



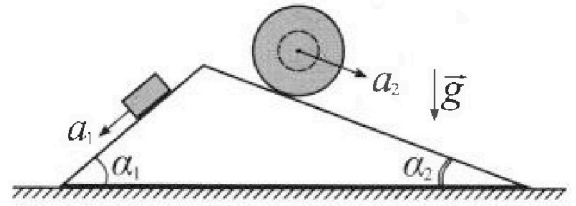
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

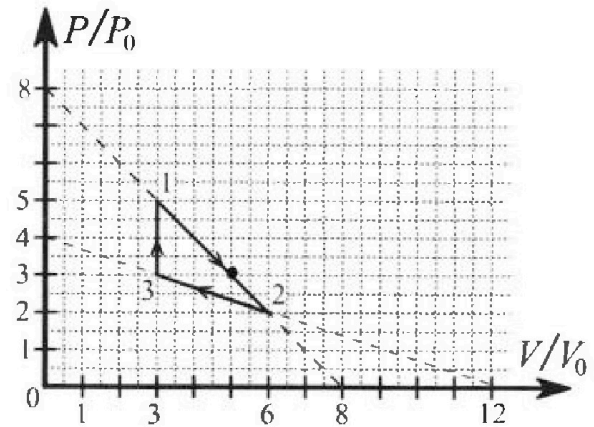


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

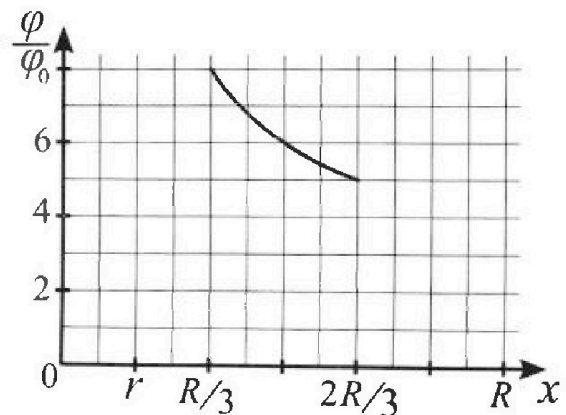
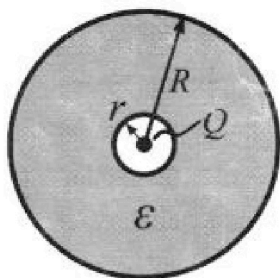
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

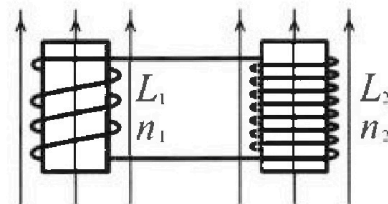


Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

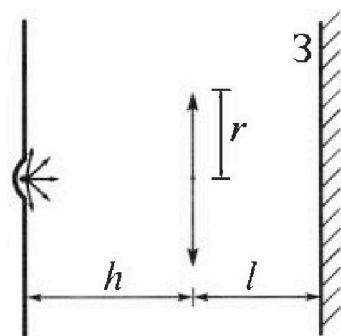
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  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.

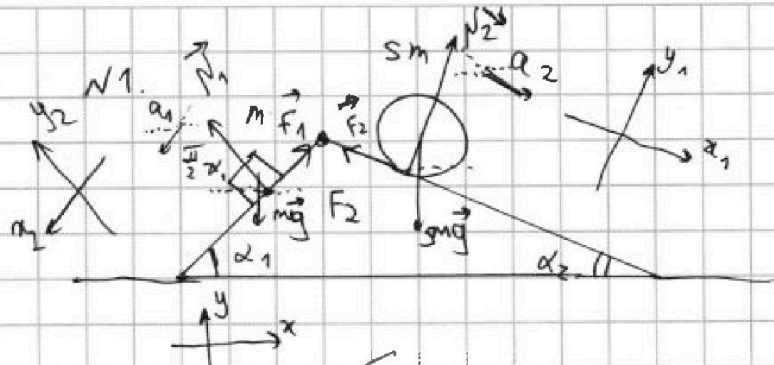


1  2  3  4  5  6  7

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!

~~Одна задача  
направлено правильно  
реш. ст~~



по м. в направлении к. и. для бруска и камня:

бруска:

по  $Ox_2$ :

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Leftrightarrow F_1 = m \cdot g \left( \frac{3}{5} - 0 \frac{7}{17} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{51 - 35}{5 \cdot 17} = \frac{16 mg}{85} = \frac{16}{85} \cdot mg$$

для шара  
по  $Ox_1$ :

$$5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_2 \Leftrightarrow F_2 = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= 40mg \cdot \frac{8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{85} mg$$

~~по  $Oy_2$  и  $Oy_1$~~

~~по  $Oy_2$ :~~

~~$$mg \cos \alpha_1 = N_1 \Leftrightarrow N_1 = \frac{4}{5} mg$$~~

~~по  $Oy_1$ :~~

~~$$5mg \cos \alpha_2 = N_2 \Leftrightarrow N_2 = \frac{75}{17} mg$$~~

~~по направлению м. в направлении к. и. камня~~

~~$$\vec{0} = M \vec{g} - \vec{N}_1 - \vec{N}_2 - \vec{F}_1 - \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad \times$$~~

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!

реш:  $\alpha x$ :

$$0 = 0 - (N_1 \sin \alpha_1) - N_2 \sin \alpha_2 - (F_1 \cos \alpha_1) - (-F_2 \cos \alpha_2) + F_3$$

$$0 = N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + F_3$$

$$F_3 = \frac{75}{17} \cdot mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{4mg}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{16}{85} \cdot mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} -$$

$$- \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17} = mg \cdot \frac{1}{25} \left( -12 + \frac{16 \cdot 4}{17} \right) +$$

$$+ \frac{mg}{17^2} \left( 8 \cdot 75 - \frac{64 \cdot 15}{5} \right)$$

по м. движениям в м. для камня, ползущего шарик и бруска: ( $M$  - масса камня)

$$m a_1 + 5 m a_2 + 0 \quad \alpha x:$$

$$- m a_1 \cdot \cos \alpha_1 + 5 m a_2 \cdot \cos \alpha_2 = F_3$$

$$F_3 = mg \cdot \left( 47 \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{25} \cdot 5 - \frac{7}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) = \frac{mg}{5 \cdot 17} (24 \cdot 5 - 28)$$

$$\approx \frac{mg}{5 \cdot 17} \cdot 92 = \frac{92mg}{85}$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{16}{85} mg$

2)  $F_2 = \frac{64}{85} mg$

3)  $F_3 = \frac{92mg}{85}$





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!

$\sqrt{2}$ .

(Адиабата  $\sim S$ , S-мощность  $\Delta$  ~~преумень-~~ ~~шена~~ 123)

$$1) \quad \cancel{A_{31}} \quad A_{31} = A_{\text{адиабата}} = p_0 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 4 = 12 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = 6 \cdot \frac{3}{2} \cdot (5 p_0 V_0 \cdot 3 - 3 p_0 V_0 \cdot 3) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 3 p_0 V_0 (2) = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{\text{адиабата}}} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$$

2) ~~уравнение~~ в процессе 1-2.

$$\frac{p}{p_0} = 8 - \frac{V}{V_0} \Leftrightarrow p = 8 p_0 - \frac{V p_0}{V_0}$$

$\Delta RT = pV$  (уравнение Клапейрона Менделеева для ~~магнито-~~ ~~какой~~ ~~максим~~ ~~альной~~ ~~температуры~~ ~~процесса~~ ~~1-2~~)

$$\Delta RT = p_0 \cdot \left(8 - \frac{V}{V_0}\right) \cdot V = p_0 \cdot \left(8V - \frac{V^2}{V_0}\right)$$

макс. значение правой части будет при

$$V = \frac{-8}{2 \cdot \left(-\frac{1}{V_0}\right)} = 4V_0$$

$$\Delta RT_{\text{max}} = p_0 \cdot (8 - 4) \cdot 4V_0 = 16 p_0 V_0$$

$$\Delta RT_2 = p_0 V_0 \cdot 12$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$



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 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!

$$= 4\rho_0 \cdot \left( 5V - \frac{V^2}{2V_0} \right) \Big|_{3V_0}^{5V_0} = 4\rho_0 \cdot \left( 5 \cdot 2V_0 - \frac{1}{2V_0} (25V_0^2 - 9V_0^2) \right)$$

$$= 4\rho_0 \cdot V_0 \left( 10 - \frac{16}{2} \right) = 8\rho_0 V_0 = Q_{H12}$$

в процессе 2-3:

$$p_{\text{э}} \frac{p}{p_0} = 4 - \frac{V_0 V}{V_0} \cdot \frac{1}{3} = 4 - \frac{V}{3V_0}$$

$$p = 4\rho_0 - \frac{\rho_0 V}{3V_0}; \quad k_2 = -\frac{\rho_0}{3V_0}; \quad b_2 = 4\rho_0$$

$$V_2' = \frac{-5 \cdot 4\rho_0}{8 \cdot \frac{\rho_0}{3V_0}} = \frac{20}{8} \cdot 3V_0 = 6 \cdot \frac{15}{2} V_0 = 7,5V_0$$

Но максимальный объем в процессе 2-3  $6V_0$ , тогда на участке 2-3 м.к.  $dV < 0$  менее энтропий.

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \cdot \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot \rho_0 V_0 (15 - 9)$$

возбудится менее

$$= 9\rho_0 V_0 = \text{в процессе 3-1 менее}$$

$$Q_{H4} = Q_{13} + Q_{H12} = 17\rho_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{H4}} = \frac{12}{17}$$



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!

0

Ответ: 1)  $\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{узелка}} = \frac{3}{4}$

2)  $\frac{\tau_{max}}{\tau_2} = \frac{4}{3}$

3)  $\eta = \frac{12}{17}$





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!

из графика

$$\psi \text{ при } x = \frac{R}{3}; \frac{\psi}{\psi_0} = 8$$

$$\psi \text{ при } x = \frac{2R}{3}; \frac{\psi}{\psi_0} = 5$$

$$\frac{8}{5} = \frac{\psi}{\psi_0} = \frac{\psi}{\epsilon \cdot R}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{\frac{3}{\epsilon R} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R}}{\frac{3}{2\epsilon R} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R}} = \frac{\frac{3}{\epsilon} + 1}{\frac{3}{2\epsilon} + 1} =$$

$$= \frac{2 + \epsilon}{1 + 2\epsilon} \cdot \frac{2\epsilon}{\epsilon} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1} \Leftrightarrow$$

$$16\epsilon + 8 = 10\epsilon + 20 \Leftrightarrow$$

$$6\epsilon = 12 \Leftrightarrow \epsilon = 2$$

Ответ: 1)  $\psi = \frac{3\epsilon + 1}{3\epsilon} \cdot \frac{kQ}{R}$

2)  $\epsilon = 2$



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!

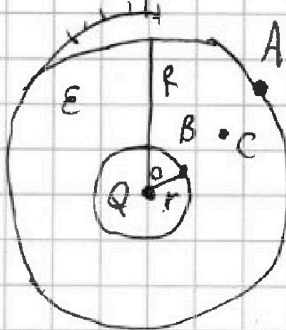
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

№3.

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R}$$

(или  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot R$ )  
или  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

возьмем ~~элементарный~~ заряд  $q$



$$\varphi_A - \varphi_C = \frac{A_{AC}}{q} = \int_R^{x_1} \frac{kQ \cdot q}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_R^{x_1}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot (-1) \cdot \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x_1} \right)$$

$$\varphi_C = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{R} \right) = kQ \cdot \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\epsilon x_1} - \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\text{при } x = \frac{3R}{4}: \varphi_C \left( \frac{3R}{4} \right) = kQ \left( \frac{1}{R} + \frac{4}{3\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{3\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3\epsilon + 1}{3\epsilon}$$

$$2) \varphi_C(x) = kQ \left( \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{d}$$

(т.к. точка находится вне

$d$  - радиус шарика  
или радиус сферы)

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\varphi_C(x)}{\varphi_0} = d \cdot \left( \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right) \quad \text{при } x \in (r; R)$$

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



1  2  3  4  5  6  7

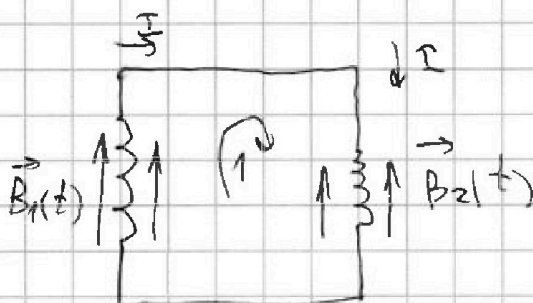
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

НЧ.

Пусть  $B_1(t), B_2(t)$  - внешние поля 1 и 2 катушек.

тогда:  $\Phi_1 = B_1 \cdot nS + LI$



$\Phi_2 = B_2 \cdot 3n \cdot S - 9LI$

на II катушке функция:

$0 = \dot{\Phi}_1 - \dot{\Phi}_2 \Leftrightarrow nS \cdot \dot{B}_1 + 10LI - 3nS \dot{B}_2 = 0$

$10LI = nS(3\dot{B}_2 - \dot{B}_1)$

в 1 пункте  $\dot{B}_2 = 0; \dot{B}_1 = -\alpha$ , тогда:

то  $I = \frac{nS}{10L} \cdot (+\alpha) = \frac{+\alpha nS}{10L}$

В 2 пункте

2 катушки:

$10L \int_0^{I_1} dI = nS \cdot \left( 3 \int_{\frac{B_0}{3}}^{\frac{B_0}{12}} dB_2 - \int_{B_0}^{B_0} dB_1 \right)$

$10LI_1 = nS \cdot \left( B_0 \left( \frac{1}{4} - 1 \right) - \left( \frac{2B_0}{3} - B_0 \right) \right) = nS B_0 \cdot \frac{-5}{12}$

$I_1 = \frac{B_0 nS \cdot -5}{12 \cdot 10L} = \frac{-B_0 nS}{24L}$



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!

Ответ: 1)  $|\dot{i}| = \frac{4nS}{10S}$

2)  $|I_1| = \frac{B_0 S n}{24L}$

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!

$$\underline{M_2} \quad \frac{M_2 S}{AO} = \frac{Sh}{4h} \Leftrightarrow M_2 S = \frac{5}{4} r$$

$$\frac{M_1 S}{PT} = \frac{Sh}{3h} \Leftrightarrow M_1 S = \frac{5}{8} \cdot \frac{3}{2} r = \frac{5}{2} r$$

$$M_1 M_2 = 5r \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = \overset{r}{5r} \cdot \frac{1}{4} = \frac{5r}{4}$$

$$\frac{KS}{LT} = \frac{4h}{2h} = 2 \Leftrightarrow KS = 2 \cdot 2r = 4r$$

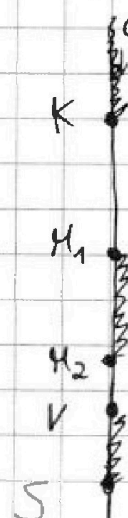
~~участно~~ ~~участко~~ ~~которые~~ ~~проис~~ ~~отражены~~  
лучи, от источника  $S_2$ , которые ~~по~~ пройдут  
через линзу, ~~пойдут~~ в источник  $S_3$ , ~~свершая~~  
~~область~~ ~~полюсу~~  $V$  ~~окружность~~ с радиусом  
 $VS$  на стене

$$\frac{VS}{AO} = \frac{3h}{4h} \Leftrightarrow VS = \frac{3}{4} r$$

изобразим отдельно стену  
отметив ~~в~~ ~~двух~~ ~~указав~~

$$KM_1 = KS - M_1 S = 4r - 2,5r = 1,5r$$

$$M_2 V = M_2 S - VS = \frac{5}{4} r - \frac{3}{4} r = \frac{r}{2}$$







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 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!

~~$S_1, S_2$~~  проведем луч  $S_1 A_2$ , тогда окружность радиусом  $RT$  будет освещена источником  $S_1$ ,

не освещенная часть будет колесо шириной  $LP$

$$\begin{aligned} \frac{RT}{r} = \frac{2h}{h} &\Leftrightarrow RT = 2r & \Rightarrow LP = 2r - 1,5r = \\ \frac{PT}{r} = \frac{3h}{2h} &\Leftrightarrow PT = \frac{3r}{2} & = \frac{r}{2} \end{aligned}$$

$S_1$  - площадь освещ. части зеркала

$$S_1 = \pi \cdot (2r)^2 - (1,5r)^2 = \pi r^2 \cdot \frac{7}{4} = 7\pi \text{ см}^2$$

Изображение  $S_4$  в зеркале формируются лучами, все проходящими мимо мизы. Пусть  $K$  - пересечение луча  $S_4 L$  и стены, тогда все точки "выше"  $K$  будут освещены

~~$S_2$~~  - изображение  $S_2$  от мизы, которые не пройдут через мизу от  $S_2$  они будут идти на радиусу на стену и освещать некоторое колесо шириной  $H_1, H_2$

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 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!

N5

Итак пусть  $S_1$  - изображение источника в линзе

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \Leftrightarrow \frac{1}{f} = -\frac{1}{2h}$$

$$f = -2h$$

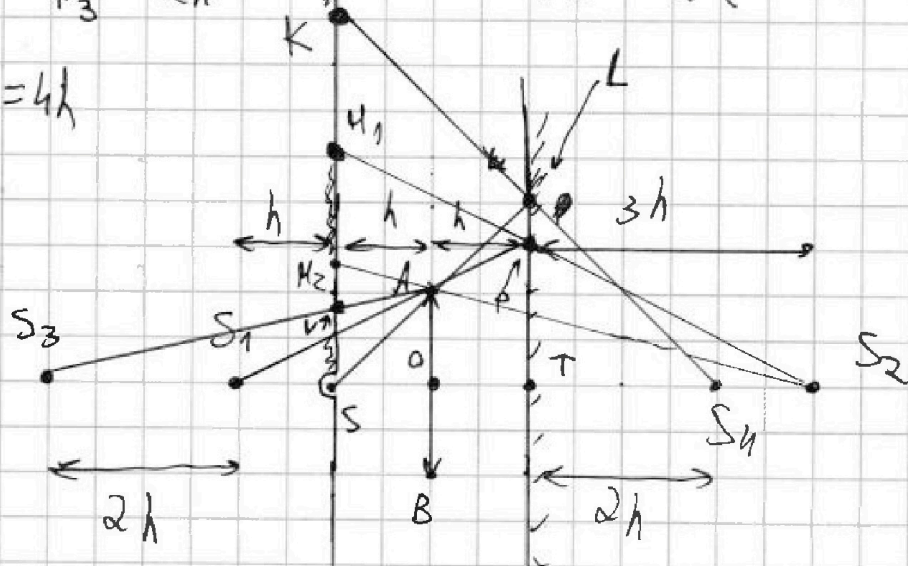
$S_1$  - мнимое изображение

$S_2$  - изображение  $S_1$  в зеркале, тогда  $S_1 T = S_2 T = 3h$

$S_3$  - изображение  $S_2$  в линзе от которой, которое от  $S_2$  попадает в линзу.

$$\frac{1}{3} \quad \frac{1}{4h} + \frac{1}{f_3} = \frac{1}{2h} \Leftrightarrow f_3 = 2h \quad \frac{1}{f_3} = \frac{1}{2h} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4h}$$

~~$f_3 = 4h$~~   $f_3 = 4h$



Пусть  $S, A, L$  - линзы каждой линзой, тогда часть луча  $L$  будет сфокусирована линзой  $L$  которое линзы на окружности будет радиусом  $TL$





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.

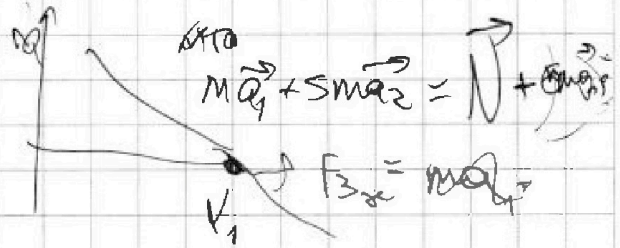
1  2  3  4  5  6  7

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!

$$p = kv + b$$

$$8kV + sb$$



$$\frac{25}{16}g$$

$$pV^x = \text{const}$$

$$-\frac{5}{3}CV^x = K$$

$$p = CV^x \quad \frac{dp}{dV} = C \cdot (-x) V^{x-1}$$

$$kV_0 + b = p_0$$

$$CV^x = k + \frac{b}{V}$$

$$CV^x = kV + b$$

$$-\frac{5}{3} \left( k + \frac{b}{V} \right) = K \quad k + \frac{b}{V} = -\frac{3}{5}K \quad \frac{8}{5}K = -\frac{b}{V}$$

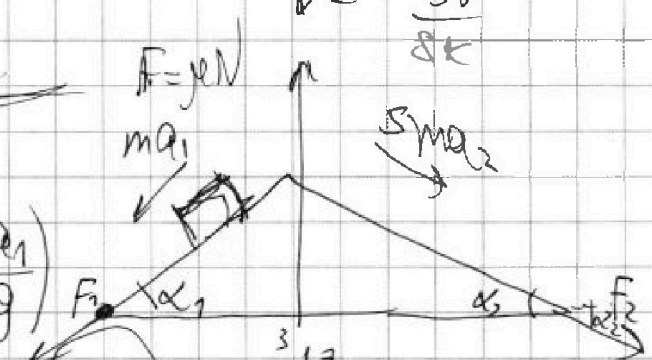
$$V = \frac{-5b}{8K}$$

$$m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m_1 g \left( \sin \alpha_1 - \frac{a_1}{g} \right)$$

$$\frac{5}{17}g - \frac{F}{17} = \frac{5g - 25}{5 \cdot 17} = \left( \frac{16}{85} \right) mg$$

$$F_2 = 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40mg \cdot \frac{8}{17 \cdot 25} = \frac{40}{85} \Rightarrow \frac{64}{85}$$





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!

$$5ma_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1 = F_{3x}$$

$$F_{3x} = m_1 mg \left( \frac{5a_2}{g} \cos \alpha_2 - \frac{a_1}{g} \cos \alpha_1 \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{8}{25} \cdot 5 \cdot \frac{15}{17} - \frac{7}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= \frac{mg}{85} \cdot (4(30 - 28)) = \frac{8mg}{85}$$

$\frac{23 \cdot 4}{85} mg$   
напишите шаг

$$F_2 R = MR^2 \cdot \beta$$

$$\beta = \frac{F_2}{MR}$$

$$N_1 = mg \cos \alpha \quad \omega R = v_{cm}$$

$$F_2 = \mu N_1 \quad F_2 \leq \mu N_1 \quad \beta R = a_{cm} \cdot \mu$$

$$\frac{5 \cdot 15}{17} = \frac{75}{17}$$

$$\mu \leq \frac{61}{5 \cdot 75}$$

$$\frac{64}{88} \leq \mu \cdot \frac{75}{17}$$

$$\beta = \frac{F_2}{5mR}$$

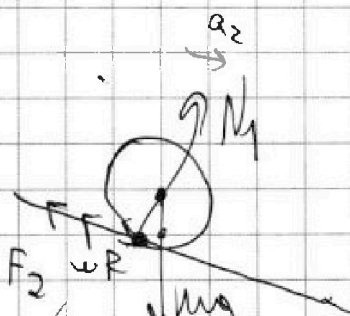
$$F_2 = \frac{8mg}{25}$$

$$R\beta = a_2$$

$$\frac{F_2}{25} = \frac{8g}{25}$$

$$\beta R = \frac{F_2}{5m} = a_{cm} \cdot \mu =$$

$$F_2 = \frac{5mg \sin \alpha}{2} = \frac{5 \cdot \frac{8}{17} \cdot mg}{2} = \frac{20}{17} mg = \frac{5mg \sin \alpha - F_2}{5m}$$





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) шар движется без проскальзывания

$$F_{\text{внешних}} + 5mg \sin \alpha = 5m a_2$$

$$M_{F_{\text{внешних}}} = m R \beta \quad \beta R = a_2$$

$$-F_2 + 5mg \sin \alpha = 5m a_2$$

$$F_2 R = 5m R \beta$$

$$\frac{F_2}{5m} \cdot 2 = g \sin \alpha$$

$$\beta R = \frac{F_2}{5m} = g \sin \alpha - \frac{F_2}{5m}$$

$$F = \frac{5mg \sin \alpha}{2}$$

$$\omega R = v = \frac{20}{17} \cdot \frac{17}{12} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3} \text{ m/s}$$

$$\beta R = a_{\text{шар}}$$

$$\frac{20}{17}$$

$$J = \alpha m R^2 \quad \alpha \leq g$$

$$\alpha m R^2 \beta = J \beta = F_2 R$$

$$\beta = \frac{F_2}{\alpha m} = \frac{F_2}{5m} g \sin \alpha - \frac{F_2}{5m}$$

$$\frac{F_2}{m} \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{\alpha} \right) = 5mg \sin \alpha - g \sin \alpha$$



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!

$$\propto (\alpha \sin \alpha) \cdot R^2$$

$$5 \alpha m R^2 \beta = F_2 R$$

$$\beta R = \frac{F_2}{5 \alpha m} = \frac{5 m a_2 - F_2}{5 m} =$$

$$= a_2 - \frac{F_2}{5 m}$$

$$\frac{F_2}{5 m} \left( 1 + \frac{1}{\alpha} \right) = a_2$$

$$F_2 = a_2 \frac{5 m a_2 \sin \alpha_2}{\alpha + 1} = 5 \cdot m \cdot \frac{8}{25} g \cdot \frac{8}{17}$$

$$\frac{\alpha}{\alpha + 1} = 1 - \frac{1}{\alpha + 1} \in \left( 0; \frac{1}{2} \right]$$

$$a_2 \downarrow F_2 = 5 m g \left( a_2 - \frac{F_2}{5 m} \right) =$$

$$5 \cdot m g \cdot \frac{8}{25} \cdot \frac{8}{17} = \frac{64}{85} \quad 5 m g \sin \alpha_2$$

$$\frac{40}{17} \quad 5 a_2 \sin \alpha_2 = 5 g \sin \alpha_2$$

$$\frac{F_2(\alpha)}{\alpha + 1}$$

5 m g

$$a_2 \sin \alpha_2 = a_2 - \frac{F_2}{5 m}$$



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

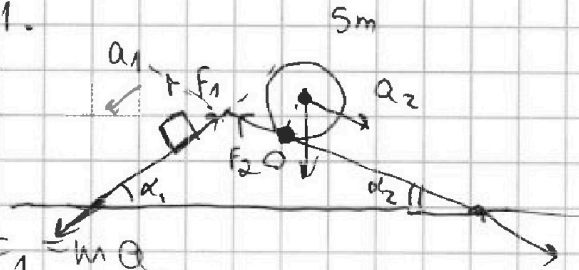
СТРАНИЦА  
из

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!

новый шаг!

$a_1, a_2$   
small step.

$$\frac{3}{5} - \frac{7}{17}$$



a)  $F_1$

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

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$2) mg \sin \alpha_2 - 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5m a_2$$

$$F_2 = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

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

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

$$p = 8 - 6 = 2$$

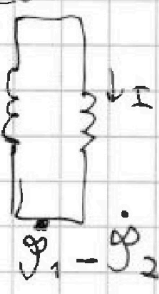
$$k = 2R$$

$$p = 2$$

$$\frac{d}{E} = 2R$$



$$L_1 i + L_2 i = 0$$



$$\phi_1 = 4I$$

$$\phi_2 = -\frac{1}{2}I$$

$$\phi_1 - \phi_2 = 0$$

$$y(x) = \frac{k}{x} + \phi$$

$$y\left(\frac{R}{3}\right) = 8$$

$$y\left(\frac{2R}{3}\right) = 5$$

$$\frac{k \cdot 3}{R} + p = 8$$

$$\frac{k \cdot 3}{2R} + p = 5$$

$$\frac{2k}{R} + p = 6$$

$$\frac{3}{5} + \frac{p}{6} = \frac{8}{18} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{2R}{x} + 2 = \frac{6}{10}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ + 17 \\ \hline 19 \\ - 3 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ + 97 \\ + 5 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\frac{1}{17} - \frac{1}{25} = \frac{25-17}{17 \cdot 25}$$

$$\frac{15}{15} - \frac{25}{25} = 0$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 17 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$102$$

$$\frac{92R}{8} = 11.5R$$

$$92 + 17 = 109$$

$$46 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 23$$

$$\frac{3}{25} + \frac{17}{5}$$



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.

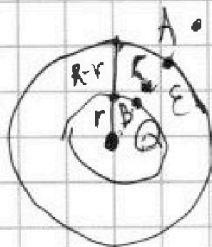
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = ?$$

$r, R, Q, \epsilon$



$$\varphi(x)$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r_0}$$

$$0,5 \cdot 3,5 =$$

$$= \frac{7}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{E}{\epsilon}$$

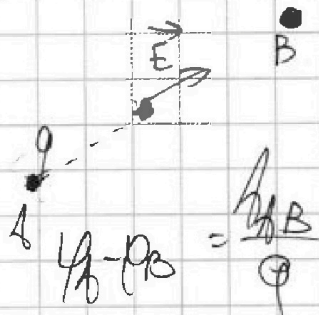
$$\varphi_A = \frac{kQ}{R}$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$A_Q$  on  $A$  and  $C$ .  $\varphi_C - \varphi_A =$

$$A_Q = q \cdot \frac{k'Q}{x^2} dx$$

on  $B$  and  $A$



$$A_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B)$$

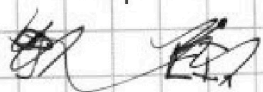
$$\varphi_B - \varphi_A = \int \frac{k'Q}{x^2} dx =$$

$$= k'Q \cdot \left. -\frac{1}{x} \right|_r^R = k'Q \cdot (-1) \cdot \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) =$$

$$= k'Q \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

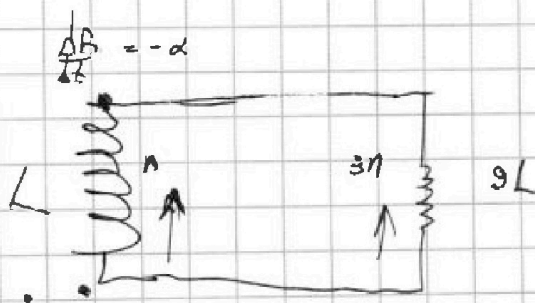
$$S, L_1 = L, L_2 = 9L$$

$$n_1 = n, n_2 = 3n$$



$$\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 = 0$$

$$\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2$$





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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

$$\frac{2}{F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{3}{2}r$$

$$\frac{5}{2} = \frac{1}{\frac{5}{2}r}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{5}{5}$$

$$z = \frac{5}{4}r$$

$$\frac{r}{p} = \frac{9}{2}$$

$$\frac{1}{4x} + \frac{1}{2}$$

$$\rho = \frac{3r}{4}$$

$$\frac{5r}{4} - \frac{3r}{4} = \frac{2r}{4}$$

$$\frac{2r}{4} \cdot \frac{2r}{4} = \frac{r}{2} - 2r = r^2$$

$$(4r - 2,5r)(6,5r)$$

$$= 1,5r \cdot 6,5r$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{2} \cdot r^2$$

