



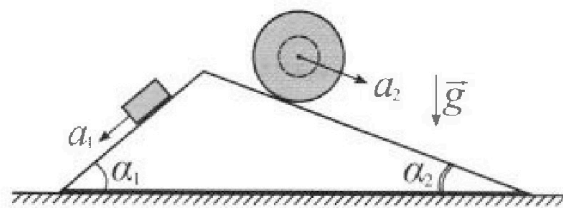
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

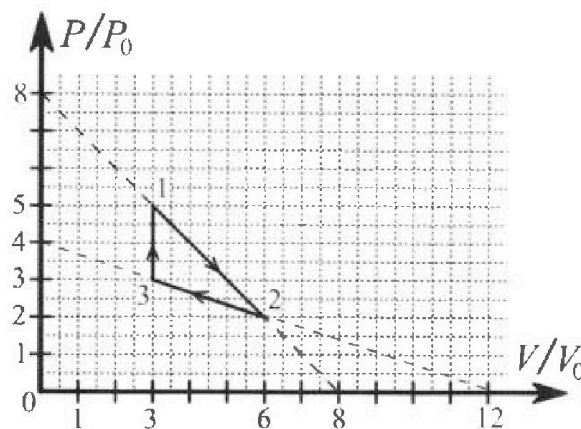


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

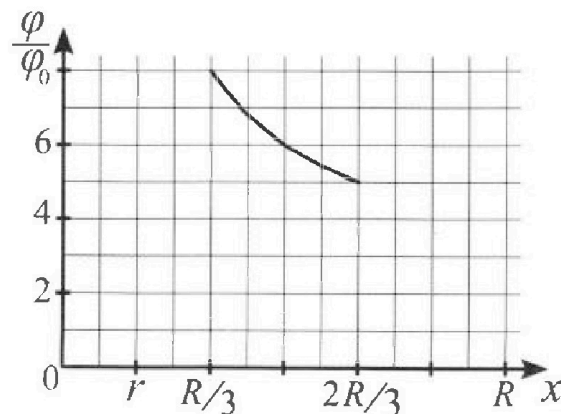
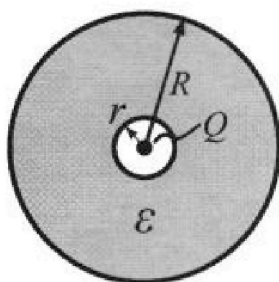
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

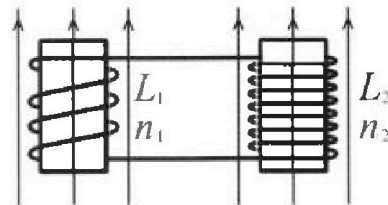


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

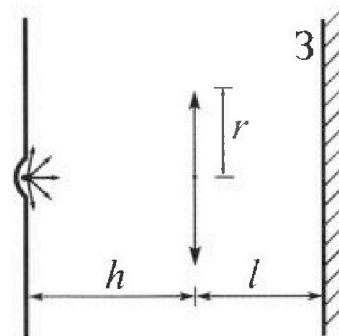
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 $[\text{см}^2]$ 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.



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!

Сила шрекиня F_3 будет направлена в-
горизонтально и равна: $F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$
 $= \frac{64}{85} \text{ мг} \cdot \frac{75}{85} - \frac{16}{85} \text{ мг} \cdot \frac{4}{5} = \frac{64 \cdot 58}{85^2} \text{ мг} =$
 $= \frac{3712}{7225} \text{ мг}$

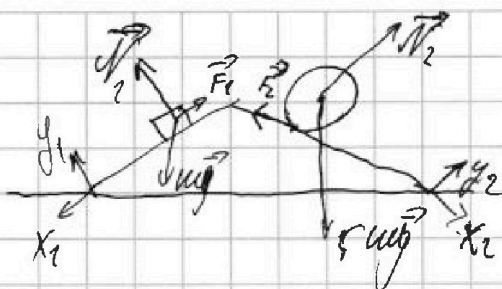
ответ: $F_1 = \frac{16}{85} \text{ мг}$, $F_2 = \frac{64}{85} \text{ мг}$, $F_3 = \frac{3712}{7225} \text{ мг}$



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!



Для первого тела выберем координатные оси x_1, y_1 , тогда:

$$x_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad F_1 = \mu_1 N_1$$

$$F_1 = \mu_1 mg \cos \alpha_1$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu_1 g \cos \alpha_1 \Rightarrow \mu_1 g \cos \alpha_1 = g \sin \alpha_1 - a_1$$

$$F_1 = \mu_1 \cdot m_1 g \cos \alpha_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{4}{15} = \frac{16}{15} mg$$

Для 2 тела выберем координатные оси x_2, y_2 , тогда:

$$x_2: 5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$y_2: N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

$$F_2 = \mu_2 N_2 = \mu_2 \cdot 5mg \cos \alpha_2$$

$$a_2 = g \sin \alpha_2 - \mu_2 g \cos \alpha_2 \Rightarrow \mu_2 g \cos \alpha_2 = g \sin \alpha_2 - a_2$$

$$F_2 = 5m \cdot \mu_2 g \cos \alpha_2 = 5mg \cdot \frac{8}{15} - 5mg \cdot \frac{8}{25} = \frac{64}{15} mg$$



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.



СТРАНИЦА

7 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!

- 1). работа газа за цикл - площадь ограниченной циклом на графике:

$$A = \frac{1}{2} 2 p_0 3 V_0 = 3 p_0 V_0$$

Так как в процессе 3-1 $V = \text{const}$, то

$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{U_1}{U_3} = \frac{5}{3}$$

$$\Delta U = U_1 - U_3 = \frac{2}{3} U_3, \text{ в к. 3 } pV = 3 p_0 V_0$$

$$U_3 = 9 p_0 V_0 \Rightarrow \Delta U = 6 p_0 V_0 \quad U_3 = \frac{3}{2} pV = \frac{3}{2} p_0 V_0 \Rightarrow \Delta U = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 3$$

- 2) уравнение процесса 1-2: $p = -\frac{V}{V_0} + 8$

Максимальная температура при максимуме

$$\text{мол } \frac{pV}{p_0 V_0} = \left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) \frac{V}{V_0} = \frac{-V^2 + 8 V_0 V}{p_0 V_0^2}, \text{ максимум}$$

$$\text{то при } V = \frac{-8 V_0}{-2} = 4 V_0$$

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = \frac{-16 V_0^2 + 32 V_0^2}{p_0 V_0^2} = 16$$

$$\text{в к. 2 } pV = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{4}{3}$$



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.



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!

$$3) Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \Delta u_{12} + \Delta u_{23} + \Delta u_{31} + A$$

$$\cancel{Q_{12}} \quad \Delta u_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (15 - 12) p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta u_{23} = \frac{3}{2} (12 - 9) p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta u_{31} = \frac{3}{2} (9 - 15) p_0 V_0 = -\frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta u_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = + \frac{3}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$\text{аналогично } \Delta u_{23} = \frac{9}{2} p_0 V_0 \quad \Delta u_{31} = -\frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$Q = 3 p_0 V_0 + \frac{9}{2} p_0 V_0 + \frac{9}{2} p_0 V_0 = 21 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{3 p_0 V_0}{21 p_0 V_0} = \frac{1}{7}$$

$$\text{ответы: } \frac{\Delta u}{A} = 3, \quad \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}, \quad \eta = \frac{1}{7}$$



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!

За пределами шара радиуса R : $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$
~~методом суммирования:~~

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

$$\varphi(x) = \int_A^\infty E dx = \int_R^\infty \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} dx + \int_x^R \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2} dx =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right), \text{ если } x \in (R, \infty)$$

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

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

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

~~из графика:~~

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{8}{5} \Rightarrow \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1} = \frac{8}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10\epsilon + 20 = 16\epsilon + 8 \Rightarrow 6\epsilon = 12 \Rightarrow \epsilon = 2$$

$$\text{ответ: } \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon} \right), \quad \epsilon = 2$$

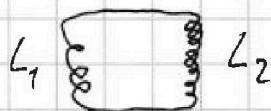


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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



1) ЭДС в цепи: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -SN \frac{dB}{dt} = 2SN$

Для замкнутого контура: $\mathcal{E} = L_0 \dot{I}$, где

L_0 - общая индуктивность цепи.

$$L_0 = L_1 + L_2 = 10L$$

$$|\dot{I}| = \left| \frac{\mathcal{E}}{L_0} \right| = \left| \frac{2SN}{10L} \right| = \frac{2SN}{10L} \frac{dB}{dt}$$

2) $L\dot{I} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{Ldt} \Rightarrow dI = -\frac{d\Phi}{L}$

$$I = \int_0^I dI = \int_{\Phi_0}^{\Phi} -\frac{d\Phi}{L} = -\int_{B_0}^{B_1} \frac{SN}{L} dB = \frac{SN}{L} (B_0 - B_1)$$

$$I = \frac{SN}{L} (B_0 - B_1)$$

Пусть ток, который возникнет в катушке с L_1 и L_2 , равны I_1 и I_2 соответственно, тогда:

$$I_1 = \frac{SN}{L} \cdot \frac{B_0}{3} \quad I_2 = \frac{3SN}{9L} \cdot \frac{3B_0}{12} = \frac{SN B_0}{12L}$$

Пусть I - ток в катушке с L_2 , тогда:

$$I = |I_1 - I_2| = \frac{SN B_0}{3L} - \frac{SN B_0}{12L} = \frac{SN B_0}{4L}$$

Ответ: $\dot{I} = \frac{2SN}{10L}$, $I = \frac{SN B_0}{4L}$



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.



СТРАНИЦА

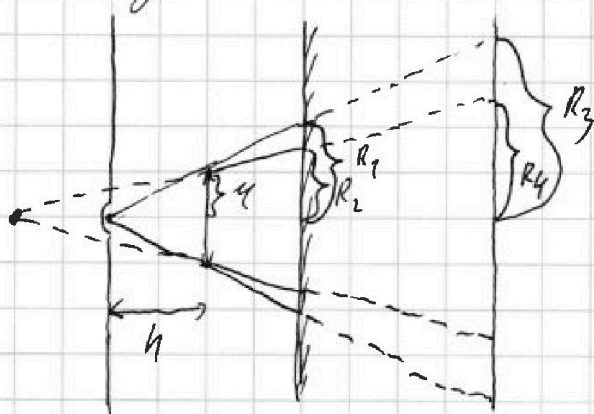
1 ИЗ 2

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!

Найдём расстояния от изображения источника света до линзы по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} \Rightarrow x = -2h, \text{ значим изображение}$$

источника находящийся на расстоянии $2h$ от линзы с той же стороны, с которой находится источник.



так как $l = h$, то $R_1 = \frac{2h}{h} h = 2h$, $R_2 = \frac{3h}{2h} h = \frac{3}{2} h$

R_1, R_3 - радиусы чашек куда попадает луч параллельный свет от источника, на зеркало и изображение светов соосветственно.

R_2, R_4 - радиусы чашек куда попадает луч параллельный свет от источника на зеркало и изображение светов соосветственно.



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!

Помимо зеркала ~~выделяется~~ можно,
то можно построить изображение свечи
в зеркале и найти освещенную
площадь изображения свечи, кото-
рая будет равна освещенной площади
свечи.

$$R_3 = \frac{44}{4} = 11, \quad R_4 = \frac{54}{24} = \frac{9}{4},$$

будем S_1, S_2 освещенная площадь зеркала
и свечи соответственно, тогда:

$$S_1 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi 4^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4} \pi 4^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi R_3^2 - \pi R_4^2 = \pi 4^2 \left(16 - \frac{81}{4}\right) = \frac{39}{4} \pi 4^2 = 39\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 7\pi \text{ см}^2 \quad S_2 = 39\pi \text{ см}^2$$



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
__ 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!

$$L \dot{I} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{L dt}$$

$$dI = \frac{d\Phi}{L}$$

$$\cancel{dI} = \cancel{\frac{d\Phi}{L}}$$

$$\cancel{I} = \cancel{\int \frac{d\Phi}{L}}$$

$$\int_0^I dI = \int_{\Phi_0}^{\Phi_1} \frac{d\Phi}{L}$$

$$\int_0^I dI = \frac{1}{L} \int_{\Phi_0}^{\Phi_1} d\Phi$$

$$\Delta I = \frac{1}{L} \int_{\Phi_0}^{\Phi_1} d\Phi = \frac{1}{L} (\Phi_1 - \Phi_0)$$

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L} \cdot \frac{B_0}{3}$$

$$\Delta I_2 = \frac{3\mu_0}{9L} \cdot \frac{3B_0}{2} = \frac{\mu_0 B_0}{2L}$$

$$\Delta I = |\Delta I_1 - \Delta I_2| = \frac{4\mu_0 B_0}{12L} - \frac{\mu_0 B_0}{2L} = \frac{\mu_0 B_0}{4L}$$



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
☐

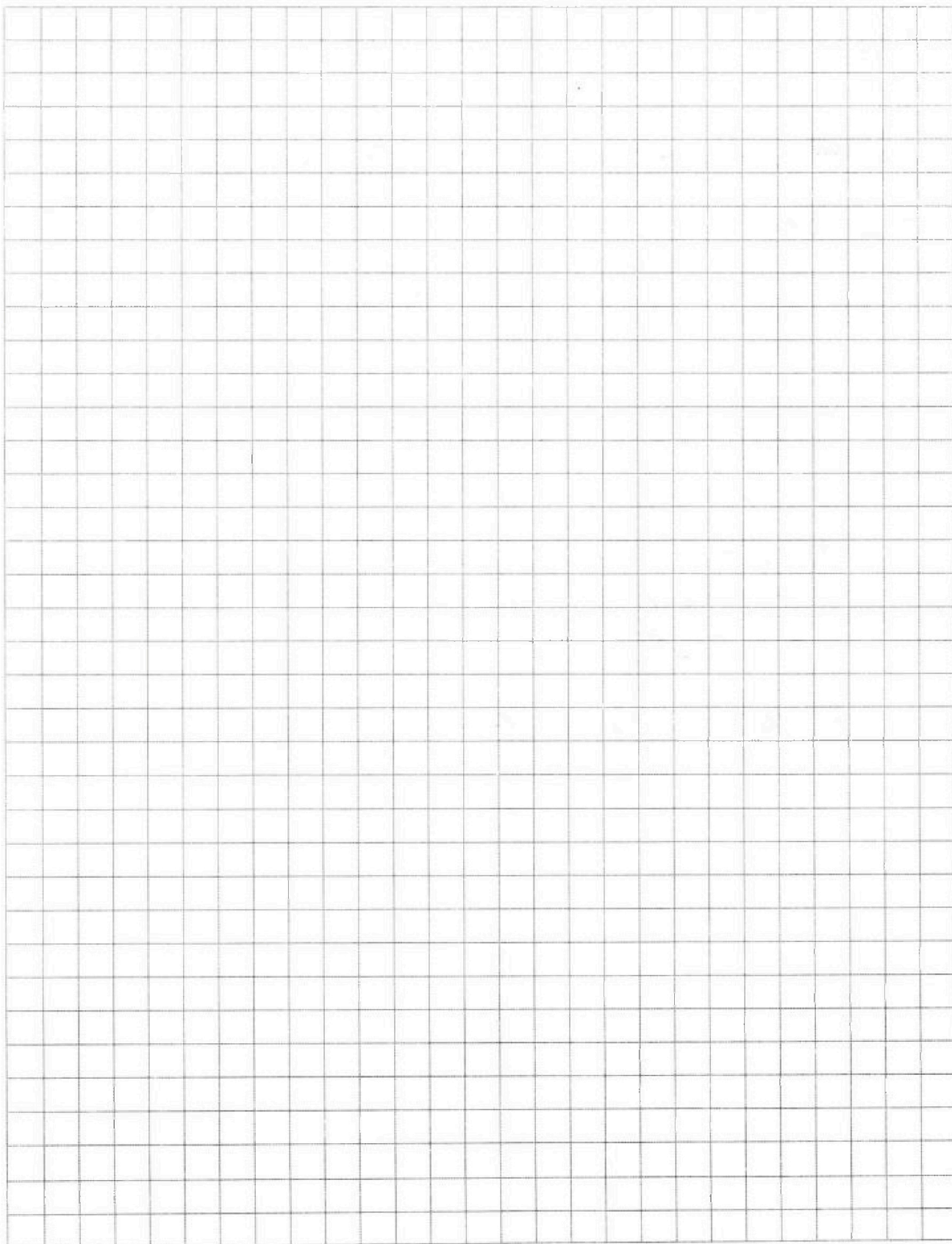
5
☐

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!





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

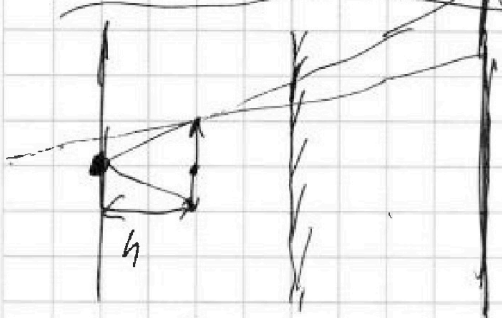
СТРАНИЦА
из

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!

$$\frac{\varphi\left(\frac{1}{3}\right)}{\rho\left(\frac{1}{3}\right)} = \frac{1+\frac{2}{3}}{1+\frac{1}{2}} = \frac{2\epsilon+4}{2\epsilon+1} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{2\epsilon+4}{2\epsilon+1} = \frac{8}{5}$$

$$10\epsilon + 20 = 16\epsilon + 8 \quad 6\epsilon = 12 \quad \epsilon = 2$$



$$R_3 = 4\epsilon \quad R_4 = \frac{5}{2}\epsilon$$

или

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} \quad x = 2h \quad R_1 = 2\epsilon \quad R_2 = \frac{3}{2}\epsilon$$

$$S_1 = \pi \cdot (2\epsilon)^2 - \pi \left(\frac{3}{2}\epsilon\right)^2 = \pi \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4}\pi \epsilon^2 = 7.5 \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi \epsilon^2 \left(16 - \frac{25}{4}\right) = \pi \epsilon^2 \frac{64-25}{4} = \frac{39}{4}\pi \epsilon^2 = 99 \pi \text{ см}^2$$

$$\Phi = BS = \frac{\mu_0 k I \pi \epsilon^2}{4} \quad \Phi = BS = \frac{\mu_0 k I \pi \epsilon^2}{4}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2a} \quad B = \mu_0 k I = BL \quad L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 k^2 \pi \epsilon^2}{4}$$

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{d\Phi}{L dt} = -\frac{S d}{L dt} \quad \frac{dB}{dt} = -\frac{d\Phi}{L dt} = -\frac{S d}{L dt}$$

$$\epsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dBS}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 k I \pi \epsilon^2}{4} \right) \quad \epsilon = L_0 I$$

$$I = \frac{\epsilon}{L_0} = \frac{-dBS}{L_1 + L_2} = \frac{-2Sh}{10L}$$

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!



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot r^2} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \int \frac{Q}{r^2} dr$$

$$\varphi = \int E dr = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr + \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q}{r^2} dr$$

$$+ \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left(\frac{Q}{R} - \frac{Q}{r} \right) +$$

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

$$\varphi = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr + \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \frac{Q}{r^2} dr = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} +$$

$$+ \frac{1 \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\varphi = \int \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr + \int \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} dr + \int \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$$

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

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

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_0} \quad = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{R\epsilon} \right)$$

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



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
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!

~~$$\frac{d_2}{t} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} g h}}{t} \quad t = \frac{2h}{\sqrt{\frac{2}{3} g h}}$$~~

~~$$a_2 = \frac{g}{t} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} g h}}{2h} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} g h}}{2h}$$~~

$$a_2 = g \sin \alpha_2 - \mu_2 g \cos \alpha_2$$

$$\mu_2 = \frac{g \sin \alpha_2 - a_2}{g \cos \alpha_2}$$

$$F_2 = \mu_2 \sin \alpha_2 g \cos \alpha_2 = \sin \alpha_2 g \sin \alpha_2 - a_2 =$$

$$= \sin \alpha_2 g \cdot \frac{8}{17} - \sin \alpha_2 \cdot \frac{89}{26} = \frac{64}{85} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{8 \cdot 25 - 8 \cdot 17}{17 \cdot 26} = \frac{64}{425}$$

$$\text{Для } \mu_1 g \cos \alpha_1 = g \sin \alpha_1 - a_1 \quad F_1 = \mu_1 g \cos \alpha_1 \cdot \frac{3}{5} - \mu_1 g \frac{4}{17} =$$

$$= \mu_1 g \frac{51 - 35}{85} = \frac{16}{85} \text{ м/с}^2$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} \text{ м/с}^2 + \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} \text{ м/с}^2 =$$

$$= \frac{64}{85} \left(\frac{1}{5} - \frac{15}{17} \right) \text{ м/с}^2 = \frac{64}{85} \text{ м/с}^2 \cdot \frac{17 - 45}{85} = \frac{64 \cdot 58}{85^2}$$

$$\frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} = \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} = \frac{64 \cdot 15}{1445} = \frac{960}{1445} = \frac{192}{289}$$

$$\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} = \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} = \frac{64}{425}$$

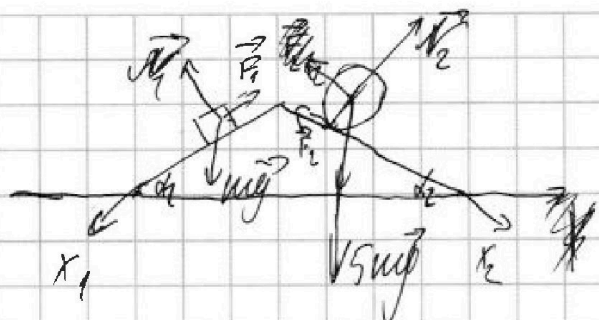
$$\frac{192}{289} + \frac{64}{425} = \frac{192 \cdot 425 + 64 \cdot 289}{289 \cdot 425} = \frac{81600 + 18536}{122825} = \frac{100136}{122825}$$



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!



$$1: m a_1 = + m g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = \mu N_1 = \mu m g \cos \alpha_1$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1$$

$$2: dI = r^2 dM \quad \sigma = \frac{5M}{4\pi R^2}$$

$$dM = \sigma dS = \sigma \cdot 2\pi R d\varphi$$

$$R d\varphi \approx R \cdot \frac{d\varphi}{8} \quad \varphi = R \cos \varphi$$

$$dI = r^2 \cdot \frac{5M}{4\pi R^2} \cdot 2\pi R d\varphi = \frac{5M}{2R} r^2 d\varphi = \frac{5M}{2} R^2 \cos^2 \varphi d\varphi$$

$$I = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{5M}{2} R^2 (1 - \sin^2 \varphi) \cos \varphi d\varphi = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{5M}{2} R^2 (1 - \sin^2 \varphi) d\sin \varphi$$

$$= 5M R^2 \sin \varphi \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} - 5M R^2 \frac{\sin^3 \varphi}{3} \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{10M R^2}{3}$$

$$\varepsilon = \frac{a_2}{R}$$

$$I_1 = \frac{10M R^2}{3} + 5M R^2 = \frac{25M R^2}{3}$$

$$X: 5M a_2 = 5M g \sin \alpha_2 - F_2 = 5M g \sin \alpha_2 - 5\mu_2 M g \cos \alpha_2$$

$$I_1 \varepsilon = 5M g R \sin \alpha_2$$

$$\frac{25M R^2}{3} \cdot \frac{a_2}{R} = 5M g R \sin \alpha_2$$

$$\frac{5}{3} a_2 = \sin \alpha_2 \cdot g \quad a_2 = \frac{3}{5} g \cdot \frac{8}{14}$$

$$10M g h = \frac{I_1 \omega^2}{2} + \frac{5M g^2}{2} = \frac{10M R^2 \omega^2}{2} + \frac{5M g^2}{2} = 15M g^2$$