



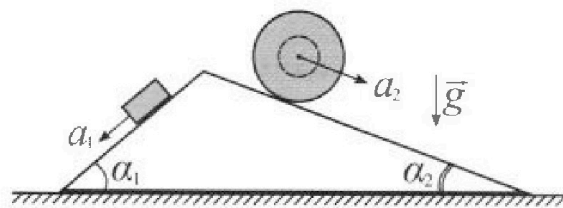
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

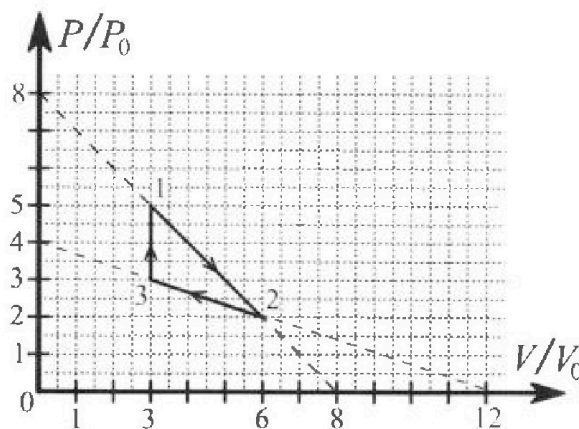
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

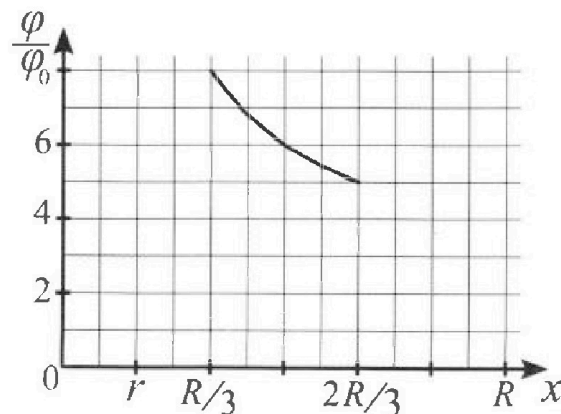
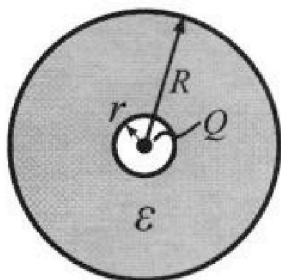


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



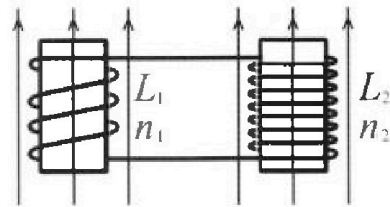
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

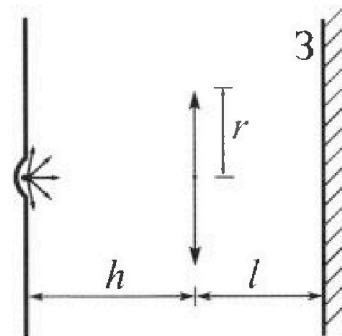


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[cm^2]$  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  
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 шреющая  $F_3$  будет направлена в-  
направление и проекция:  $F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$   
 ~~$\frac{16}{85} \cdot \frac{75}{85} - \frac{64}{85} \cdot \frac{4}{5}$~~   
 $= \frac{64}{85} \cdot \frac{75}{85} - \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} = \frac{64 \cdot 98}{85^2} \text{ Н} =$   
 $= \frac{3712}{7225} \text{ Н}$

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

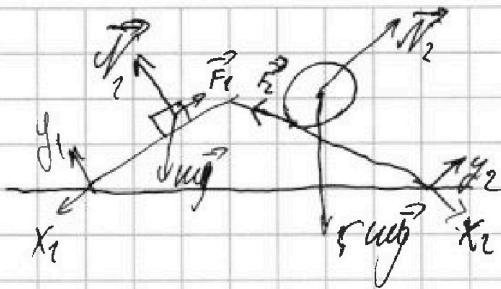




1  2  3  4  5  6  7

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 координатную ось

$x_1, y_1$  тогда:

$$x_1: m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$y_1: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1$$

$$F_1 = \mu_1 N_1$$

$$F_1 = \mu_1 m_1 g \cos \alpha_1$$

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

$$F_1 = \mu_1 m_1 g \cos \alpha_1 = m_1 g \cdot \frac{3}{5} - m_1 g \cdot \frac{4}{14} = \frac{16}{85} m_1 g$$

Для 2 тела выберем координатную ось

ось  $x_2, y_2$  тогда:

$$x_2: 5m_2 a_2 = 5m_2 g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$y_2: N_2 = 5m_2 g \cos \alpha_2$$

$$F_2 = \mu_2 N_2 = \mu_2 \cdot 5m_2 g \cos \alpha_2$$

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

$$F_2 = 5m_2 \mu_2 g \cos \alpha_2 = 5m_2 g \cdot \frac{8}{14} - 5m_2 g \cdot \frac{8}{25} = \frac{64}{85} m_2 g$$





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  
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:

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

Поскольку 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) условие максимума  $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$

Максимальная температура при максимуме

$$\text{макс } \frac{pV}{p_0 V_0} = \frac{(-\frac{V}{V_0} + 8) \frac{V}{V_0}}{\frac{V}{V_0} \frac{V}{V_0}} = \frac{-V^2 + 8V_0 V}{p_0 V_0^2}, \text{ макс макс}$$

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

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

$$\text{в к. 2 } pV = 12 p_0 V_0$$

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



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.

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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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





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  $R$ :  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$   
 Между шарами радиуса  $R$ :

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

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

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

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

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

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

~~из графика:~~ из графика:

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

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

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



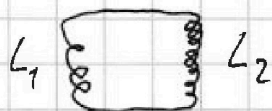


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

Пускь ток, который возникает в катушке с  $L_1$  и  $L_2$ , равны  $I_1$  и  $I_2$  соответственно.

Уверено, тогда:

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

Пускь  $I$  - ток в цепи с катушкой, 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.

1  2  3  4  5  6  7

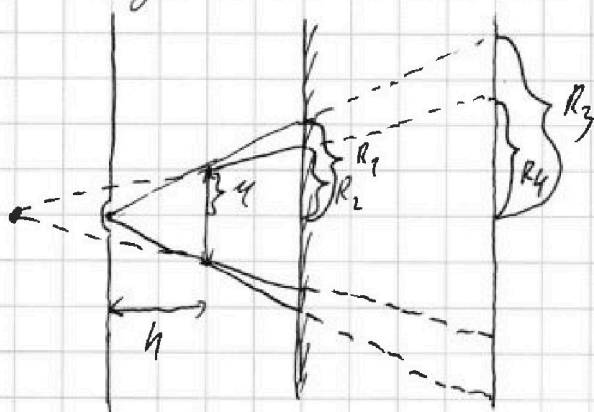
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

Найдём расстояния  $x$  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 находясь на расстоянии  $2h$  от линзы с той же стороны, с которой находится источник.



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

$R_1, R_3$  - радиусы кривизны куда попадает луч параллельный свет от источника на зеркало и изображение световое соответственно.

$R_2, R_4$  - радиусы кривизны куда попадает луч параллельный свет от источника на зеркало и изображение световое соответственно.





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!

Так как ~~в~~ зеркало ~~выбрасывается~~ молоко,  
то можно построить изображение свечи  
в зеркале и найти освещенность  
~~плоскости~~ изображения свечи, которая  
будет равна освещенности плоскости  
свечи.

$$R_3 = \frac{4h}{4l} = 4h, \quad R_4 = \frac{5h}{2h} = \frac{5}{2}h,$$

Будем  $S_1, S_2$  освещенность плоскости зеркала  
и свечи соответственно, тогда:

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

$$S_2 = \pi R_3^2 - \pi R_4^2 = \pi 4^2 \left(16 - \frac{25}{4}\right) = \frac{39}{4} \pi 4^2 = 39\pi \text{ см}^2$$

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





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

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!

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

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

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

~~$$L = \dots$$~~

~~$$I \Phi = \int_0^{\Phi} dI$$~~

$$\int_0^{\Phi} dI =$$

~~$$\int_0^{\Phi} \frac{d\Phi}{L}$$~~

$$\Delta I = \int_{B_0}^{B_1} \frac{S \mu}{L} dB = \frac{S \mu}{L} (B_1 - B_0)$$

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

$$\Delta I_2 = \frac{3 S \mu}{9 L} \cdot \frac{3 B_0}{\pi L} = \frac{S \mu B_0}{\pi L}$$

$$\Delta I = |\Delta I_1 - \Delta I_2| = \frac{4 S \mu B_0}{12 L} - \frac{S \mu B_0}{\pi L} = \frac{S \mu B_0}{4 L}$$



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

1

2

3

4

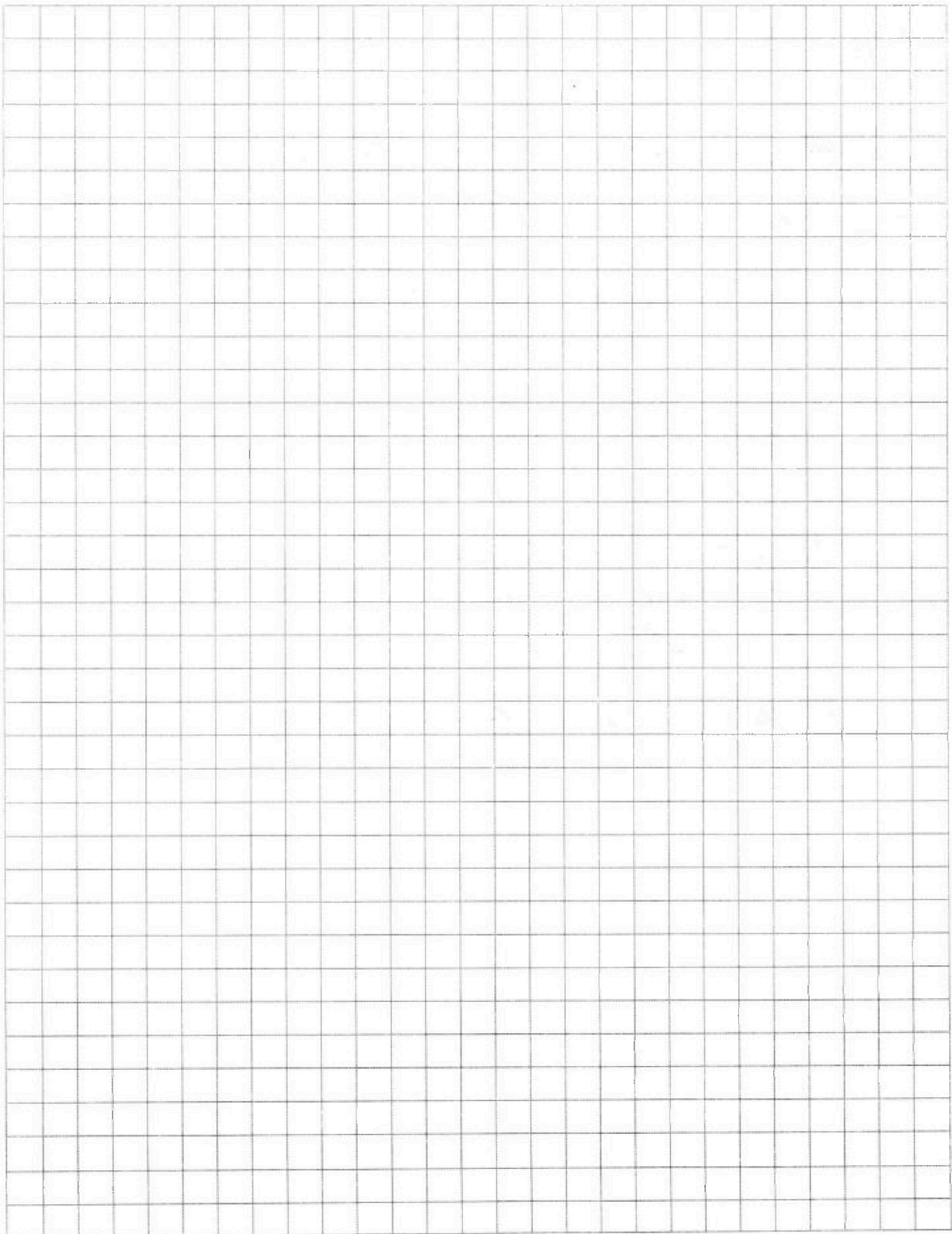
5

6

7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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.



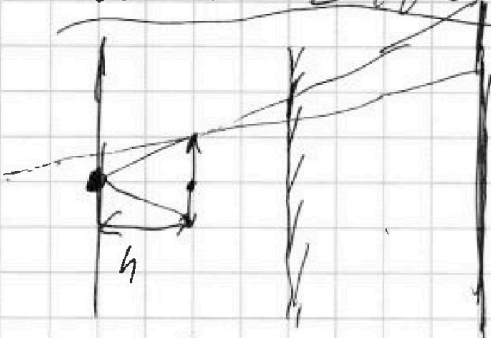
1  2  3  4  5  6  7

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!

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

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



$$R_3 = 44 \quad R_4 = \frac{5}{2}4$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x} \quad x = 2h \quad | \quad R_1 = 24 \quad R_2 = \frac{3}{2}4$$

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

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

$$\Phi = BS = \frac{\mu_0 n I \pi r^2}{L} \quad B = \frac{\mu_0 n I}{L} \quad \Phi = \mu_0 n I = BL \quad L = \frac{\Phi L}{I} = \frac{\mu_0 n^2 \pi r^2}{L}$$

$$\frac{dB}{dt} = -d \quad \dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dBS}{L dt} = \frac{-Sd}{L dt} \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dS}{dt} \quad \mathcal{E} = L_0 \dot{I}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{L_0} = \frac{-dS}{L_1 + L_2} = \frac{-dS}{20L}$$



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!



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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$$

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

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

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_0}$$

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

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

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



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!

~~$$h = \frac{g t^2}{2} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} 4g} t^2}{2} \quad t = \frac{2h}{\sqrt{\frac{2}{3} 4g}}$$

$$a_2 = \frac{g}{6} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} 9h}}{2h} = \frac{g \sqrt{\frac{2}{3} 9h}}{2h \cdot g} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3} 9h}}{2h}$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu_2 g \cos \alpha \quad \mu_2 = \frac{g \sin \alpha - a_2}{g \cos \alpha}$$~~

$$|F_2 = \mu_2 \cdot 5 \text{ кг} \cdot g \cos \alpha_2 = 5 \text{ кг} \cdot g \sin \alpha_2 - 5 \text{ кг} \cdot a_2 =$$

$$= 5 \text{ кг} \cdot g \cdot \frac{8}{17} - 5 \text{ кг} \cdot \frac{8g}{26} = 5 \text{ кг} \cdot g \cdot \frac{64}{85}$$

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

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

$$= \text{кг} \cdot g \cdot \frac{52 - 35}{85} = \frac{16}{85} \text{ кг}$$

$$|F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = -\frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} \text{ кг} + \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} \text{ кг} =$$

$$= \frac{64}{85} \left( \frac{1}{5} - \frac{15}{17} \right) \text{ кг} = \frac{64}{85} \text{ кг} \cdot \frac{17 - 75}{85} = \frac{64 \cdot 58}{85^2}$$

64	17
85	52364
85	158
425	512
680	320
4225	3812



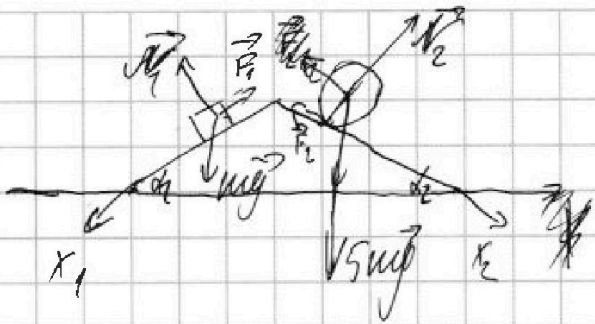
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$1: M a_1 = +Mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = \mu N_1 = \mu Mg \cos \alpha_1$$

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

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

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

$$R d\varphi_2 \approx R \frac{d\varphi}{8} \quad \varphi = R \cos \varphi$$

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

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

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

$$\varepsilon = \frac{a_2}{R} \quad I_1 = \frac{10M R^2}{3} + 5M R^2 = \frac{25M R^2}{3}$$

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

$$I_1 \varepsilon = 5Mg R \sin \alpha_2$$

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

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

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