



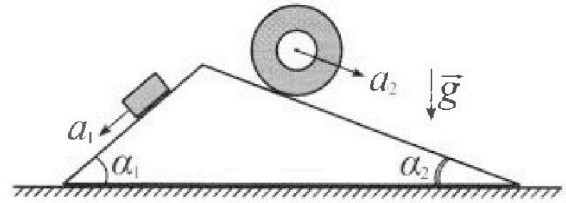
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

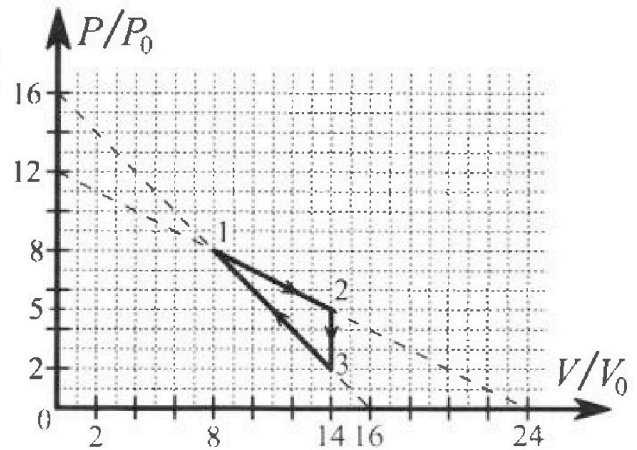


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

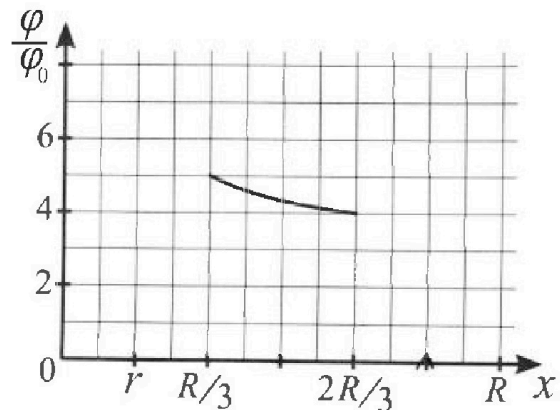
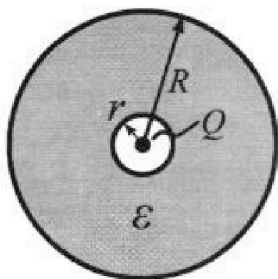
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  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.

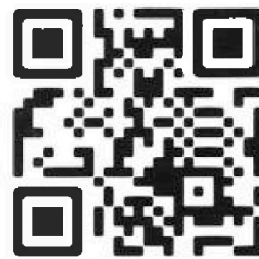
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\varepsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\varepsilon$ .



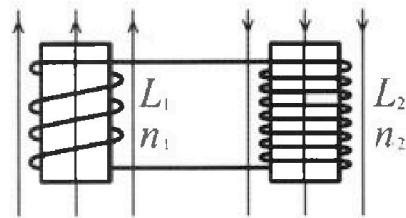
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

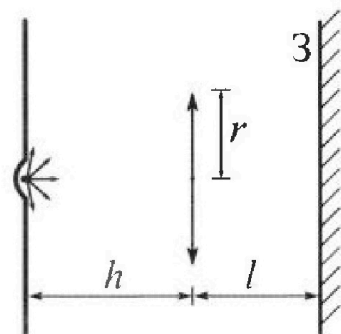


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках 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 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  $\gamma$  - 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 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!

Дано:

$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

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

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

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

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

$m$

Решим:

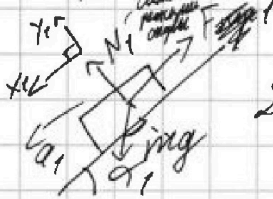
1)  $F_1 = ?$

2)  $F_2 = ?$

3)  $F_3 = ?$

Решим:

Решим, используя законы Ньютона на брусок:



2.3.з.:  $Ox_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$Oy_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

м.к. силы трения  $F_{тр1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13} \right) = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{5 \cdot 13} \right) = mg \left( \frac{39 - 30}{5 \cdot 13} \right) = mg \cdot \frac{9}{65}$$

Решим, используя действующие на цилиндр:



2.3.з.: М.к. протекать не будет, так как  $m$ . А не квадратная.

2.3.з.:  $Ox_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 - F_{тр2} = 2ma_2$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \left( \frac{20 - 13}{13 \cdot 4} \right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 = \frac{10}{13} mg$$



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 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!

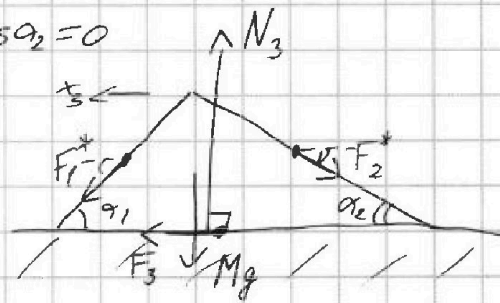
Рассм. силы, действующие на клин, ~~но 3 з. л. от нас~~  
~~равны по модулю, но против~~ от тм на  
 нам на него действуют силы  $F_1^* = F_1$  и  $F_2^* = F_2$ , но  
 они напр. <sup>противоположно</sup> ~~смы~~ (по 3 з. л.)

$$2 \text{ з. л. } \sum \mathcal{M}_3: F_1^* \cos \alpha_1 + F_3 - F_2^* \cos \alpha_2 = 0$$

$$- F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F_3$$

$$F_3 = mg \left( \frac{7}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{7 \cdot 6}{13^2} - \frac{4 \cdot 9}{65 \cdot 5} \right)$$



$$F_3 = mg \left( \frac{10}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) = mg \left( \frac{120}{169} - \frac{36}{325} \right)$$

Ответ: 1)  $F_1 = mg \cdot \frac{9}{65}$  2)  $F_2 = mg \cdot \frac{10}{13}$  3)  $F_3 =$



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  
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!

$$\sqrt{2} \quad Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 7 \text{ тонне}$$

$$A_S = 9 \text{ тонне}$$

$$\eta = \frac{A_S}{Q_H} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

Ответ: 1)  $\frac{A_S}{Q_H} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8}$

2)  $\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{24}{7}$

3)  $\eta = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$





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  
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!

$$N_2 \quad T = \frac{pV}{\sqrt{R}}$$

Выпукл. 1-2

$$T = \frac{pV}{\sqrt{R}} = \frac{V}{\sqrt{R}} \cdot \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0\right) = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{V^2}{V_0} + 16V\right) - \text{квадр. зависимость}$$

$$T_{\max} \text{ в вершине, } V_0 = \frac{16V_0 \cdot \frac{16 \cdot V_0}{4}}{2 \cdot \frac{2}{3}} = 12V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{144V_0^2}{V_0} + 192V_0\right)$$

$$T_{\max} = \frac{p_0}{\sqrt{R}} (-96V_0 + 192V_0) = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \cdot 96V_0 = \frac{p_0 V_0 \cdot 96}{\sqrt{R}}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\sqrt{R}} = \frac{14 \cdot 2 p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{\frac{96}{\sqrt{R}}}{\frac{28}{\sqrt{R}}} = \frac{48 \cdot 29}{7} = \frac{29}{7}$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{1}{2} p_0 V_0 + \frac{8+5}{2} \cdot \frac{6}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 + \frac{13 \cdot 8}{2} p_0 V_0 =$$

Среднее значение p(V) в промеж. 1-2

$$= \frac{1}{2} p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0 > 0$$

Рассм. промеж. 2-3)  $A_{23} = 0$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 - \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (28 - 70) p_0 V_0 = -\frac{3}{2} \cdot \frac{42 \cdot p_0 V_0}{28} = -73 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -73 p_0 V_0 < 0$$

Рассм. промеж. 3-1)  $A_{31} = -S_{p(V)31} = -\frac{8+2}{2} \cdot (14-8) p_0 V_0 = -5 \cdot 6 p_0 V_0 = -39 p_0 V_0$

Среднее значение p(V) в промеж. 3-1

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 - \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 36 p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = 24 p_0 V_0 > 0$$



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

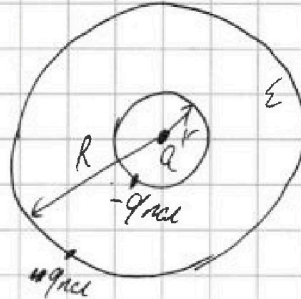
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

Дано:  $\epsilon, r, R, Q$   
маленькая п. 1

Решение: из задания  $r = \frac{R}{6}$

Под действием ~~сил~~ поле шарика с зарядом  $Q$ , на внешней и внутренней поверхности диэлектрика



Найти:  
1)  $\phi(\frac{5R}{6})$ ?  
2)  $\epsilon$ ?

появятся такие заряды, что на сумме потенциалов равнозначны пол за  $q_{ind}$  и  $-q_{ind}$  с ооуб.

Найдём зависимость  $\phi(x)$ , где  $x$  - расстояние от центра шара от центра шара.

При  $x < r$ :  $\phi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{ind}}{r} + \frac{kq_{ind}}{R}$

При  $r < x < R$ :  $\phi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{ind}}{x} + \frac{kq_{ind}}{R}$

При  $x > R$ :  $\phi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{ind}}{x} + \frac{kq_{ind}}{x} = \frac{kQ}{x}$

~~$\phi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R} - \frac{kq_{ind}}{5R} = \frac{6k(Q - q_{ind})}{5R}$~~

~~Векторы расставим  $\frac{5R}{6}$  берём  $x$ , то  $\phi(\frac{5R}{6}) = E(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R} - \frac{kq_{ind}}{5R}$~~

Найдём зависимость  $E(x)$ :

При  $x < r$ :  $E(x) = \frac{kQ}{x^2}$

При  $r < x < R$ :  $E(x) = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{ind}}{x^2}$

При  $x > R$ :  $E(x) = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{ind}}{x^2} + \frac{kq_{ind}}{x^2} = \frac{kQ}{x^2}$

$q_{ind} = Q(1 - \frac{1}{\epsilon})$  м.к.  $\frac{kQ}{5R} = \frac{kQ}{5R} - \frac{kq_{ind}}{5R} \Rightarrow q_{ind} = Q(1 - \frac{1}{\epsilon})$

~~$\phi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R} - \frac{6kq_{ind}}{5R} + \frac{kq_{ind}}{R}$~~





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  
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!

$$\begin{aligned}\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) &= \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kq_{\text{max}}}{5R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{kQ}{R} \left( \frac{6}{5} - \frac{6(1-\varepsilon)}{5} + \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon}\right) \right) = \\ &= \frac{kQ}{R} \left( \frac{6}{5} - \frac{6}{5} + \frac{6}{5} + 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{5\varepsilon} + 1 \right)\end{aligned}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kq_{\text{max}}}{R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{3k}{R}(3Q - 2q_{\text{max}})$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kq_{\text{max}}}{2R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{k}{2R}(3Q - 3Q - q_{\text{max}})$$

$$\frac{5}{4} = \frac{3Q - 2q_{\text{max}}}{\frac{3}{2}Q - \frac{q_{\text{max}}}{2}}$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{3}{2}Q - \frac{5}{4} \cdot \frac{q_{\text{max}}}{2} = 3Q - 2q_{\text{max}}$$

$$\frac{15}{8}Q - \frac{5}{8}q_{\text{max}} = 3Q - 2q_{\text{max}}$$

$$\frac{16-5}{8}q_{\text{max}} = \frac{24-15}{8}Q$$

$$q_{\text{max}} = \frac{9}{11}Q = \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)Q$$

$$\frac{9}{11} = 1 - \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{2}{11} \Rightarrow \varepsilon = \frac{11}{2}$$

Ответ: 1)  $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{5\varepsilon} + 1 \right)$  2)  $\varepsilon = \frac{11}{2}$

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.



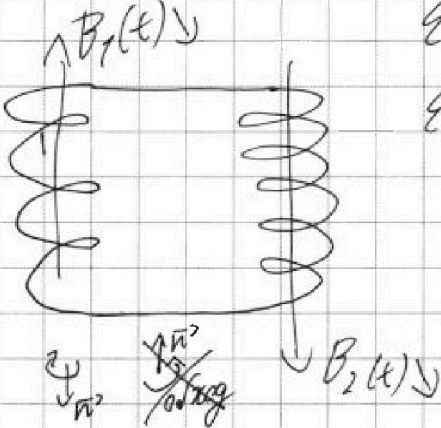
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

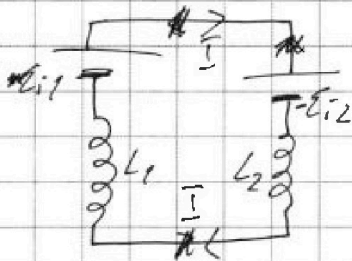
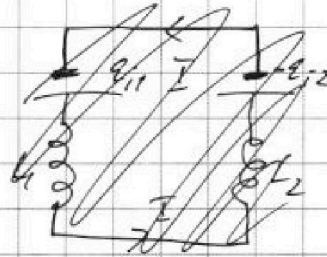
№4

2)



$$\mathcal{E}_{i1} = -\dot{\Phi}_1 = -\left(\frac{\Delta B_1}{\Delta t} N_1 S\right) = \frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -\dot{\Phi}_2 = -\left(\frac{\Delta B_2}{\Delta t} N_2 S\right) = \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t}$$



В любой момент времени верно:  $\mathcal{E}_{i1} - (-\mathcal{E}_{i2}) = (L_1 + L_2) \dot{I}$

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t} + \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t} = (L_1 + L_2) \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$NS(\Delta B_2 - 4\Delta B_1) = (L_1 + L_2) \Delta I$$

Почти в начале тока не было, тогда  $I_{нач} = 0$

Пускаем. Это значит, что начальное значение магнитного потока, что конечного

$$NS(\sum \Delta B_2 - 4\sum \Delta B_1) = (L_1 + L_2) \sum \Delta I$$

$$NS\left(\frac{9B_0}{3} - 4\left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0\right)\right) = (L_1 + L_2)(I_k - I_{нач})$$

$$NS\left(-\frac{2B_0}{3} - 9B_0 + 12B_0\right) = (L_1 + L_2) I_k$$

$$I_k = \frac{NS}{7L} \cdot \left(\frac{7}{3} B_0\right) = \frac{7NSB_0}{57L}$$

Ответ: 1)  $I_0 = \frac{9NS}{17L}$  2)  $I_k = \frac{7NSB_0}{57L}$

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



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!

Дано:

$L_1 = L$   
 $L_2 = 4L$   
 $N_1 = N$   
 $N_2 = 4N$   
 $S$

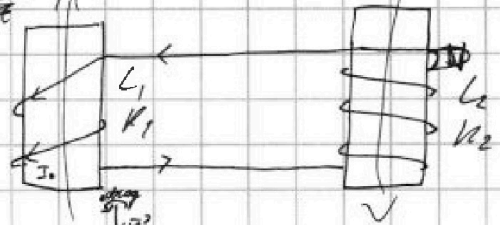
Найти:

1)  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$   
 $I_0 = ?$   
 2)  $B_0 \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$   
 $30^\circ \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$   
 $I_k = ?$

Решение:

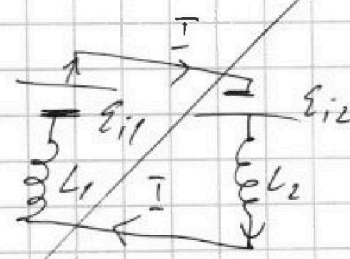
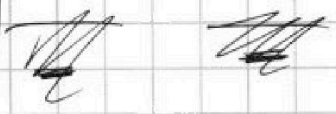
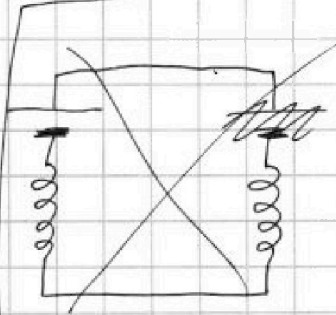
~~$L_1 \cdot I_1 = \Phi_1$   
 $\Phi_1 = \Phi_{11} = -(\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}) =$   
 $= -(\frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}) =$   
 $= N_1 S \alpha = N S \alpha$   
 $I_1 = \frac{N S \alpha}{L_1} = \frac{N S \alpha}{L}$   
 $L_1 I_1 = \Phi_{11} = \Phi$~~

Визу сверху:



$1) \mathcal{E}_{10} = -(\Phi_0)' = -(\frac{\Delta B N_1 S}{\Delta t}) =$   
 $= \alpha N S$

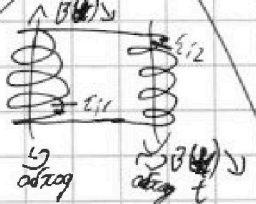
$\mathcal{E}_{10} = (L_1 + L_2) I_0'$   
 $I_0' = \frac{\alpha N S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha N S}{L + 4L}$



2) На  $L_1$   $B_1(t)$ , на  $L_2$   $B_2(t)$

$\mathcal{E}_{11} = -(\Phi_1)' = -N_1 (\frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}) =$   
 $= \frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{12} = -(\Phi_2)' = -N_2 (\frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t}) =$   
 $= \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t}$



В любой момент времени равенства

$\mathcal{E}_{11} + \mathcal{E}_{12} = (L_1 + L_2) I' = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\frac{S}{\Delta t} (\Delta B_1 + 4 \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$S N (\Delta B_1 + 4 \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \Delta I$



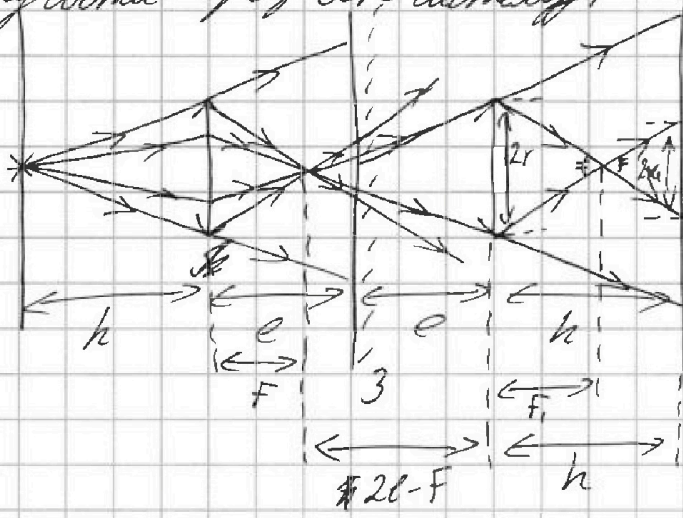
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№5 Кольца через вершину шпателя:



Узлы поодну:

$$\frac{2r}{2l-F} = \frac{2y_1}{2l-F+h}$$

$$y_1 = r \cdot \frac{2l-F+h}{2l-F}$$

$$= \frac{\frac{4}{3} - \frac{1}{2} + 1}{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}} \cdot r = \frac{11}{5} r = 11 \mu\text{m}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2l-F} + \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow F_1 = \frac{5h}{9}$$

Узлы поодну:

$$\frac{2r}{F_1} = \frac{2x_1}{h-F_1}$$

$$x_1 = r \cdot \frac{h-F_1}{F_1} = r \cdot \frac{4}{5} = 4 \mu\text{m}$$

$$S_c = \pi (x_1^2 + y_1^2) = \pi (16 + 121) = \pi \cdot 137 \mu\text{m}^2$$

Ответ:  $S_3 = \frac{200\pi}{3} \mu\text{m}^2$   
 $S_c = 105\pi \mu\text{m}^2$



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!

№5

Дано:

$$r = 5 \text{ см}$$

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

$$e = \frac{2k}{3}$$

Найти:

1)  $S_3$  - ?

2)  $S_2$  - ?

Решение: П.к. логично считать на 2-ой отн. от, но если свет излучается

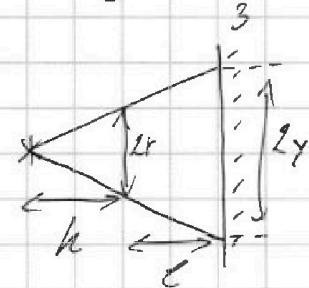
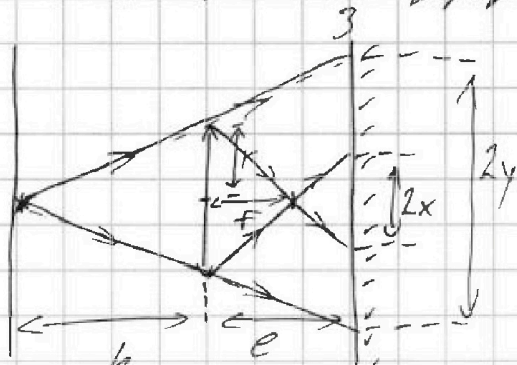
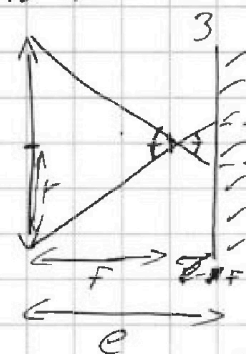
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{учет на расст. } F$$

$$\frac{3}{k} = \frac{1}{k} + \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{k}{2}$$

Углы подобия:

$$\frac{2r}{k} = \frac{2x}{e-F}$$

$$x = \frac{r}{F}(e-F) = r \cdot \frac{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = r \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{3} \text{ см}$$



$$\frac{2r}{k} = \frac{2y}{e+k}$$

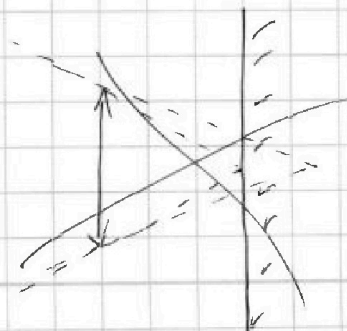
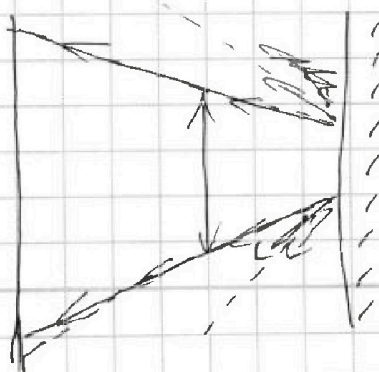
$$y = r \cdot \frac{e+k}{k} = r \cdot \frac{\frac{2}{3} + 1}{\frac{1}{3}} = \frac{5}{3}r = \frac{25}{3} \text{ см}$$

Площа  $S_3$  - несветящая часть зеркала равна

$$\pi r^2 - \pi x^2$$

$$S_3 = \pi r^2 - \pi x^2 = \pi \left( \frac{625}{9} - \frac{25}{9} \right) = \pi \cdot \frac{600}{9} = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$$

Вспомогательные лучи после отражения от зеркала:





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!

~~$b = 24$~~   
 ~~$a = 24$~~

~~$0 = \dots$~~

$16 = V \cdot a + b$

$b = 16$

$0 = b + 24 \cdot a$

$a = -\frac{b}{24} = -\frac{2}{3}$

~~$T = pV = -\frac{2}{3}V^2 + 16V$~~

$a = -\frac{2}{3}$   $b = 16$

$V_0 = \frac{16}{\frac{4}{3}} = 12$

~~$-\frac{2}{3} \cdot 12^2 + 16 \cdot 12 =$~~   
 ~~$-48 + 192 = 144$~~

$-12 \cdot 12 \cdot \frac{2}{3} + 192 = -12 \cdot 8 + 192 =$   
 $= -120 + 24 + 192 = -120 + 216 = 96$

~~$96$~~   
 ~~$48 \cdot 24$~~   
 ~~$7$~~

~~$144 \cdot \frac{2}{3}$~~





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!

N1

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} \cdot \frac{9}{65}$$

$$F_2 \cos \alpha_2 = \frac{12}{13} \cdot \frac{7}{26}$$

$$mgs \sin \alpha - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(gs \sin \alpha - ma) = \frac{3}{5} \cdot \frac{6}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{6}{13} = \frac{39-30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$2mgs \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2m(gs \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20-13}{26 \cdot 2} = \frac{7}{26}$$

$$\frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{9}{65} = \frac{42}{169} - \frac{36}{325} = 42 \cdot 25 - 36 \cdot 169$$

N3

$$QE = E_{ext} + E_{ind}$$

$$E_{ind} = E \left( \frac{d\Phi}{dt} \right)$$

$$\frac{E}{\varepsilon} = E - E_{ind} = \varepsilon E_{ind} = E \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon} = \frac{kQ}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{Q}{\varepsilon \varepsilon_0 S}$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon} = \frac{kQ}{\varepsilon} - \frac{kq_{ind}}{\varepsilon} + \frac{kq_{ext}}{R^2}$$

$$LI' = 0$$



N4

$$L = \mu \mu_0$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

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

$$\frac{r}{F} = \frac{x}{l-F} \Rightarrow x = r \cdot \frac{l-F}{F} = r \cdot \frac{2-l}{\frac{h}{2}} = r \cdot \frac{2-l}{\frac{h}{2}} = \frac{2-l}{\frac{h}{2}} \cdot r$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{2l-F} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{3}{h} - \frac{1}{\frac{4-l}{2}h} - \frac{1}{\frac{h}{2}} = \frac{3}{h} - \frac{2}{h(4-l)} - \frac{2}{h} = \frac{3}{h} - \frac{2}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$F_1 = \frac{5h}{9}$$

$$\frac{r}{F_1} = \frac{x}{l-F_1} \Rightarrow x = \frac{l-F_1}{F_1} \cdot r = \frac{5r-l}{\frac{5h}{9}} \cdot r = \frac{4}{5}r$$

$$\frac{r}{h} = \frac{x}{h+e} \Rightarrow \frac{h+e}{h} \cdot \frac{r}{h} = \frac{5}{3}r$$

$$\frac{r}{2e-F} = \frac{x}{h+2e-F} \Rightarrow \frac{h+2e-F}{2e-F} \cdot r = \frac{1+\frac{4}{3}-\frac{1}{2}}{\frac{2}{3}-\frac{1}{2}} \cdot r = \frac{6+8-3}{8-3} = \frac{11}{5}$$

$$1 + \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = 6+8-3$$

$$\frac{11}{3} \cdot \frac{25}{9} = \frac{1}{9} = \frac{8}{3}$$



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  
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!

$$\frac{5}{3} \times \frac{25}{9} = \frac{125}{27} = \frac{24}{3}$$

$$\frac{625}{9} - \frac{25}{9}$$

$$-\frac{16}{25} + \frac{121}{25} = \frac{105}{25}$$

$$\frac{6mg}{13} = \frac{3mg}{5} - F_1$$

$$\frac{2mg}{4} = \frac{2mg \cdot 5}{13} - F_2$$

$$F_1 = \frac{6mg}{13} - \frac{3mg}{5}$$

$$F_2 = \frac{mg}{2} - \frac{10mg}{13}$$

$$F_{1x} = \frac{6mg}{13} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3mg}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{24mg}{65} - \frac{12mg}{25}$$

$$F_{2x} = \frac{6mg}{13} \cdot \frac{1}{2} - \frac{12mg}{13} \cdot \frac{1}{13} = \frac{6mg}{13} - \frac{120mg}{13^2}$$

$$F_3 = F_{2x} - F_{1x} = \frac{6}{13} - \frac{120}{13^2} - \frac{24}{65} + \frac{12}{25}$$

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_{\text{вкл}}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{x^2} - k\gamma$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_0 \epsilon} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon} - \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon} (1 - \frac{1}{\epsilon}) = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$p_1 = 8 \text{ Pa}$      $V_1 = 8 \text{ V}$      $T_1 = 64$   
 $p_2 = 5 \text{ Pa}$      $V_2 = 14 \text{ V}$      $T_2 = 70$   
 $p_3 = 2 \text{ Pa}$      $V_3 = 14 \text{ V}$      $T_3 = 28$

$$A_{12} = 6 \cdot \frac{13}{2} = 39$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (64 - 70) = \frac{3}{2} \cdot (-6) = -9$$

$$Q_{12} = 48$$

$$A_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (28 - 70) = \frac{3}{2} \cdot (-42) = -63$$

$$Q_{23} = -63$$

$$A_{31} = -6 \cdot 5 = -30$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64 - 28) = \frac{3}{2} \cdot 36 = 54$$

$$Q_{31} = 24$$

$$Q_x = 63$$

$$Q_H = 72$$





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!

