$



$$\frac{5}{24} = \frac{5}{13} - \frac{55}{268} \cdot \frac{13}{13} = \frac{5}{13} - \frac{11}{17 \cdot 24} \Rightarrow \frac{265 \cdot 11}{17 \cdot 24} = \frac{1}{24} \cdot 5$$



$$\frac{48}{5}$$

$$240$$

$$78 = 60 + 18 = 13$$

$$288 \cdot 48$$

$$48 \cdot 6 = 240 + 48 = 288$$

$$5 \cdot (22 + 48) = 5 \cdot 70$$

$$\frac{14}{53} = (22 - 48) = 5 \cdot 26$$

$$110 + 240 = \frac{350}{263}$$

$$\frac{1}{52} \cdot \frac{56 - 56}{3} = \frac{20}{36}$$

$$\frac{13}{24} \cdot 5 = 5 - \mu \cdot 12$$

$$\frac{11}{24} \cdot 5 = \mu \cdot 12$$

$$\frac{55}{263} \mu$$

$$\frac{263}{12} \mu$$

$$\frac{1}{5} = \frac{4}{56} = \frac{1}{14}$$

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) $\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0}$

1) $\frac{\Delta U_{21}}{A'} = \Delta U_{21} \cdot \frac{1}{R(T_2 - T_1)} = \frac{1}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2)$ Черновик

$\frac{\Delta U_{21}}{A'} = \frac{1}{2} (7 \cdot 1 - 2 \cdot 2.5) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7 = \frac{1}{2} \cdot 7 = \frac{6.5}{2}$

$A' = (3 \cdot 3) - (\frac{1}{2} \cdot 3) - (\frac{1}{2} \cdot 15) = 9 - \frac{3}{2} - \frac{15}{2} = \frac{18 - 3 - 15}{2} = \frac{0}{2} = 0$

$1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$

$\left| \frac{\Delta U_{21}}{A'} \right| = \frac{6.5}{4} \cdot \frac{4}{3} = \boxed{7}$

2) $p = \beta - \alpha V$

~~$pV = (\beta - \alpha V)V = \beta V - \alpha V^2 = \int p dV = \int R T dV$~~

$pV = (\beta - \alpha V)V = \beta V - \alpha V^2 = R T$

$\int R T dV = (\beta V - \alpha V^2) = \beta V - 2\alpha V^2 = 0$ или $\frac{\beta}{\alpha} = 2 \frac{dV}{V}$

$\alpha = -\frac{\beta}{2} \Rightarrow \hat{p} = \frac{\beta}{V_0} \Big|_{V=6} \Rightarrow p = 3$

$p_1 V_1 = R T_1 \Rightarrow 18 = R T_1$ $p_2 V_2 = 4 \cdot 4 = R T_2 \Rightarrow 16 = R T_2$

$\Rightarrow \frac{18}{16} = \frac{3}{8}$

$\hat{p} + 2 dV = 0$ $\hat{p} = 8$
 $d = -1$

$8 = 2 \cdot dV \Rightarrow V = 4$

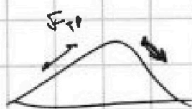
→ закон Гука

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A'_{12} + \hat{A}'$

$\frac{1}{2} (p_1 V_1 + p_2 V_2) + \frac{1}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \frac{1}{2} (18 + 16) + \frac{1}{2} (18 - 16) = \frac{1}{2} (34) + \frac{1}{2} (2) = 17 + 1 = 18$

$\frac{3}{2} \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 2 = \left\{ 5 \cdot \frac{3}{2} + 7 = 8 \cdot \frac{3}{2} + 7 = 12 + 7 = 19 \right\} = \boxed{16} \text{ Дж}$

$\eta = \frac{A'}{Q_{12}} = \frac{16}{64} = \frac{64}{51} \cdot \frac{34}{16} = \frac{5}{84}$



$$\begin{array}{r} 56 \\ + 12 \\ \hline 168 \\ + 56 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 10 \\ \hline 25 \\ + 25 \\ \hline 2750 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2750 \\ + 728 \\ \hline 3478 \end{array}$$

15 · 25 · 6

$$\begin{array}{r} 169 \\ + 25 \\ \hline 845 \\ + 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$



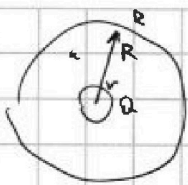
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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)



$v, R, Q, \epsilon, \varphi(x) - ?$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} \Rightarrow x=R, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$$

$$\frac{kQ}{x^2} \rightarrow \frac{kQ}{x^2} \cdot x^2 = kQ$$

Черновик



$$\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} = \frac{x_2}{x_1}$$



$$4\pi x^2 \cdot E = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$$

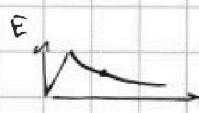
$$E_{d1} + E_{d2}$$



$$E_1 \cdot 4\pi R^2 = E_2 \cdot 4\pi R^2$$

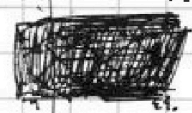
$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_1\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_2\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$



$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_1\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_2\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$



$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_0} = 4$$

$$\frac{\epsilon_2}{\epsilon_0} = 3$$

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_1\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_2\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_1\epsilon_0} \left(\frac{1}{x-R} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_2\epsilon_0} \left(\frac{1}{R-\infty} \right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon_1 x} + \frac{1}{\epsilon_2 R} \right)$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon_2 x} + \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R} \right)$$

$$\frac{\varphi_1}{\epsilon_2} = \frac{\frac{1}{\epsilon_1 x} + \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R}}{\frac{1}{\epsilon_2 x} + \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R}} = \frac{\epsilon_1 R}{\epsilon_2 \epsilon_1 - 1} = \frac{\epsilon_1 + 2}{\epsilon_1 \epsilon_2 - 1} = \frac{4}{3}$$

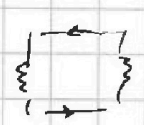
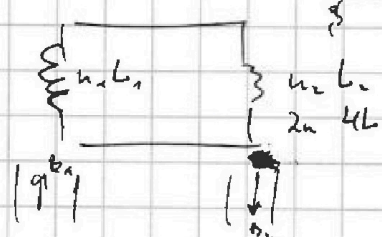
$$d\Phi = -dB \cdot \Phi_n + dI \cdot L$$

$$\Delta\Phi = -dB \Phi_n + \Delta I L$$

$$\frac{\epsilon_1 + 2}{\epsilon_1 \epsilon_2 - 1} = \frac{\epsilon_1 + 2}{\epsilon_1 \epsilon_2 - 1} = \frac{4}{3}$$

$$3\epsilon_1\epsilon_2 = \epsilon_1\epsilon_2 + 2 \Rightarrow 4 = \epsilon_2$$

4)



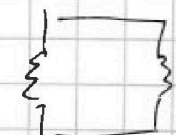
$$2B_0 + dE = iL$$

$$2B_0 = iL$$

$$\Phi_{L1} = B_1 \Phi_{n1} \Rightarrow \Phi_{L1}' = \frac{dB_1}{dt} \Phi_{n1} = d\Phi_{n1}$$

$$(\mathcal{E}_d = iL_1 + iL_2) \Rightarrow d\Phi_{n1} = i(L_1 + L_2)$$

$$iL = \frac{d\Phi_{n1}}{L_1 + L_2}$$



$$\begin{cases} B_0 dt = iL_1 \\ 2B_0 = iL_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} B_0 dt = iL_1 \\ 2B_0 = iL_2 \end{cases}$$

$$A = \frac{1}{2} \quad \downarrow \quad 2B_0$$



$$B_1(t) = -dt + iL_1$$

$$-B_2(t) = -dt + iL_2$$

$$\frac{B_1}{2} \quad \downarrow \quad \frac{2B_2}{3}$$



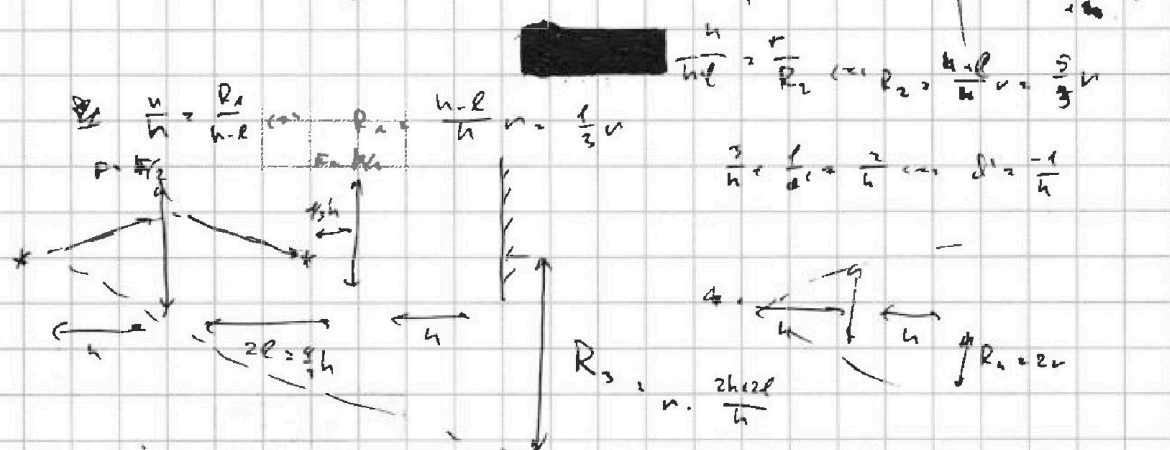
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

Σ Черновики



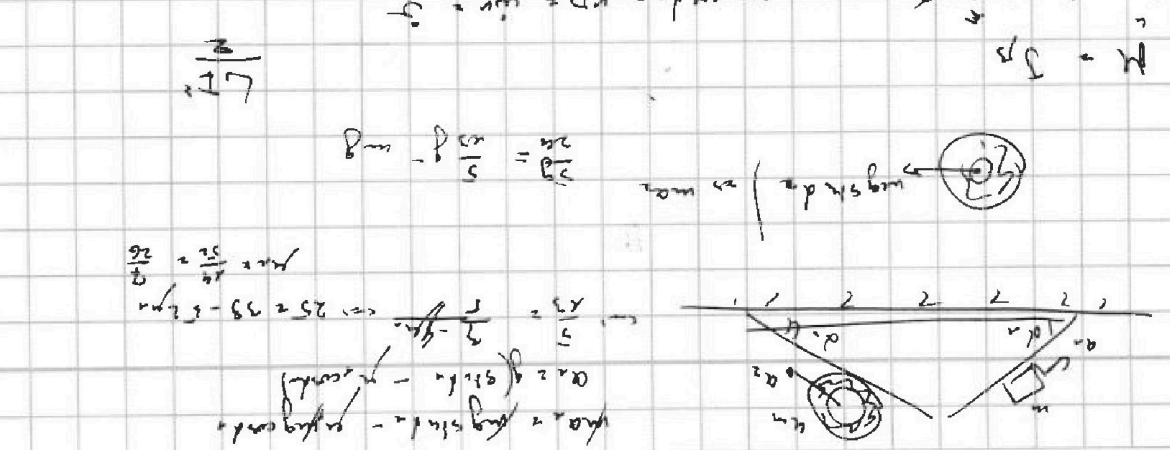
$$\frac{2h \cdot 2h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h}$$

$$\frac{h-l}{h} = \frac{1}{3} h$$

$$\frac{h}{h-l} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{h-l}{h} R_1 = \frac{1}{3} R_1$$

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} \Rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{h} \Rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{h}$$

$$\frac{2h \cdot 2h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h} = 2 \cdot 2 \frac{h}{h}$$



$$\frac{4h}{h} = 4$$

$$\frac{4h}{h} = 4$$

$$\frac{4h}{h} = 4$$

