



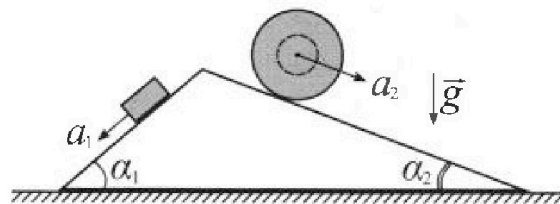
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

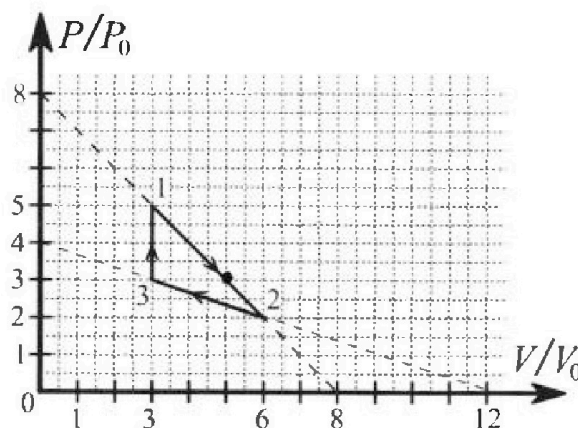


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

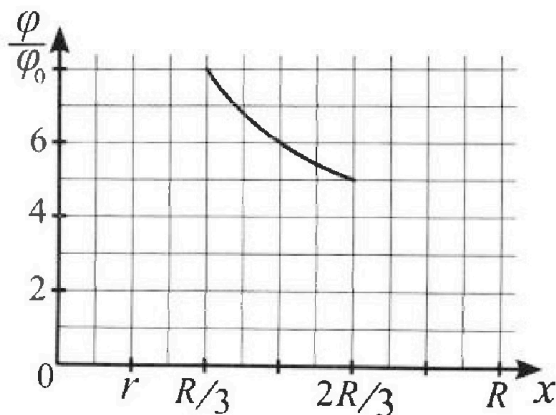
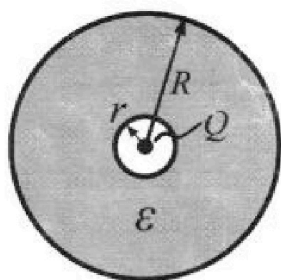
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

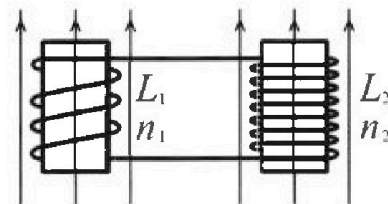


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

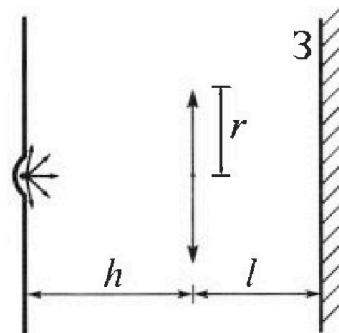
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.

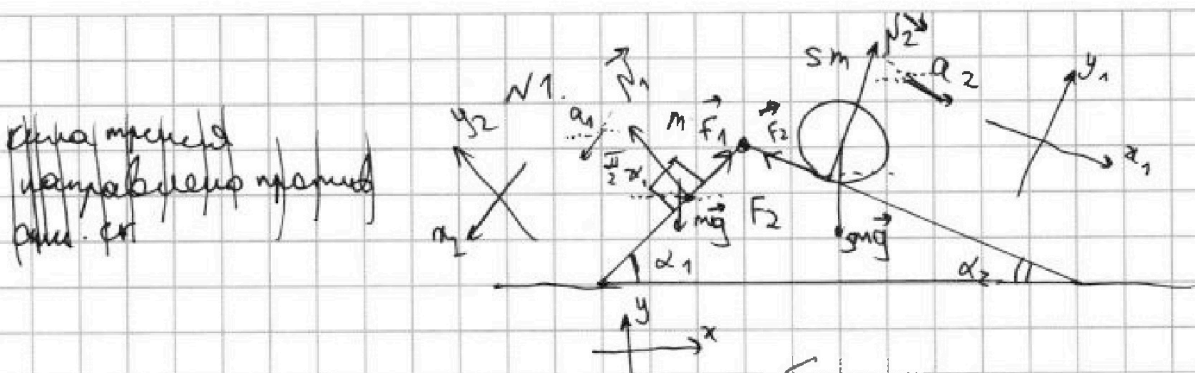
Ответы дайте в см^2 в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



по м. в направлении и. г. для бруса и камня:

брус:

Ох₂:

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

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

для шара
Ох₁:

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

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

по III закону Ньютона

Оу₂:

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

Оу₁:

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

по закону м. в. г. и. кинем.

$$\vec{0} = m \vec{g} - \vec{N}_1 - \vec{N}_2 - \vec{F}_1 - \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad \text{ххх}$$



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!

выр. по 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. о движении в. м. для камня, ползущего по и бруска: (M - масса камня)

$$m a_1 + 5 m a_2 + 0 \text{ по } x:$$

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

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

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

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$

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

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



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!

3) найдем точку прямой $p = kV + b$, в которой ^{аналитический} ~~аналитический~~ ^{метод} ~~метод~~ касается ^{аналитический} ~~аналитический~~ ^{метод} ~~метод~~ Q (при $k < 0$ ($b > 0$))

по $\perp$ касанию перпендикулярности:

$$dQ = dV + dA = \frac{3}{2} \cdot d(pV) + p dV = p dV \cdot \frac{5}{2} + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{1}{2} ((5 \cdot (kV + b)) dV) + 3 V \cdot k dV =$$

$$= \frac{1}{2} dV \cdot (5kV + 5b + 3kV) = \frac{1}{2} dV (8kV + 5b)$$

$dQ = 0 \Rightarrow 8kV + 5b = 0 \Rightarrow V = -\frac{5b}{8k}$

в процессе 1-2: $\text{при } V > -\frac{5b}{8k}; dQ < 0$ - ^{$8k$} ~~меньше~~ ^{аналитический} ~~аналитический~~ ^{метод} ~~метод~~

~~$k = 8$~~ $b = 8$ $p = p_0 (8 - \frac{V}{V_0})$, ^{знаем} $k_1 = -\frac{p_0}{V_0}$
 $b_1 = 8p_0$

$V_1' = \frac{-5 \cdot 8p_0}{8 \cdot -\frac{p_0}{V_0}} = \frac{5 \cdot 8p_0}{8p_0} V_0 = 5V_0$ (нужна точка (3;5) ^{буква 4})

~~$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} =$~~

$dQ = \frac{1}{2} dV (8 \cdot -\frac{p_0}{V_0} V + 5 \cdot 8p_0) = \frac{8p_0}{2} dV (5 - \frac{V}{V_0}) =$
 $= 4p_0 dV (5 - \frac{V}{V_0})$ $\int_0^{5V_0} dQ = 4p_0 (5 - \frac{V}{V_0}) dV =$



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!

12.

(Адиабата $\sim S$, S -меньше Δ процесс 1-2)

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

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

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

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

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 изобарного 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

$$V = \frac{-8}{2 \cdot -\frac{1}{V_0}} = 4V_0$$

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

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

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



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

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) $\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{изм}} = \frac{3}{4}$

2) $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{4}{3}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

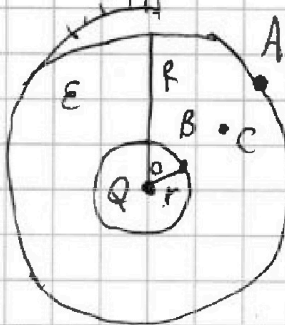
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

N 3.

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

(нужно найти потенциал в точке A)

возьмем ~~равный~~ 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 шара)

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

d - радиус шара



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 ☐

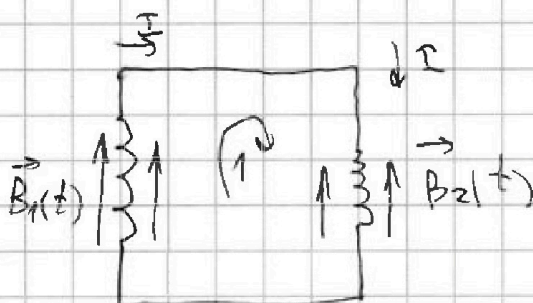
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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: $\Phi_1 = B_1 \cdot nS + LI$



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

по II правую формула:

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

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

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

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

В 2 пункте

2 пункта $\dot{I}_1$

$$10L \int_0^{\dot{I}_1} dI = nS \cdot \left(3 \int_{\frac{B_0}{3}}^{\frac{B_0}{12}} dB_2 - \int_{B_0}^{\frac{2B_0}{3}} dB_1 \right)$$

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

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



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
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) $|\dot{I}| = \frac{\omega n S}{105}$

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



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!

$$\underline{H_2} \quad \frac{H_2 S}{AO} = \frac{Sh}{4h} \Rightarrow H_2 S = \frac{5}{4} r$$

$$\frac{H_1 S}{PT} = \frac{Sh}{3h} \Rightarrow H_1 S = \frac{5}{8} \cdot \frac{3}{2} r = \frac{5}{2} r$$

$$H_1 H_2 = 5r \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = 5r \cdot \frac{1}{4} = \frac{5r}{4}$$

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

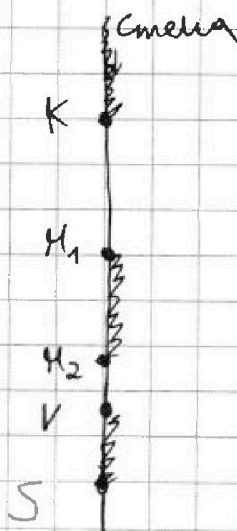
~~участок~~ ~~лучи, которые после отражения~~
лучи, от источника S_2 , которые ~~то~~ пройдут
через линзу, пойдут в источник S_3 , освещая
~~область~~ ~~на~~ ~~расу~~ $\sqrt{S}$ окружность с радиусом
 $\sqrt{S}$ на стене

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

изобразим отдельно стену
отметив ~~и~~ ~~в~~ ~~д~~ ~~е~~ ~~л~~ ~~е~~ ~~н~~ ~~и~~ ~~и~~

$$KH_1 = KS - H_1 S = 4r - 2,5r = 1,5r$$

$$H_2 V = H_2 S - VS = \frac{5}{4} r - \frac{3}{4} r = \frac{r}{2}$$





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
4 из 4

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

площадь и шириной H_2V и KH_1 будут не сбалансированы

$$S_2 = S_1' + S_2'$$

↑ ↑
площадь площадь
канала канала
 KH_1 H_2V

S_2 - площадь несбалансированной части стержня

$$S_1' = \pi (K S^2 - H_1 S^2) = \pi \cdot \left(16 r^2 - \left(\frac{5}{2} r \right)^2 \right) =$$
$$= \frac{39}{4} \pi r^2$$

$$S_2' = \pi \cdot \left(H_2 S^2 - V S^2 \right) = \pi \cdot \left(\left(\frac{5}{4} r \right)^2 - \left(\frac{3}{4} r \right)^2 \right) =$$
$$= \pi r^2$$

$$S_2 = \pi r^2 \left(1 + \frac{39}{4} \right) = \frac{43}{4} \pi r^2 = 43 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_1 = 7 \pi \text{ см}^2$

2) $S_2 = 43 \pi \text{ см}^2$



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
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, L~~ проведем луч $S_1 A$, тогда освещенность радиусом PT будет освещена источником S_1 , не освещенная часть будет колоса шириной LP

$$\begin{aligned} \frac{PT}{r} &= \frac{2h}{h} \Rightarrow PT = 2r \\ \frac{PT}{r} &= \frac{3h}{2h} \Rightarrow PT = \frac{3r}{2} \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} &\Rightarrow LP = 2r - 1,5r = \\ &= \frac{r}{2} \end{aligned} \right.$$

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 линзы. Лучи K - пересечение луча $S_4 L$ и стены, тогда все точки "выше" K будут освещены

~~S_2~~ - изображение S_2 от линзы, которые не пройдут через линзу от S_2 они будут идти на радиусу на стену и освещать некоторое кольцо 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.

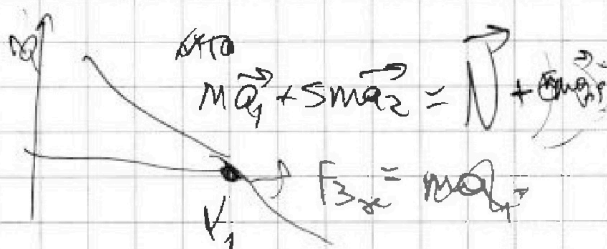
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$p = kV + b$$

$$8kV + 5b$$



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

$$pV = \text{const}$$

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

$$kV_0 + b = p_0$$

с. манг. манг.

$$CV = kV + b$$

$$-\frac{5}{3}\left(k + \frac{b}{V}\right) = K \quad k + \frac{b}{V} = -\frac{3}{5}K \quad \frac{8}{5}K = -\frac{1}{V}$$

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

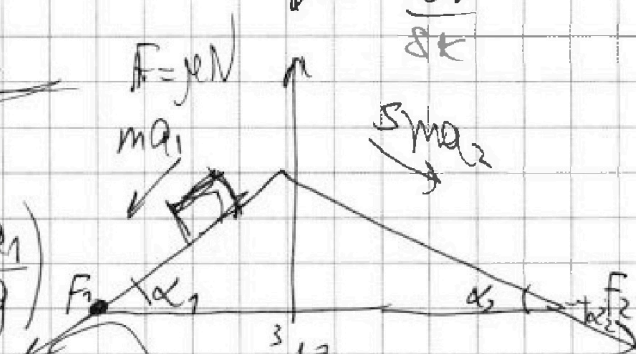
$$V = \frac{-5b}{8K}$$

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

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

$$\frac{3}{5} - \frac{17}{17} = \frac{51 - 25}{5 \cdot 17} = \left(\frac{16}{85} \right) mg$$

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





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!

$$5m a_2 \cos \alpha_2 - m a_1 \cos \alpha_1 = F_{3x}$$

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

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

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

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

наименьшая

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

$$\beta = \frac{F_2}{m R}$$

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

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

$$F_2 = \mu N_1$$

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

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

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

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

$$\beta = \frac{F_2}{m R}$$

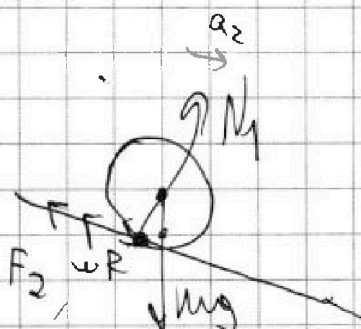
$$mg \cdot a \quad F_2 = \frac{8mg}{25}$$

$$R \beta = a_2$$

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

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

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





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

$$F_{\text{внешних}} + 5mg \sin \alpha = 5ma_2$$

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

$$M_{F_{\text{тр}}} =$$

$$-F_2 + 5mg \sin \alpha = 5ma_2$$

$$F_2 R = 5mR \cdot \beta$$

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

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

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

$$= \frac{28}{17} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{8}{17} = \frac{40}{17} mg$$

$$\omega R = v$$

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

$$J = \alpha m R^2 \quad \alpha \leq 5$$

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

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

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



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!

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

$$\sin \alpha \cdot m R^2 \beta = F_2 R$$

$$\beta R = \frac{F_2}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha \cdot a_2 - F_2}{\sin \alpha} =$$

$$= a_2 - \frac{F_2}{\sin \alpha}$$

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

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

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

$$F_2 = \sin \alpha \cdot \left(a_2 - \frac{\sin \alpha \cdot a_2}{g} \right) =$$

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

$$\frac{40}{37} \quad 5 a_2 \sin \alpha = \sin \alpha$$

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

$$a_2 \sin \alpha = a_2 - \frac{\sin \alpha}{5 m}$$



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.

a) F_1

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

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

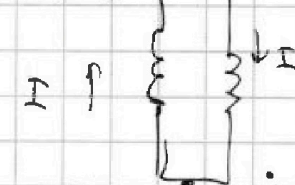
$$2) mg \sin \alpha_2 - 5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5ma_2$$

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

3)

$$-F_2 + F_2 = 0$$

$$L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = 0$$



$$\varphi_1 = LI$$

$$\varphi_2 = -LI$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{R}{3} + \frac{R}{6} = \frac{9R}{18} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{2R}{x} + 2 = \frac{4}{x_0}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ + 17 \\ + 3 \\ \hline 5 \\ - 35 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ + 17 \\ + 5 \\ \hline 25 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 15 \\ - 25 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 17 \\ + 6 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9213 \\ - 8 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 5 \\ \hline 28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 92 \\ + 17 \\ \hline 109 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 3 \\ + 17 \\ + 5 \\ \hline 25 \end{array}$$



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.

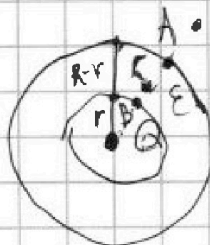
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

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

r, R, Q, ϵ



$$\varphi(x) = \frac{kQ}{r_0}$$

$$0,5 \cdot 3,5 = \frac{7}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

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

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

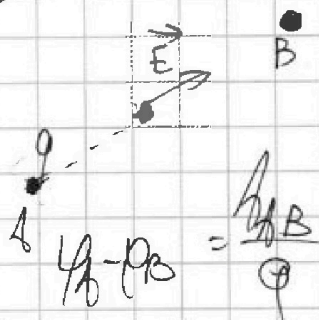
$$r = \frac{R}{6}, \quad E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{\left(\frac{R}{6}\right)^2} = \frac{36kQ}{R^2}$$

$$A_Q \text{ on } A \text{ go } C, \quad \varphi_C - \varphi_A =$$

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

on B go A

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



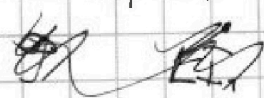
$$\varphi_B - \varphi_A = \int \frac{k'Q}{x^2} dx$$

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

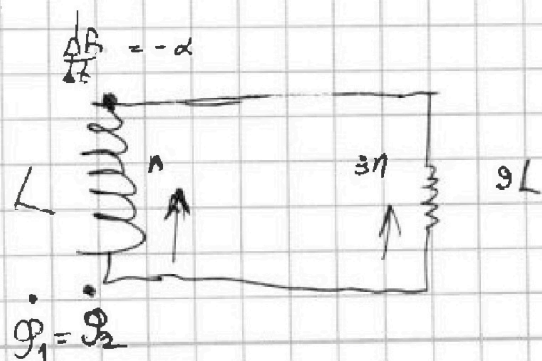
$$= k'Q \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

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

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



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



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



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!

