

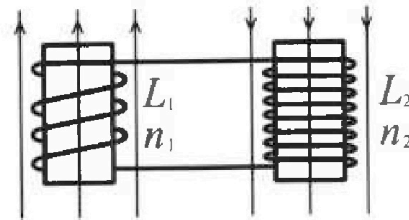
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

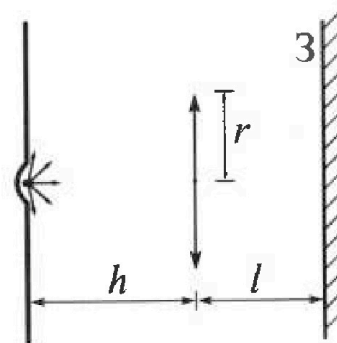


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) нач нет 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 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  $F = h/3$ . 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



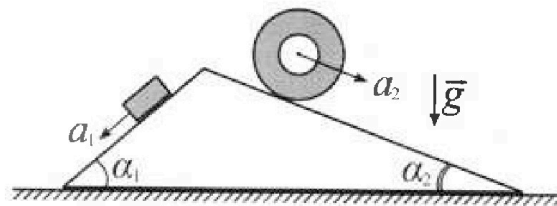
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

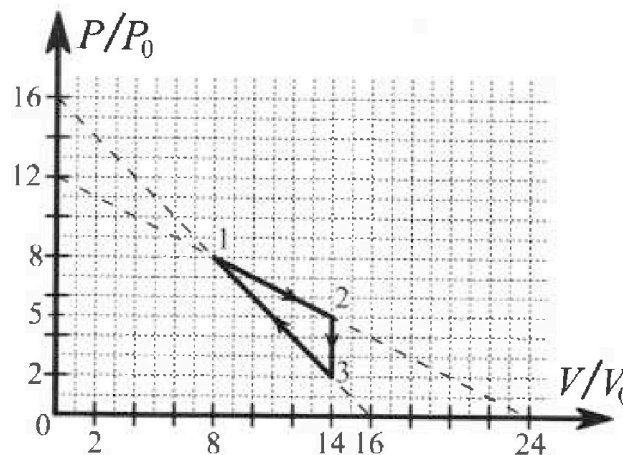


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с ч 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.

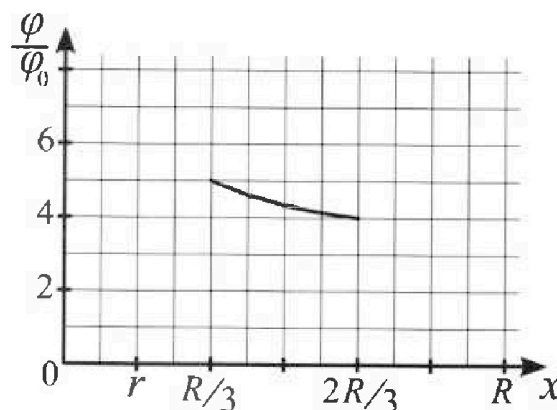
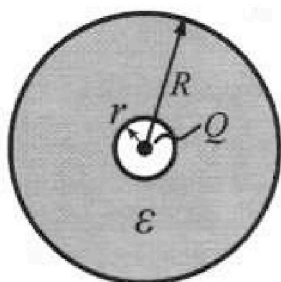
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





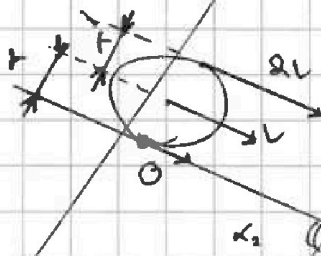
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 2. Для поиска этих величин рассмотрим М.Ц.В. цилиндра



$$\Rightarrow \omega = \frac{2V - V}{R} = \frac{V}{R}$$

$$V_{g.m.} = V$$

$$\Rightarrow E_{g.m.} = \frac{1}{2} m V^2 \quad E_{op} = \frac{1}{2} m (\omega R)^2 = \frac{1}{2} m V^2$$

$$E_k = mV^2 \quad dE_k = 2mVdV$$

$$mg dx \sin \alpha_2 - F_2 dx = 2mVdV$$

$$mg \sin \alpha_2 \frac{dx}{dt} - F_2 \frac{dx}{dt} = 2mV \frac{dV}{dt}$$

$$mg \sin \alpha_2 \cdot x - F_2 \cdot x = 2mV a_2$$

$$F_2 = m(g \sin \alpha_2 - 2a_2) =$$

3)  ~~$F_3 = \frac{1}{2} m g \sin \alpha_2$~~   ~~$a_{g.m.} = \frac{1}{2} g \sin \alpha_2$~~

Рассмотрим силы и ускорение всей системы тел

$$|F_3| = \frac{1}{2} m g \sin \alpha_2 \quad (по оси O_{g.m.} X)$$

$a_{g.m.}$  - ускорение центра масс вдоль оси X, проведенной горизонтально



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 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!

$$|M_{обг} \text{ сеч. н. х}| = |m_1 a_{1x} - m_2 a_{2x}| = |m_1 a_{1\text{сеч}x_1} - m_2 a_{2\text{сеч}x_2}|$$

$$= 4 \text{ м} \left| \frac{6}{13} \text{ г} \cdot \frac{4}{5} - 2 \cdot \frac{1}{4} \text{ г} \cdot \frac{12}{13} \right| = m \text{ г} \left| \frac{1}{13} \left( \frac{24}{5} - 6 \right) \right| =$$

$$\frac{m \text{ г}}{13} \left| \frac{24 - 30}{5} \right| = m \text{ г} \frac{30 - 24}{5 \cdot 13} = \frac{30 - 24}{5 \cdot 13} = \frac{6}{65} m \text{ г}$$

$$F_3 = \frac{6}{65} m \text{ г}$$

~~Решение~~

2)



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!

## Задача №2

Дано:  
заряд  $\frac{q}{\epsilon_0} \left( \frac{V}{V_0} \right)$

Найти:

- 1)  $\frac{|dU_{12}|}{A}$
- 2)  $\frac{T_{1212}}{T_3}$
- 3)  $\eta$

- 1) Найти работу газа за цикл А, как движущегося цикла

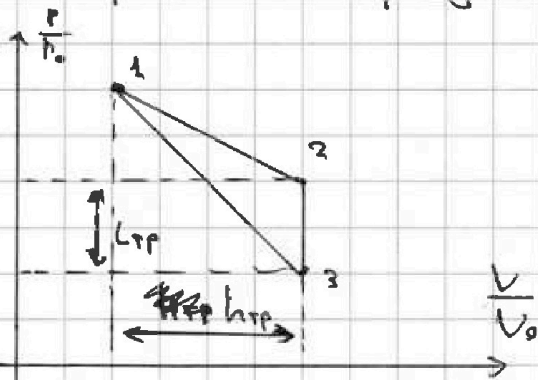
$$A = S_{\text{тр}} = \frac{1}{2} h_{\text{тр}} \cdot L_{\text{тр}}$$

где  $S_{\text{тр}}$  - площадь треугольника, которым является цикл

$h_{\text{тр}}$  - высота треугольника, в каком случае

$L_{\text{тр}}$  - длина стороны, взятой за основание, в каком случае 23

$S_{\text{тр}}$  - высота треугольника



$$h_{\text{тр}} = V_2 - V_1 = 14V_0 - 8V_0 = 6V_0$$

$$L_{\text{тр}} = P_2 - P_3 = 5P_0 - 2P_0 = 3P_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0V_0$$

$$|dU_{12}| = \left| \frac{1}{2} \cdot 6(PV) \right| = \frac{1}{2} |P_2V_2 - P_1V_1| \quad i=3 \text{ (число степеней свободы)}$$

$$P_1 = 8P_0 \quad V_1 = 8V_0 \quad P_2 = 5P_0 \quad V_2 = 14V_0$$

$$P_1V_1 = 64P_0V_0 \quad P_2V_2 = 70P_0V_0$$

$$|dU_{12}| = \frac{3}{2} (70 - 64) P_0V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0V_0 = 9P_0V_0$$



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!

$$\frac{U_0}{A} = \frac{9P_0 U_0}{9P_0 U_0} = 1$$

2)  $\frac{P}{U}$  Отрезок 12 криволинейной прямой, записанной уравнением:

$$\frac{P}{P_0} = 12 - 12 \cdot \frac{U}{24} = -\frac{1}{2} \frac{U}{U_0} + 12$$

$$P U = U R T \quad T = \frac{1}{U R} \cdot P U$$

$$P = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{U_0} \cdot U + 12 P_0 \quad T = \frac{1}{U R} \cdot \left( -\frac{P_0}{2 U_0} \cdot U^2 + 12 P_0 \cdot U \right)$$

$T(U)$  - парабола с ветвями вниз с вершиной параболы - ~~Функция~~ максимумом температуры

$$U_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{-12 P_0}{-2 \cdot \frac{P_0}{2 U_0}} = 12 \frac{P_0}{\frac{P_0}{U_0}} = 12 U_0$$

$P_0 = 6 P_0$  (берем из графика)

$$T_3 = \frac{1}{U R} (P_3 U_3) \quad P_3 = 2 P_0 \quad U_3 = 14 U_0$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{\frac{1}{U R} P_0 U_0}{\frac{1}{U R} P_3 U_3} = \frac{12 P_0 \cdot 6 P_0}{2 P_0 \cdot 14 U_0} = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot 14} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 6}{4 \cdot 7} =$$

$$= \frac{18}{7}$$



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!

3) Ур-е адиабаты:  $PV^\gamma = \text{const}$

$$dP \cdot V^\gamma + P \cdot dV \cdot V^{\gamma-1} \cdot \gamma = 0$$

$$\frac{dP}{P} = -\gamma \frac{dV}{V} \quad \Rightarrow \quad \frac{dP}{dV} = -\gamma \frac{P}{V}$$

Касаная адиабата проходит на отрезке  $12, \text{ см}$

$$\frac{dP}{dV} = \frac{-2P_0}{24V_0} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \quad -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = -\gamma \frac{P}{V}$$

$$\frac{1}{2\gamma} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{P}{P_0} \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v} \quad C_v = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R = 1,5R$$

~~$$C_p = C_v + R$$~~ 
$$C_p = C_v + R = 2,5R$$

$$\gamma = \frac{2,5}{1,5} = \frac{5}{3} \quad \frac{1}{2\gamma} = \frac{1}{2 \cdot \frac{5}{3}} = \frac{3}{2 \cdot 5} = 0,3$$

Теперь найдем точку касания адиабаты:

$$\begin{cases} P = 0,3 \frac{P_0}{V_0} \cdot V & 0,3 \frac{P_0}{V_0} \cdot V = -0,8 \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0 \\ P = -0,8 \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0 \end{cases}$$

$$0,3 \frac{P_0}{V_0} V = 12P_0 \quad V = \frac{12}{0,3} V_0 = \frac{4 \cdot 3}{1} = 15V_0$$

$\Rightarrow$  Касаная адиабата не пересекает ось  $Ox$ .

~~$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{1}{2} (8P_0 + 5P_0) \cdot 6V_0 + 9P_0 \cdot V_0$$~~

$$= 13 \cdot 3P_0 V_0 + 9P_0 V_0 = 39P_0 V_0 + 9P_0 V_0 = 48P_0 V_0$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = 0,5 \cdot \frac{3}{2} (5P_0 - 2P_0) \cdot 14V_0 =$$

$$-3 \cdot 3P_0 \cdot 7V_0 = -63P_0 V_0$$



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

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!

$$\begin{aligned} Q_{31} &= \Delta C_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} (64P_0V_0 - 28P_0V_0) A - \frac{1}{2} (14V_0 - 8V_0) (8P_0 + 2P_0) \\ &= \frac{3}{2} P_0V_0 (6 \cdot 36 - 3 \cdot V_0 \cdot 10P_0) = P_0V_0 (3 \cdot 18 - 30) = 3 \cdot 8 P_0V_0 \\ &= 24 P_0V_0 \end{aligned}$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31} = (48 + 24) P_0V_0 = 72 P_0V_0, \quad A = 9 P_0V_0$$

$$y = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 12.5\%$$

Ответ: 1) 1      2)  $\frac{18}{7}$       3) 12,5%





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

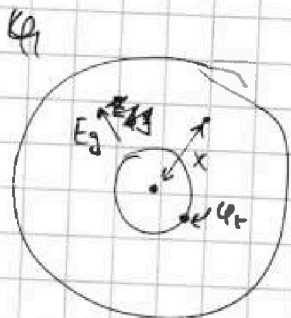
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

### Задача 13

Дано: 1) Дано:  $r, R, Q, \epsilon$  Найти  $\varphi(x), x \in \mathbb{R}$



$$\varphi(x) = \varphi_r - \int_r^x E_0(x) \cdot dx, x \in \mathbb{R}$$

где  $\varphi_r$  - потенциал на поверхности  $r$  от шарика  $E_0(x)$  - поле внутри диэлектрика на расстоянии  $x$

$$\varphi_r = \int_r^x k \frac{Q}{r} \int_r^x E_0(x) \cdot dx = \int_r^x \frac{E_0(x)}{\epsilon} \cdot dx = \frac{1}{\epsilon} \int_r^x E_0(x) \cdot dx \epsilon$$

где  $E_0$ , это поле на расстоянии  $x$  от шарика в отсутствие диэлектрика

$$\int_r^x E_0(x) \cdot dx = \int_r^x \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} \cdot dx$$

$$k \frac{Q}{x} = \varphi_0(r) - \varphi_0(x)$$

$$= k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{x} = kQ \frac{x-r}{rx}$$

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

$$= k \frac{Q}{r} \frac{x(\epsilon-1) + r}{x\epsilon} \quad \text{---}$$

$$x \in \mathbb{R} \quad \varphi(x) = k \frac{Q}{r} \frac{x(\epsilon-1) + r}{x\epsilon} \quad \text{---}$$

$$\text{---} \quad k \frac{Q}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{r}{x\epsilon}\right)$$

$$x \in \mathbb{R} \quad \varphi(x) = k \frac{Q}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{r}{x\epsilon}\right)$$



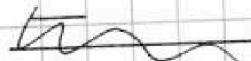
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$2) \frac{\varphi\left(\frac{2}{3}R\right)}{\varphi\left(\frac{1}{5}R\right)} = \frac{1 - \frac{1}{\varepsilon} + \frac{6}{5} \frac{r}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R}}{1 - \frac{1}{\varepsilon} + \frac{6}{5} \frac{r}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{R}} = \frac{4}{5}$$



$$\frac{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + \frac{18}{10} \frac{r}{\varepsilon R}}{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + \frac{36}{10} \frac{r}{\varepsilon R}} = \frac{4}{5} \quad \cdot \frac{10R}{10R}$$

$$\text{Итого } a = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}, \quad a \cdot b = \frac{r}{\varepsilon R}, \quad \text{тогда}$$

$$5(a + 1,8b) = 4(a + 3,6b)$$

$$5a + 9b = 4a + 14,4b \quad a = 5,4b$$

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = 5,4 \frac{r}{\varepsilon R} \quad \varepsilon = 1 + 5,4 \frac{r}{R}$$

$$r = \frac{R}{6} \quad \frac{r}{R} = \frac{1}{6} \quad \varepsilon = 1 + \frac{r}{R} \cdot 5,4 = 1 + \frac{5,4}{6} = 1 + \frac{5,4}{6}$$

$$= 2 - \frac{6}{6 \cdot 2} = 2 - \frac{1}{2} = 1,9$$

$$\text{Ответ: } 1) \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = K \frac{Q}{r} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} + \frac{6}{5} \frac{r}{R\varepsilon}\right)$$

$$2) \varepsilon = 1,9$$



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!

### Задача №4

- 1)  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$   $\mathcal{E}_1$  - напряжение на катушке 1  
 $\mathcal{E}_2$  - напряжение на катушке 2  
 $I$  - скорость изменения тока

~~$\mathcal{E}_2 = L_2 \dot{I}$   $\mathcal{E}_1 = n_1 \alpha S - L_1 \dot{I}$~~

~~Две соединенные катушки можно рассмотреть как один контур, тогда  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$   
 $L_{\text{общ}} = L_1 + L_2$  где  $L_{\text{общ}}$  - обмотка индуктивности контура.~~

$I_1 = I_2 = I$   $\mathcal{E}_2 = L_2 \dot{I}$   $\mathcal{E}_1 = n_1 \alpha S - L_1 \dot{I}$

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1$   $(L_1 + L_2) \dot{I} = n_1 \alpha S$   $I = \frac{n_1 \alpha S}{L_1 + L_2} = \frac{1}{17} \frac{\alpha n S}{L}$

2)  $\Phi = LI$   $\dot{I} = \frac{d\Phi}{L}$   ~~$I = \frac{d\Phi}{L}$~~

$|I| = \frac{1}{L \cos \alpha} |\Delta \Phi_1 - \Delta \Phi_2| = \frac{1}{L \cos \alpha} \left| \frac{2}{3} B_0 S n - \frac{3}{4} B_0 S \cdot 4n \right|$

$= \frac{1}{L \cos \alpha} |2 B_0 S n - 3 B_0 S n| = \frac{B_0 S n}{L \cos \alpha}$

$L \cos \alpha = 17L$   $I = \frac{B_0 S n}{17L} = \frac{1}{17} \frac{B_0 S n}{L}$



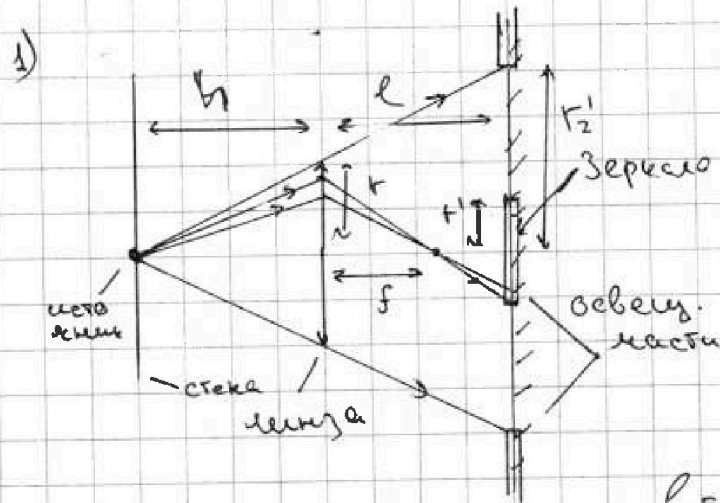
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

### Задача №5



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{h-f}{fh} = \frac{h - \frac{1}{3}h}{\frac{1}{3}h \cdot h} =$$

$$= \frac{\frac{2}{3}h}{\frac{1}{3}h \cdot h} = \frac{2}{h}$$

$$f = \frac{h}{2} = \frac{3}{6}h$$

$$l = \frac{2}{3}h = \frac{4}{6}h$$

$$\frac{f}{r} = \frac{l-f}{r'} \quad r' = r \frac{l-f}{f} = r \cdot \frac{\frac{4}{6}h - \frac{3}{6}h}{\frac{3}{6}h} = \frac{1}{\frac{3}{6}} r =$$

$$= \frac{6}{3 \cdot 6} r = \frac{1}{3} r$$

$$\frac{r_2'}{h+l} = \frac{r}{h} \quad r_2' = r \frac{h+l}{h} = r \left( \frac{h}{h} + \frac{l}{h} \right) = r \cdot \frac{5}{3}$$

$$S = \pi r_2'^2 - \pi r^2 = \pi (r_2'^2 - r^2) = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi r^2 \frac{24}{9} =$$

$$= \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



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

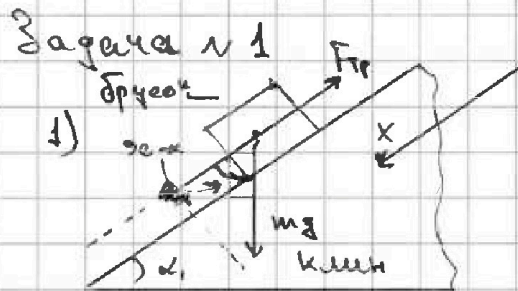
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

Дано:  
 $a_1, a_2, m, \kappa_1, \alpha_1$

Найти:

- 1)  $F_1$
- 2)  $F_2$
- 3)  $F_3$



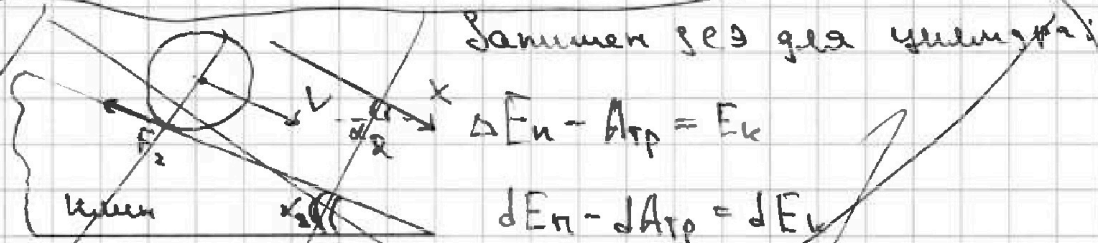
Проеция на ось  $X$ , параллельную наклону клина, наклонной под углом  $\alpha_1$  к гор. оси, действ. на брусок

$$mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13} g \right) = mg \frac{39 - 30}{65}$$

$$= \frac{9}{65} mg$$

2)



Запишем 2Э для цилиндра:

$$\Delta E_{кин} - \Delta A_{тр} = E_k$$

$$dE_{кин} - dA_{тр} = dE_k$$

Пусть цилиндр сместился на  $dx$  вдоль оси  $X$ , направленной ~~вверх~~ по наклону под углом  $\alpha_2$  к гор.

$$dE_{кин} = mg dx \sin \alpha_2 \quad dA_{тр} = F_2 dx$$

$E_k = E_{ц.н.} + E_{вр}$ , где  $E_{ц.н.}$  - кин. э-я центра масс, а  $E_{вр}$  - кин. э-я вращения вокруг с.в. центра масс

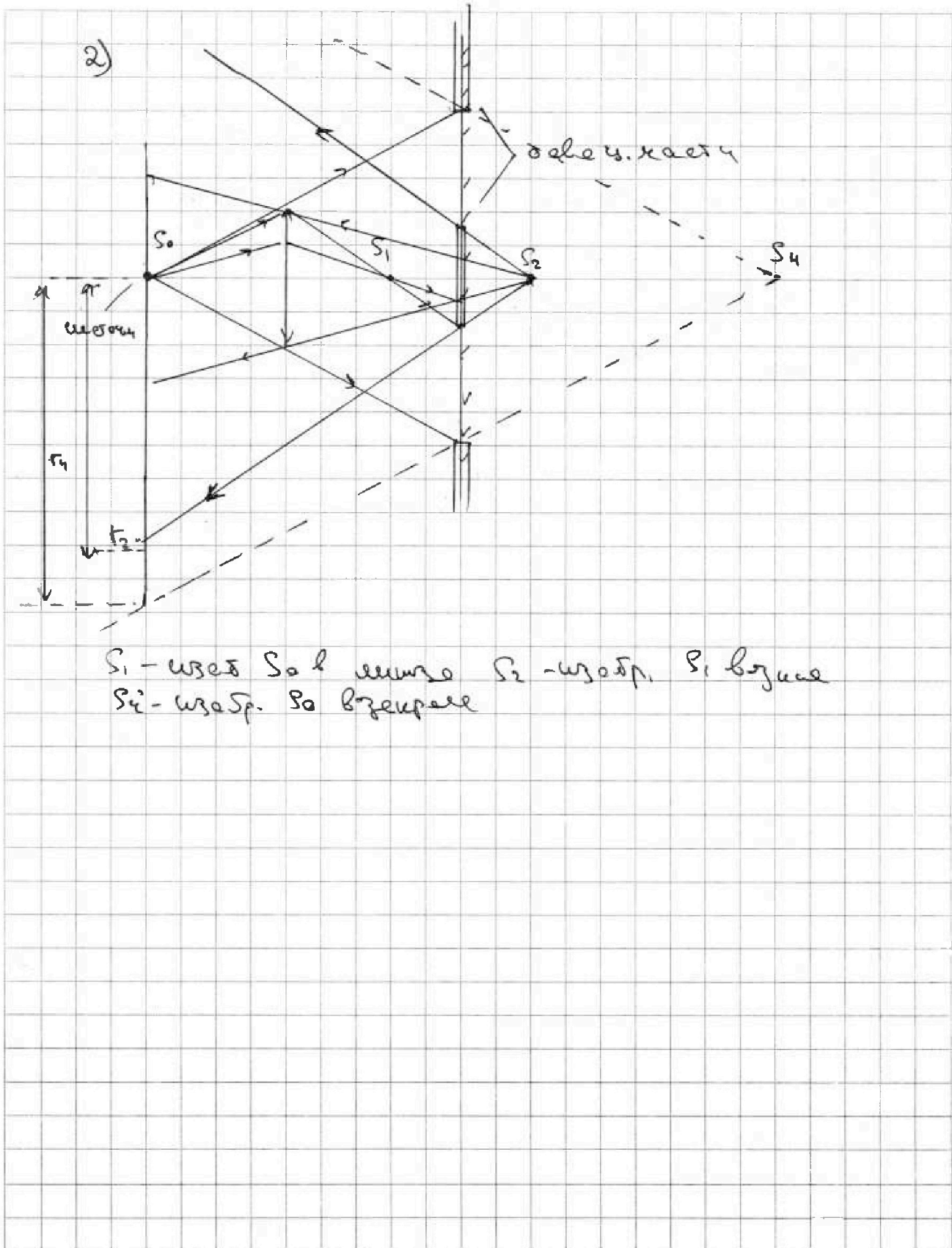


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

13:20

$$A = 9\rho_0 V_0$$

$$Q = 30 + 24 - 63$$

	A	B		
Q <sub>12</sub>	.	+9	$E_1 = E_2$	$E_2 = L_2 \dot{I}$
Q <sub>23</sub>	0	-63	$E_1 = \dot{\Phi} - L_1 \dot{I}$	$\dot{\Phi} = (L_1 + L_2) \dot{I}$
Q <sub>31</sub>	-30	+54	$\dot{\Phi} = (L_1 + L_2) \dot{I}$	$\dot{I} = \frac{\dot{\Phi}}{L_1 + L_2} = \frac{1}{17} \frac{\alpha}{L}$
			$S_1 = S_2$	$\frac{I_0}{I_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$

$$48 + 24 - 63 = 72 - 63 = A = 9\rho_0 V_0$$

t, R, Q, E      $\varphi_0 = k \frac{q}{r}$       $\varphi(x) = \varphi_0 + \dots$

$$\Delta\varphi = \int E(x) dx = \int E_0(x) dx \cdot \frac{1}{r} = (\varphi'_a(R) - \varphi'_a(r))$$

13:20 } 3L  
 13:50 }  
 14:00 } 4  
 14:15 }  
 14:30 } 4  
 14:45 }  
 15:10 } 5  
 15:20 }

$$E = L \dot{I} = L \frac{dI}{dt}$$

$$E = \dot{\Phi} = \frac{dQ}{dt}$$

$$L = \frac{dQ}{dI}$$

$4 \cdot 0,6 = 2,4$   
 $4 \cdot 3 = 12$   
 $4 \cdot 3,6 = 14,4$

$$E_1 = E_2 \quad E_2 = L_2 \dot{I} = 16L \dot{I}$$

$$E_2 = E_1 =$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

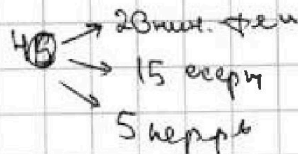
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Начало: 11:20

$$60 \times 4 = 120 + 120 = 240 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

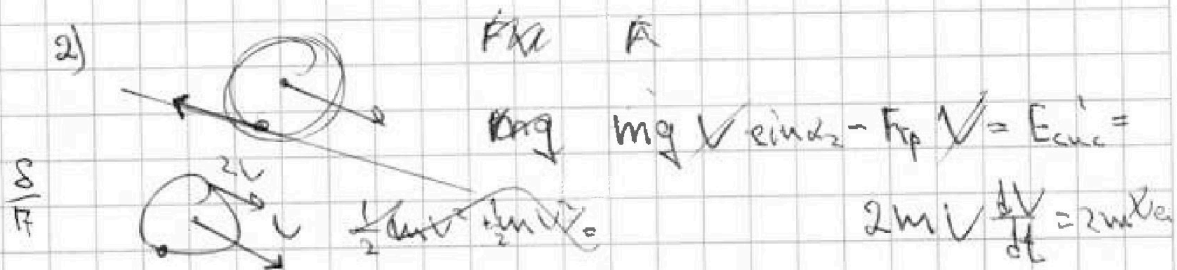
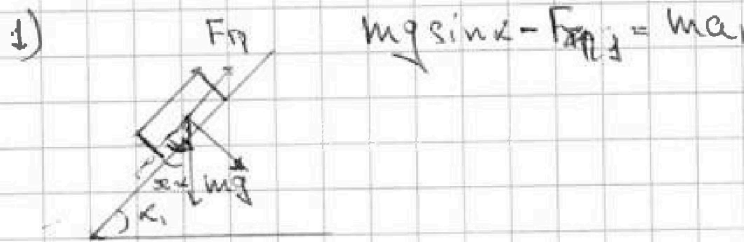
$$\frac{240}{5} = 48$$

48



11:20  
11:40  
11:55  
12:00  
12:20  
12:35  
12:40

1)  $a_1, k_1, k_3$   
 $a_1, k_1, m \rightarrow F_1, F_2, F_3$   
 $a_2, k_2$



$$E_{cm} = E_{cm} + E_{cp} = mV^2$$

3)  $F_3 = m_{ц.м.} \cdot V_{ц.м.}^2 = m$

8/27

$$\frac{8}{17} - 2 \cdot \frac{8}{27} = \frac{8 \cdot 27 - 17 \cdot 16}{17 \cdot 27} = \frac{8(27 - 17)}{17 \cdot 27}$$