



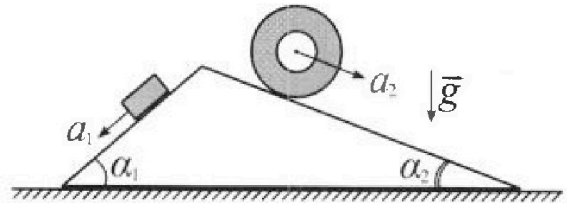
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

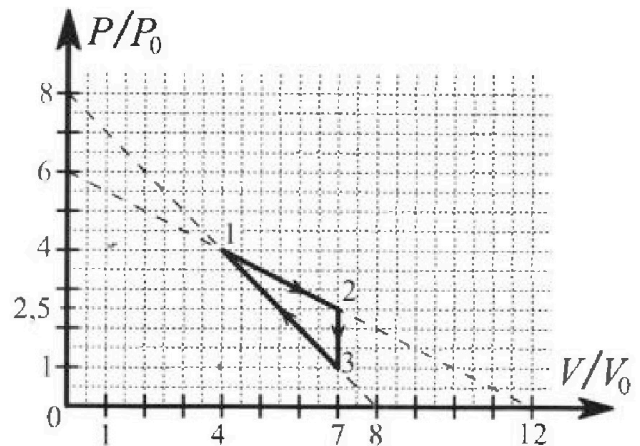


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

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

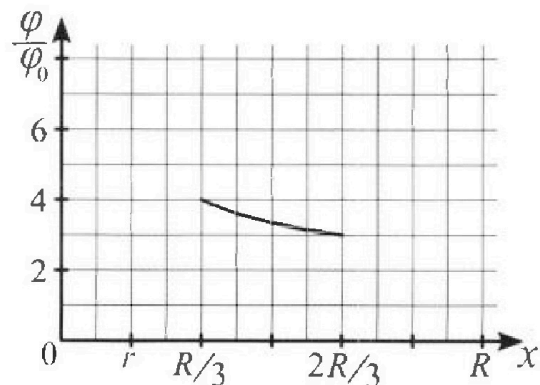
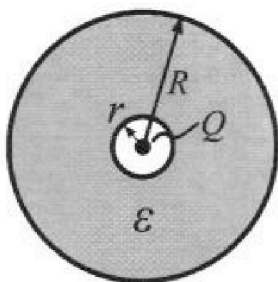


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





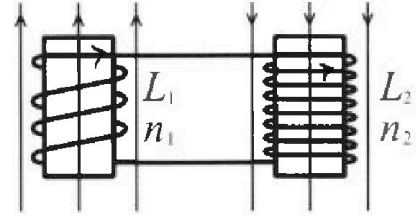
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

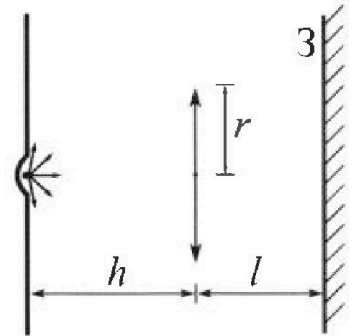


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



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

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



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

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

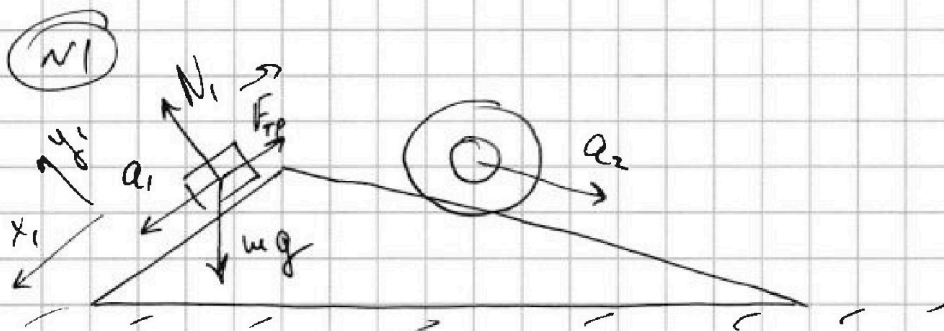


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1. БН для блока:

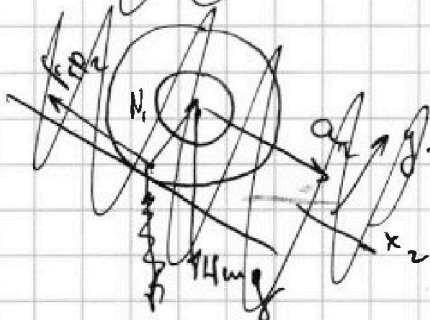
$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр}$$

$$\begin{aligned} O_{x_1}: m a_1 &= m g \sin \alpha + 0 + \frac{F_{тр}}{m} \\ O_{y_1}: 0 &= N_1 - m g \cos \alpha \end{aligned} \rightarrow \mu a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

тогда:

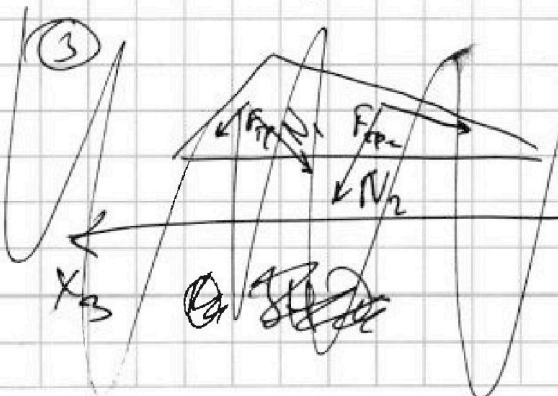
$$F_{тр} = m g \sin \alpha - a_1 m = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{24} \right) = \frac{14}{60} m g$$

2. БН для цилиндра:



$$\begin{aligned} O_{x_2}: 4m a_2 &= 4m g \sin \alpha + F_{тр} \\ O_{y_2}: 0 &= 4m g \cos \alpha + N_1 \end{aligned}$$

$$F_{тр} = 4m g \left( \frac{5}{3} - \frac{5}{24} \right) = \frac{4 \cdot 55}{312} m g = \frac{220}{312} m g$$



$$\begin{aligned} N_1 &= m g \cos \alpha \\ N_2 &= m g \end{aligned}$$





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

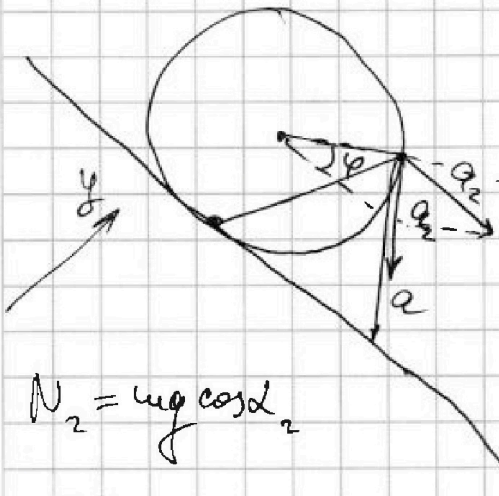
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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 непустима!

н 1 с 172

~~Проблема~~  $\int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx$  - Теорема;

$$M = \int_0^{\chi} a x dx = F_{TP} \cdot \chi \quad \left( \begin{array}{l} \vec{g} \text{ не сопадает} \\ \text{и } N \text{ по направлению} \end{array} \right)$$



$$a(\varphi) = a_2(1 + \sin \varphi)$$

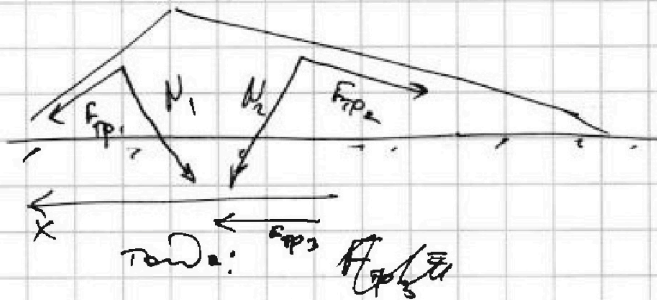
Тогда:  $2\pi$

$$F_{TP} = \int_0^{2\pi} a_2(1 + \sin \varphi) \frac{4\pi a^2}{2\pi} d\varphi$$

$$F_{TP} = 4\pi a_2 = \frac{20}{24} \frac{4\pi}{5} = \frac{5}{6} \pi g$$

$$N_2 = \pi g \cos \alpha_2$$

(B)



$$0 = F_{TP3} + F_{TP1} \cdot \cos \alpha_1 + F_{TP2} \cdot \cos \alpha_2 - N_1 \cdot \sin \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2$$

$$F_{TP3} = \pi g \left( \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + \frac{F_{TP2} \cos \alpha_2}{\pi g} - \frac{F_{TP1} \cos \alpha_1}{\pi g} \right)$$

$$F_{TP3} = \pi g \left( \frac{12}{25} - \frac{60}{13} + \frac{5}{6} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$F_{TP3} = \pi g \left( \frac{80}{25 \cdot 13} - \frac{50}{60} \right) = \frac{86 - 325}{6 \cdot 65} \pi g = \frac{229}{390} \pi g$$





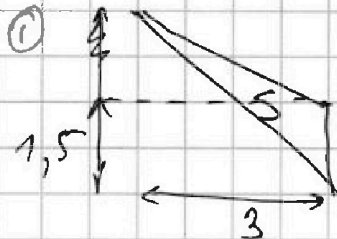
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

22



$$S = \frac{A}{P_0 V_0} = 1,5 \cdot 3 = \frac{9}{2} \rightarrow A = \frac{9}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta M_{23} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

тогда:  $\frac{|\Delta M_{23}|}{A} = \frac{\frac{9}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{2} P_0 V_0} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} = 0,5$

2

$$T = \frac{P V}{\nu R}, \quad \frac{P}{P_{0,1,2}} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}$$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{4 \cdot 4 P_0 V_0}{\nu R} = 16 T_0, \quad T_0 = \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T}{T_0} \left( \frac{V}{V_0} \right) = 6 \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2} \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 \rightarrow \text{Max} \rightarrow \frac{V^*}{V_0} = \frac{6}{1} = 6$$

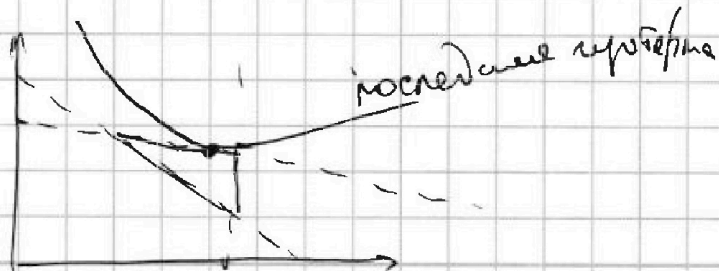
~~тогда~~  $T_{\text{Max}} = T_0 \cdot \left( 36 - \frac{36}{2} \right) = 18 T_0$

В итоге:

$$\frac{T_{\text{Max}}}{T_1} = \frac{18 T_0}{16 T_0} = \frac{9}{8}$$

3

$$\eta = \frac{A}{Q_+}$$





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!

в 2 стр

$$Q_+ = A_+ + \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = A_+ + \frac{3}{16} \Delta R T_1 = A_+ + 3P_0 V_0$$

$$A_+ = \int_1^2 P(V) dV \Rightarrow \frac{A_+}{P_0 V_0} = \int_1^2 \frac{P}{P_0} \frac{dV}{V_0} = \int_1^2 \left( 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \right) \frac{dV}{V_0}$$

$$\frac{A_+}{P_0 V_0} = 6 \cdot 2 - \frac{1}{4} \cdot (36 - 4) = 7$$

$$A_+ = 7P_0 V_0, \text{ тогда: } Q_+ = A_+ + 3P_0 V_0 = 10P_0 V_0$$

тогда:

$$\eta = \frac{9 P_0 V_0}{2 \cdot 10 P_0 V_0} = \frac{9}{20}$$

$$\eta = 0,45$$



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!

№3.

По Гауссу:

$$4\pi R^2 D = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} \rightarrow D = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi R^2}$$

$$\varphi = - \int_{x=R}^R \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi} \frac{1}{x^2} dx = \int_{x=\frac{3}{2}R}^{\infty} \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi} \frac{1}{x^2} dx =$$

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

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

Пока!

$$\varphi_{\text{вн}} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

$$\text{Пока: } \frac{\varphi}{\varphi_0} = \left( \frac{3}{\epsilon} - \frac{1}{\epsilon} + 1 \right)$$

$$\text{Пока: } \text{при } x = \frac{2}{3}R \quad \varphi/\varphi_0 = 3$$

$$3 = \left( \frac{3 \cdot 3}{\epsilon \cdot \frac{2}{3}} - \frac{1}{\epsilon} + 1 \right) \Rightarrow 2 = \left( \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{7}{2} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{4}{7} = \frac{1}{\epsilon} \rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{7}{4}}$$






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!

Уч Справка: Переобмотка  $N \equiv n, n \equiv \frac{N}{l}$



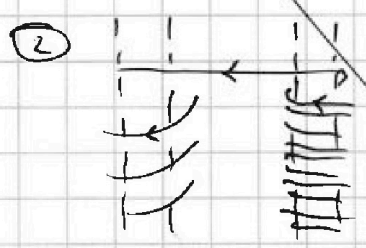
$B_0 = \mu n I$   
 $\Phi = B_0 \cdot S \cdot N = \mu n I S N$   
 $L = \mu n S N = \mu \frac{N^2}{l} S$

l - длина катушки

Тогда:

Выводим:  $\frac{\mu}{l} = \frac{L}{N^2 S}$

1 Ток в обоих вистках течет в одном направлении



$\Phi_{\Sigma} = const$

Тогда, если внешнее поле уменьшается, то катушка будет сдвигаться вправо.

$\Delta \Phi_{\Sigma} = 0 = \Delta \Phi_{вн} + \Delta \Phi_{внт}$

$\Delta \Phi_{вн} = \Delta B_{вн} \cdot S N_1 = \alpha \Delta t S N_1$

$\Delta \Phi_{внт} = \Delta B_1 \cdot S N_1 = \beta \Delta t \mu n_1 S N_1$ , тогда поле катушки 1

$0 = \alpha S N_1 \Delta t + \beta \Delta t \mu n_1 S N_1 = \alpha + \beta \mu n_1 = 0$

$\beta = -\frac{\alpha}{\mu n_1} = -\frac{\alpha l_1}{\mu N_1} = -\alpha \frac{N_1^2 S}{L_1}$

*Handwritten signature*



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.

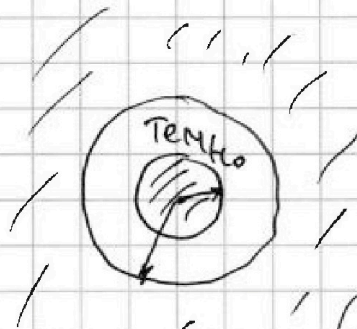
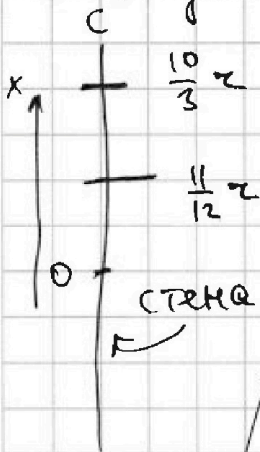
1  2  3  4  5  6  7

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!

NS (с.р.2)

Получается:



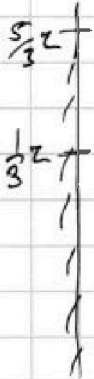
$$S_2 = \pi \left(\frac{10}{3}z\right)^2 - \pi \left(\frac{11}{12}z\right)^2 = \pi \left(\frac{100}{9}z^2 - \frac{121}{144}z^2\right)$$

$$S_2 = \pi \frac{1}{9} \left(\frac{100 \cdot 16 - 121}{16}\right) z^2 = \frac{\pi}{9} \frac{(1600 - 121)}{16} z^2 = \frac{\pi \cdot 1479}{16 \cdot 3 \cdot 3} z^2$$

$$= \frac{\pi \cdot 493}{48} z^2 \rightarrow \gamma = \frac{493}{48} z^2 = \frac{1479}{16} \text{ см}^2$$

$$\gamma_2 = \frac{32}{3} \cdot (3 \text{ см})^2 = 96 \text{ см}^2$$

Дана задача:



$$S_1 = \pi \left(\frac{5}{3}z\right)^2 - \pi \left(\frac{1}{3}z\right)^2 = \pi z^2 \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{3}\right) \left(\frac{5}{3} + \frac{1}{3}\right)$$

$$= \pi z^2 \frac{4 \cdot 6}{3^2} = \pi 24 \text{ см}^2$$

$$\boxed{\gamma_1 = 24 \text{ см}^2} \leftarrow \text{ответ 1}$$

← ответ 2



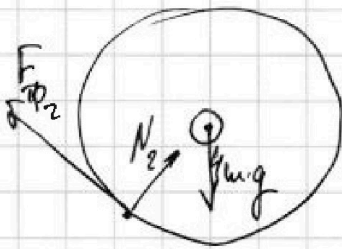


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

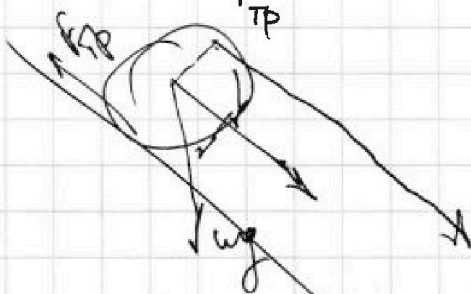
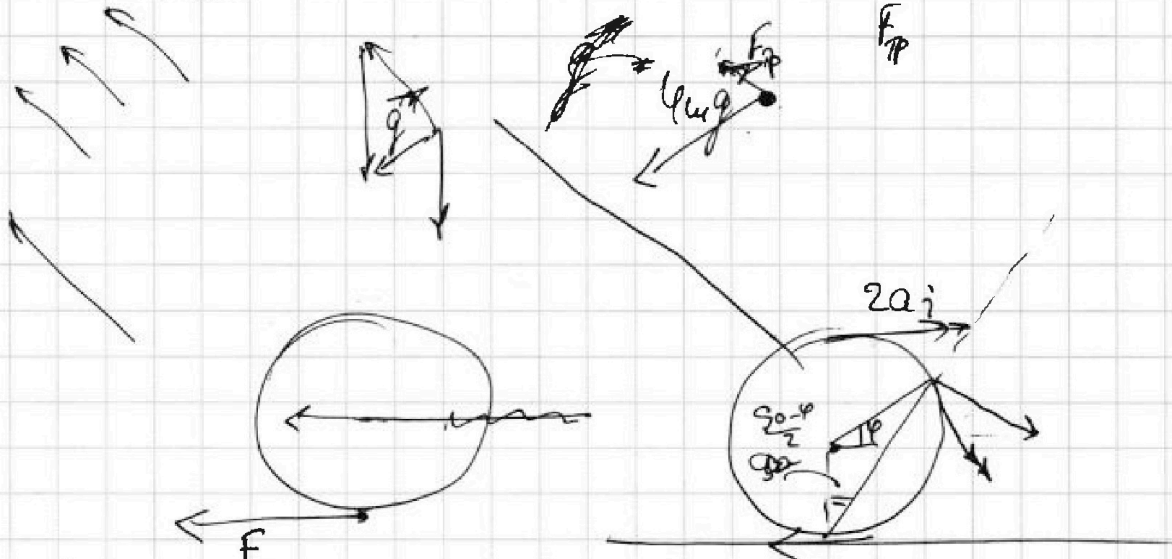
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!



$$J \frac{a_1}{z} = F_{TP} z$$

$$4ma_1 = F_{TP}$$

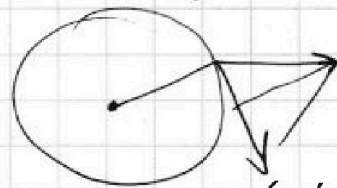


$$\frac{dp}{dt} = \dots$$

$$\frac{dL}{dt} = \dots$$



$$F_{TP} = mg \sin \alpha$$



$$a_i(\varphi) = a(1 + \cos \varphi)$$

$$a_i \sin \varphi = a = 2a \cos^2 \varphi$$

$$\int \sin \varphi \cdot a \cos^2 \varphi = M$$

$$F_{TP} = \int \frac{2a \cos^2 \varphi}{2\pi} d\varphi$$

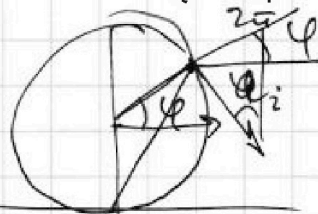
$$2\pi \cdot 2a$$

$$\int \sin \varphi$$

$$dm = \frac{m}{2\pi} d\varphi$$

$$m r^2 \frac{a_i}{z}$$

$$m \frac{r^2}{2z} a_i$$



$$\frac{m}{2\pi} d\varphi$$



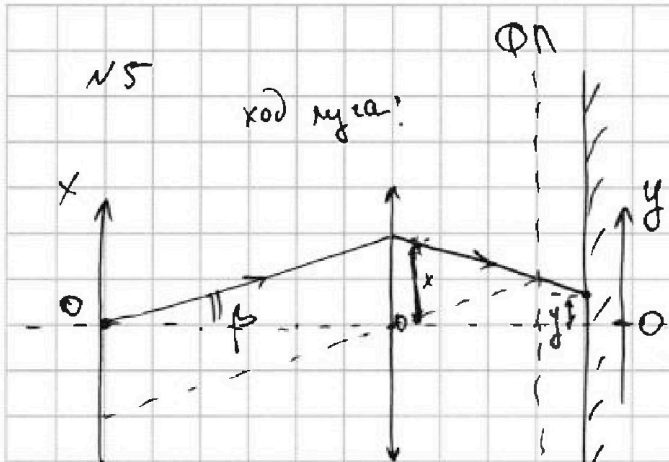


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Найдем  $y(x)$ :  $x < z$  !!!

$$y = x - \operatorname{tg} \rho \cdot l$$

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{x - \frac{h}{2} \cdot \frac{2}{h}}{h/2} = \frac{x}{2h}$$

$$y(x) = \frac{1}{3}x$$

$$|y_{\max}| = \frac{2}{3}z$$

Найдем  $z(x)$ :

$$z = y - \operatorname{tg} \rho \cdot l - \operatorname{tg} \varphi \cdot h$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h/2}{y - \operatorname{tg} \rho \cdot l + \operatorname{tg} \rho \cdot \frac{h}{2}} = \frac{h/2}{\frac{1}{3}x - \frac{2}{3}x + \frac{1}{3}x}$$

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

ладно.

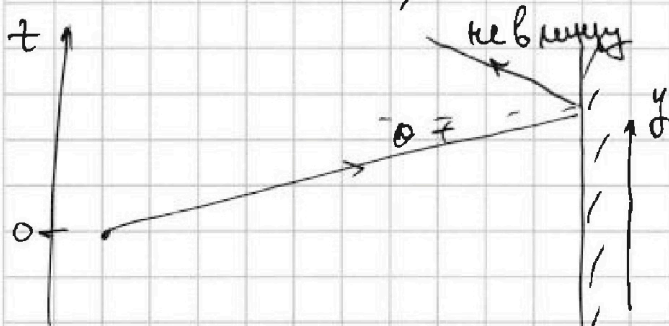
Смешиваем корни

$$t = y - \operatorname{tg} \rho \cdot l = \frac{1}{3}x - \frac{2}{3}x = -\frac{1}{3}x > -z$$

$$\Leftrightarrow +\sqrt{\frac{1}{3}x + 5h} \Leftrightarrow z_{\min} = -\frac{2}{3}x$$

$$z_{\max} = \frac{2}{3}z$$

Если  $x > z$ , то:



увеличу

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{x}{h}, \text{ тогда}$$

$$y = (h+l) \cdot \operatorname{tg} \theta = \frac{5h}{3h}x = \frac{5}{3}x$$

Тогда  $z(x)$ :

$$z = 2y = \frac{10}{3}x$$

$$|z_{\min}| = \frac{10}{3}z$$

$$|y_{\min}| = \frac{5}{3}z$$



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 (ср 2)

2) ~~Возьму луче посу  $\frac{2}{3}R$ , т.к.~~

~~$\frac{2}{3}R < R$~~

~~и  $\frac{2}{3}R > x$ , т.к. нет угла ( $E \neq 7$ )~~

Тогда:

~~$\frac{\varphi}{\varphi_0} \left( \frac{2}{3}R \right) = \frac{3}{2} \frac{1}{E} = 3 \rightarrow E = \frac{1}{2}$~~



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!

v3

По  $\mu$  симметрии зарядов  $\vec{D}$  будет зависеть, только от  $R$ , т.е. его радиально-симметрично.

Тогда по Гаусса!

$$4\pi R^2 D = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} \rightarrow D = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0 \epsilon}$$

$$\varphi = - \int_R^\infty D dr = - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \int_R^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \frac{1}{R}$$

$\varphi\left(\frac{R}{\epsilon}\right)$ , если  $x < \frac{R}{\epsilon}$ , то:

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

если  $x \geq \frac{R}{\epsilon}$ , то:

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

Выводим  $\varphi_0$ : т.е. она вне шара, то:

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{1}{R_0}$$

Тогда:

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{R_0}{R} \frac{1}{\epsilon}, \quad \text{если } R > x$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{R_0}{R}, \quad \text{если } R \leq x$$



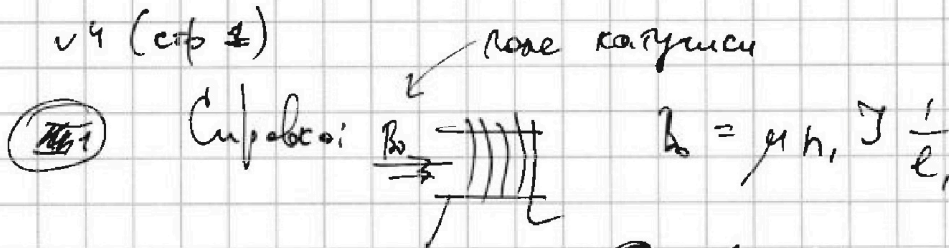


1  2  3  4  5  6  7

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!

v4 (стр 4)



$$\Phi = B_0 S N = \frac{\mu}{L} n^2 S \int$$

$$L = \frac{\mu}{L} n^2 S$$

Взаимная  $\frac{\mu}{L} = \frac{L}{n^2 S}$

Тогда:

① Так же бере не меняются амперы.

②  $\Phi_{\Sigma} = \text{const}$  ← суммарный поток.  
(катушка идеальная)

$$\Delta \Phi_{\Sigma} = \Delta B \cdot S n_1 + \Delta B_1 S n_2 + \Delta B_2 S n_2$$

$$0 = \alpha \Delta t S n_1 + L_1 \rho \Delta t + L_2 \rho \Delta t$$

$$\left| \rho \right| = \left| -\alpha \frac{S n_1}{L_1 + L_2} \right| = \left| -\alpha \frac{S n}{5L} \right| = \frac{\alpha S n}{5L}$$

② Если считать, что в  $t=0$   $B_1 = B_2 = 0$ , то:

$$0 = -\frac{B_0}{2} S n_1 - \frac{1}{3} B_0 S n_2 + (L_1 + L_2) \rho$$

$$\rho = \frac{3 B_0 S n_1 + 8 B_0 S n_2}{6 (L_1 + L_2)} = \frac{B_0 S n}{L} \frac{13}{30}$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Handwritten solution on grid paper:

Handwritten:  $y(x)$

Equation:  $y = x - \text{tg}\beta \cdot l$

Equation:  $\text{tg}\beta = \frac{x - \frac{x}{2}}{h/2} = \frac{x}{h/2}$

Equation:  $\text{tg}\varphi = \frac{2 + \frac{x - 2\text{tg}\beta l}{h/2}}{h/2} =$

Equation:  $\text{tg}\beta = \frac{x - 2\text{tg}\beta l + \text{tg}\beta \cdot \frac{h}{2}}{h/2} =$

Equation:  $\frac{2}{3}x = \frac{1 - \frac{x}{3} + \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = 2 - \frac{2x}{3} + 1 =$

Equation:  $-\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 3 - \frac{2x}{3} = \frac{1}{3}$

Equation:  $\frac{3-2}{6} = \frac{1}{3}$

Equation:  $-\frac{2}{3}$

Handwritten signature: *Мухомов*

Handwritten scribble:

Diagram: A coordinate system with x and y axes. A line with slope -1 is labeled 'NS'. A point 'O' is marked. A vertical dashed line is at  $x = \frac{1}{2}$ . A horizontal dashed line is at  $y = 2$ . A solid line passes through  $(\frac{1}{2}, 2)$  and  $(\frac{2}{3}, 0)$ . A point  $\varphi$  is marked on the y-axis. A point  $\beta$  is marked on the x-axis. A point  $\frac{1}{2}$  is marked on the x-axis. A point  $\frac{2}{3}$  is marked on the x-axis. A point  $\frac{10}{3}$  is marked on the x-axis. A point  $\frac{8}{3}$  is marked on the x-axis. A point  $\frac{32}{3}$  is marked on the x-axis.



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!

$$\frac{5}{6} \cdot \frac{12}{13} - \frac{60}{13} = \frac{1}{13} \left( \frac{60}{6} - 60 \right) = -\frac{50}{13}$$

$$\frac{12}{25} - \frac{14.4}{13 \cdot 25} = \frac{1}{25} \left( \frac{12 \cdot 13 - 14.4}{13} \right) =$$
$$\frac{136 - 56}{13} = \frac{80}{13}$$

$$\frac{80}{5.65} - \frac{50}{12.5} = \frac{10}{5} \left( \frac{8 \cdot 12 - 65.5}{12.65} \right) =$$

$$6.65 = \frac{325}{96} = \frac{96 - 325}{12.65} =$$
$$\frac{6}{299}$$





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!

$\frac{d\Phi}{dt} = \alpha =$

$\Phi = B_{\text{вн}} \cdot NS =$

$F_{\text{тр}} = \mu mg \frac{Q}{2} B_{\text{вн}} =$

$F_{\text{тр}} = \mu mg \frac{Q}{2}$

$B_0 = \mu a'$

$B = \frac{\mu J N}{l} = \mu J n$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$

$B_0 NS = \text{const} = \mu J \frac{NS^2}{l}$

$L = \mu \frac{N^2 S}{l} = \mu n NS = L$

$\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dJ}{dt}$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{L_1}{L_2} \frac{L_2}{L_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{2}{1} = \frac{1}{2}$

$\varphi = \alpha \frac{d\Phi}{d\text{grad } \theta}$

$\varphi =$

$D = \epsilon \epsilon_0 E$

$E =$

$\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dJ}{dt}$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{L_1}{L_2} \frac{L_2}{L_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{2}{1} = \frac{1}{2}$



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.

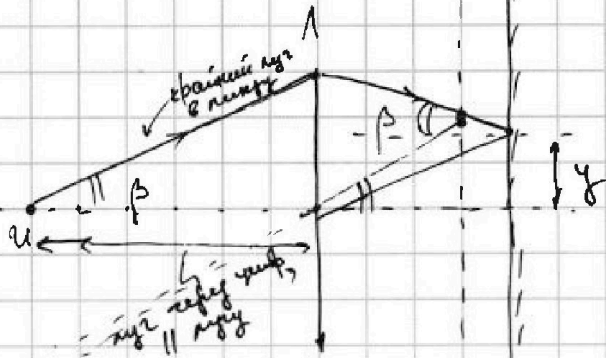
- 1  2  3  4  5  6  7

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!

$\rho = 2 \text{ км}$

№5



Найдем  $y$ :

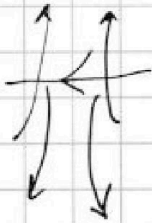
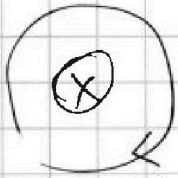
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x}{h}, \quad x < 2$$

~~$$y \in \text{...}$$~~

~~$$y \in \text{...}$$~~

$$y = x - \operatorname{tg} \beta \cdot l = x - \frac{x}{h} \cdot \frac{2}{3} h = \frac{1}{3} \operatorname{tg} \beta x$$

Черновик



$$\frac{10}{3} + \frac{11}{12} = 2$$

$$\frac{1}{3} \left( \frac{10 \cdot 11 + 11}{24} \right) =$$

$$\frac{3+16}{6 \cdot 5} = \frac{19}{30}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ 24 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\frac{29}{412} \cdot \frac{51}{12}$$

$$\frac{29 \cdot 51}{12}$$

$$\begin{array}{r} 57 \cdot 16 = \\ 21 \\ \hline 29 \\ 51 \\ \hline 145 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1600 \\ 121 \\ \hline 1479 \\ 12 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$\frac{2}{3} - 2 =$$

$$\frac{2-6}{3} = -\frac{4}{3}$$

$$\omega^2 \cdot \frac{a}{2} = N \cdot 2$$

$$\omega a = N$$

