

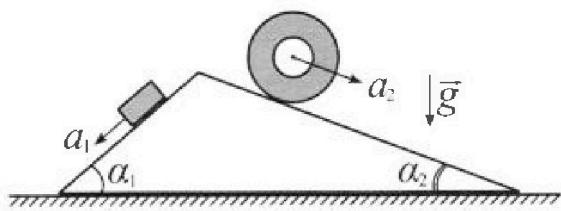
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-03**



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (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.

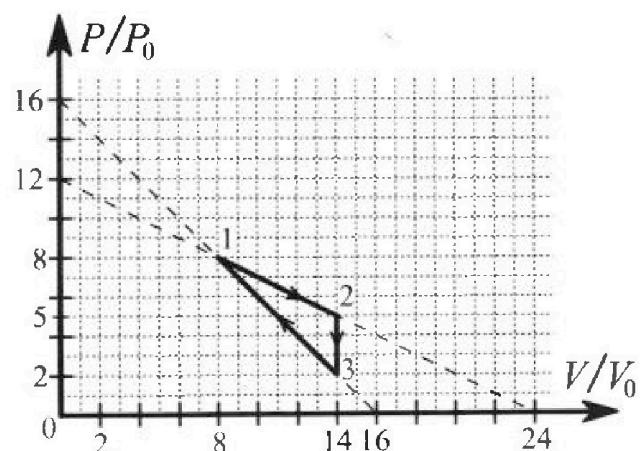


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

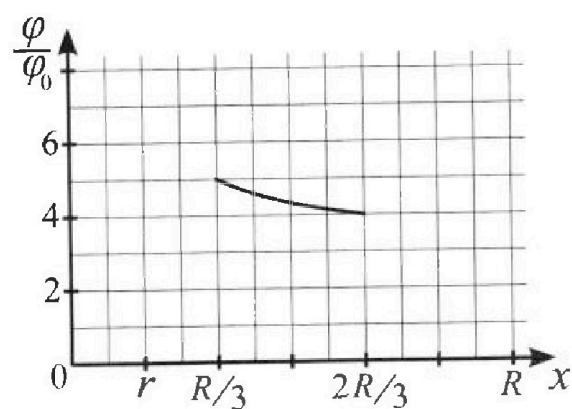
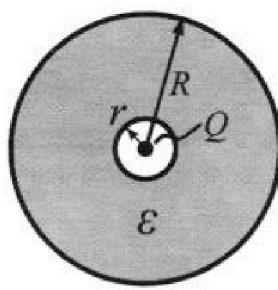
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

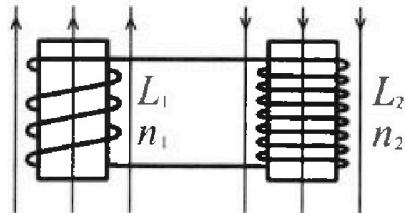


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 11-03**



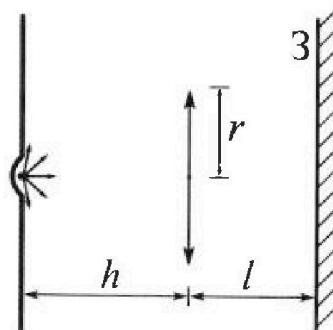
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  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  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

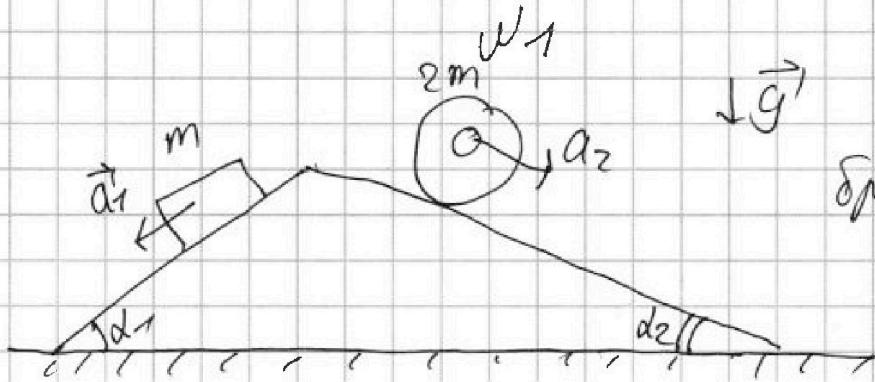
Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!



$$a_1 = \frac{6g}{73}$$

$$a_2 = \frac{9}{4}$$

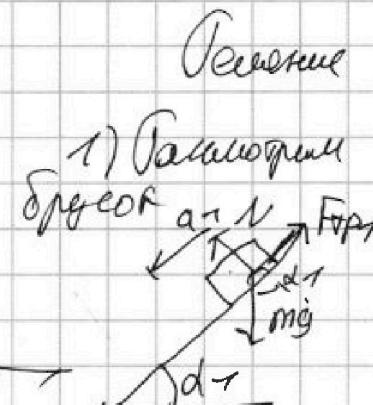
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{73} \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{73}$$

$$1) F_{rp1} - ?$$

$$2) F_{rp2} - ?$$

$$3) F_{rp3} \rightarrow ?$$



$$23\pi:$$

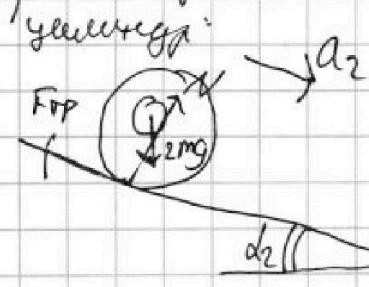
$$x: ma_1 = mgs \cdot \sin \alpha_1 - Frp_1$$

$$F_{rp1} = m(g s \cdot \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_{rp1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6g}{73} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{\frac{39}{5} - 30}{65} \right) =$$

$$= \left( \frac{9}{65} mg \right)$$



т.к. движение цепочки без проскальзывания, то  $F_{rp2} = F_{rp1}$

т.к. о движении цепочки есть еще одна связь:

$$\sum \vec{F}_{\text{бл}} = 2m \vec{a}_c$$

$$x: 2ma_2 = 2mg s \cdot \sin \alpha_2 - Frp_2$$

$$F_{rp2} = 2m(g s \cdot \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left( \frac{5}{73} - \frac{1}{4} \right) = \left( \frac{4}{26} mg \right)$$

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.

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

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) Расположение линий

Со стороны бруска  
и цепочки вдоль  
линейки их движение

по  $\sqrt{3}$ -й плоскости будят

действующие силы бруса

$F_{Rp_1}$  и  $F_{Rp_2}$  параллельны

направление в другую сторону, и сила реакции  $F_R$  так.

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

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{73}mg$$

Сама линия параллельна т.к.  
меньшему и параллельно  
движется одна грани линии

$F_{Rp_3}$  - ?

(3) Имеет смысл:

$$y: F_{Rp_3y} + F_{Rp_2} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 = F_{Rp_2} \cos \alpha_1$$

$$\begin{aligned} F_{Rp_3y} &= N_2 \sin \alpha_2 + F_{Rp_2} \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_{Rp_2} \cos \alpha_2 = \\ &= \cancel{\frac{24}{73}mg \cdot \frac{5}{73}} + \frac{9}{65}mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{26}mg \cdot \frac{12}{73} = \\ &= mg \left( \frac{24 \cdot 5}{769} + \frac{36}{73 \cdot 25} - \frac{12}{25} - \frac{48}{769} \right) = \\ &= mg \left( \frac{120}{338} - \frac{48}{338} + \frac{36}{325} \right) = mg \left( \frac{156}{338} - \frac{120}{320} \right) \\ &= mg \left( \frac{16}{73} - \frac{24}{65} \right) = \left( \frac{6}{65}mg \right) \rightarrow F_{Rp_3} \text{ Ось } y \text{ параллельно} \end{aligned}$$

Orbem: 1)  $F_{Rp_1} = \frac{9}{65}mg$ ; 2)  $F_{Rp_2} = \frac{4}{26}mg$ ; 3)  $F_{Rp_3} = \frac{6}{65}mg$



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

$V_A = 15V_0 \rightarrow$  можно заключить, что во всём проходе 1-2 ( $V \in [8V_0; 14V_0]$ ) тембра подыгдашь

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 39 \text{ p.o.V}_0 + 6 \text{ p.o.V}_0 = 45 \text{ p.o.V}_0$$

$$Q_{23} = C_V (\bar{V}_3 - \bar{V}_2) = \frac{3}{2} V_R (\bar{V}_3 - \bar{V}_2) = \frac{3}{2} (\text{заряд} - \text{разряд}) \\ \text{изокороткой проходе} \quad = -\frac{3}{2} \text{ разряд} = -63 \text{ p.o.V}_0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} V_R (\bar{V}_1 - \bar{V}_3) + (-30 \text{ p.o.V}_0) = \\ = \frac{3}{2} (64 \text{ p.o.V}_0 - 18 \text{ p.o.V}_0) - 30 \text{ p.o.V}_0 = 24 \text{ p.o.V}_0$$

В проходах 12 и 3-1 тембра в действительности подыгдашь

$$\rightarrow Q_n = Q_{12} + Q_{31} = 69 \text{ p.o.V}_0$$

$$A_Z = 9 \text{ p.o.V}_0 \rightarrow \eta = \frac{A_Z}{Q_n} = \frac{9 \text{ p.o.V}_0}{69 \text{ p.o.V}_0} = \frac{3}{23}$$

Ortsiem:

$$(1) \frac{\Delta U_{12}}{A_Z} = \frac{?}{3}; \quad (2) \frac{P_{12 \max}}{P_3} = \frac{18}{4}; \quad (3) \eta = \frac{3}{23}$$

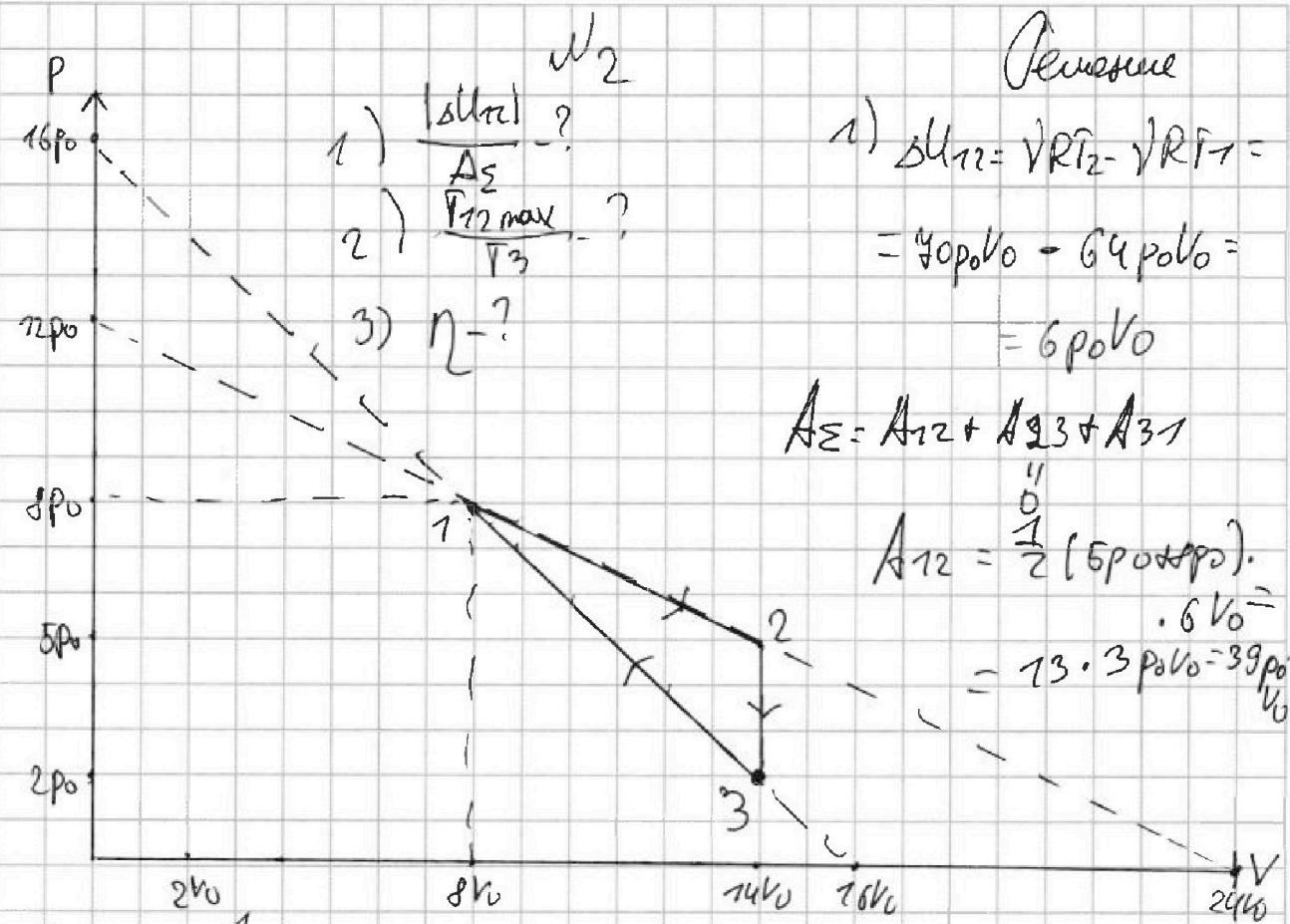
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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!



Решение

$$\begin{aligned} 1) \Delta U_{12} &= \sqrt{R T_2} - \sqrt{R T_1} = \\ &= 4 p_0 V_0 - 6 p_0 V_0 = \\ &= -6 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= \frac{1}{2} (5 p_0 \Delta p_0) \cdot \\ &\quad \cdot 6 V_0 = \\ &= 13 \cdot 3 p_0 V_0 = 39 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} (2 p_0 + 8 p_0) \cdot 6 V_0 = 30 p_0 V_0 \quad A_{\Sigma} = A_{12} + A_{31} = 9 p_0 V_0$$

Г.Ф. под сошл. сокращается ( $\partial V / \partial P$ )

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\Sigma}} = \frac{6 p_0 V_0 - \frac{2}{3}}{9 p_0 V_0 - \frac{2}{3}}$$

2) Рассмотрим процесс 1-2: 2 то

процесс линейной зависимости

давления от объема:  $p(V) = \alpha V + \beta$

$$p(V) = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0$$

$$p(0) = 12 p_0 \quad p(24 V_0) = 0$$

$$p(0) = \beta = 12 p_0 \quad 0 = \alpha 24 V_0 +$$

$$\alpha = -\frac{12 p_0}{24 V_0}$$

$$\alpha = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$pV = \sqrt{RT}$$

$$-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V = \sqrt{RT}$$

$$\Gamma(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left( -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V \right)$$

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  
2 из 3

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!

$$P(V) = \frac{1}{VR} \left( -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12P_0 V \right) - \text{это уравнение пароболы}$$

вершина вниз

$$V=0 \rightarrow P=0 \text{ и } \left( -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12P_0 V \right) = 0$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 = 12P_0 V$$

$$V = 24V_0$$

$$P_f = 12V_0$$

$$P_m = P(12V_0) = \frac{1}{VR} \left( -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} 144V_0^2 + 144P_0 V_0 \right) = \frac{1}{VR} 42P_0 V_0$$

$$P_{m_{12}} = \frac{\frac{42P_0 V_0}{VR}}{\sqrt{R}}$$

$$\sqrt{R} P_3 = 28P_0 V_0$$

$$\frac{P_{m_{12}}}{P_3} = \frac{\frac{42P_0 V_0}{VR}}{\frac{28P_0 V_0}{\sqrt{R}}} = \frac{\frac{42}{VR}}{\frac{28}{\sqrt{R}}} = \frac{42}{28} = \frac{3}{2}$$

3)  $\eta = \frac{\Delta E}{Q_H}$  в процессе 1-2 молярная температура  
остоинствует, до T.A. будет подводится теплота  
для отвода ее от T.A. до T. В определенном T.A.

$$C_A = 0 \rightarrow \delta Q = 0$$

$$\delta Q = \delta U + \delta H = 0$$

$$dP = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} d(PV) = dU$$

$$P_A = 0,3 \frac{P_0}{V_0} V_A$$

$$\frac{3}{2} V_A dP + \frac{3}{2} P_A dV = -P_A dV$$

$$P_A = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_A + 12P_0$$

$$3V_A \cdot \left( -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV \right) = -5P_A dV$$

$$0,3 \frac{P_0}{V_0} V_A = -0,5 \frac{P_0}{V_0} V_A + 12P_0 \cdot V_0$$

$$3V_A \frac{P_0}{V_0} = 10P_A$$

$$0,8P_0 V_A = 12P_0 V_0$$

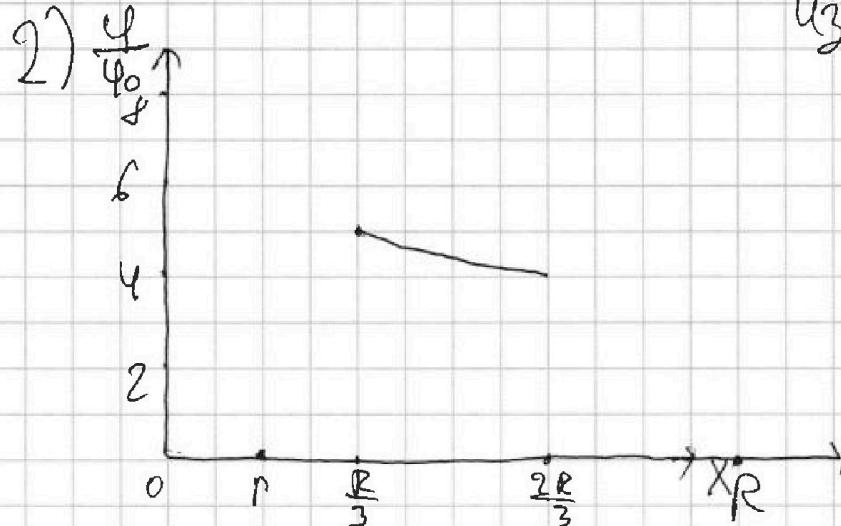
$$V_A = 25V_0$$

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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 условия можно  
найти что

$$r = \frac{R}{6}$$

$$R = 6r$$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\psi_0$$

$$\psi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\psi_0$$

аналогично из прошлого пункта

$$(\psi(r) - \psi\left(\frac{R}{3}\right)) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( -\left(\frac{1}{x}\right)\Big|_{\frac{R}{3}}^{\frac{R}{2}} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{3}{R} \right)$$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = \psi(r) - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = 5\psi_0$$

$$(\psi(r) - \psi\left(\frac{2R}{3}\right)) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{3}{2R} \right) \Rightarrow \psi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} +$$

$$+ \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 4\psi_0$$

$$5\psi_0 = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{6\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{kQ}{2\epsilon r}$$

$$4\psi_0 = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{12\epsilon r} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{kQ}{4\epsilon r}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{kQ}{r} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{1}{2\epsilon} \right) \quad \text{поделим} \quad \frac{kQ}{r} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{1}{4\epsilon} \right) = 4 \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{1}{2\epsilon} \right) / 4$$

$$\frac{kQ}{r} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{1}{4\epsilon} \right) = 5 \left( \epsilon-1 + \frac{1}{4} \right) = 4 \left( \epsilon-1 + \frac{1}{2} \right)$$

отъем:

$$\psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}, \quad \epsilon = 1.75$$

$$5\epsilon - \frac{25}{4} = 4\epsilon - 2$$

$$\epsilon = \frac{25}{4} - 2 = \frac{17}{4} = 1.75$$

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!

$$\psi\left(\frac{5R}{6}\right) - ?$$

УЗ

Решение

Распределение заряда при  $x \in [r; R]$

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

при  $x \in [r; R]$

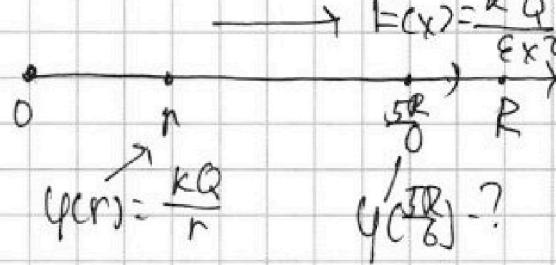
$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

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

$$\psi(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$\psi\left(\frac{5R}{6}\right) - ?$$

$$2) \epsilon?$$



$$-\mathrm{d}\psi = F(x) \mathrm{d}x$$

$$-\mathrm{d}\psi = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \mathrm{d}x$$

$$-\int \mathrm{d}\psi = \frac{kQ}{\epsilon} \int x^{-2} \mathrm{d}x$$

$$-(\psi\left(\frac{5R}{6}\right) - \psi(r)) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left( -\left(\frac{1}{x}\right) \Big|_r^{\frac{5R}{6}} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left( -\left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{r}\right) \right)$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) \rightarrow \psi(r) - \psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow \psi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) = \frac{kQ}{r} \cdot \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{6kQ}{5\epsilon r} =$$

$$= \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{6kQ}{5\epsilon r}$$



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

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$L_1 = L$$

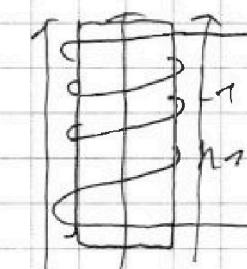
$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

S

$$1) \left[ \frac{dI_L}{dt} \right] ?$$

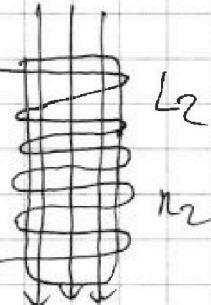


ω4

$$\frac{dB_1}{dt} = d$$

$$d > 0$$

$$\rightarrow dB > 0$$



Катушку L<sub>2</sub>:

$$\Phi_{\Sigma 2} = (B_2 S + L_2 I) n_2$$

$$\Phi_{\Sigma 2} = n_2 B_2 S + L_2 I$$

Какой поток протекает

$$\text{посреду L}_1: \Phi_{\Sigma 1} = \Phi_{B1} + \Phi_{in} = n_1 B_1 S + L_1 I$$

$$\Phi_{\Sigma 1} = \Phi_{B1} + \Phi_{Si} = (B_1 S + L_1 I) n_1$$

то при изменении магнитного потока (с изменением тока)

возникает ЭДС индукции, то т.к.  $R=0 \rightarrow \mathcal{E} = IR = 0 \rightarrow$

$$\star \frac{d\Phi}{dt} = 0$$

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_{\Sigma 1} + \Phi_{\Sigma 2} = B_1 S + L_1 I + B_2 S + L_2 I$$

$$\frac{d\Phi_{\Sigma}}{dt} = \frac{dB_1}{dt} S + L \frac{dI}{dt} + 0 + 16L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$2) B_1 \downarrow \text{от } B_0 \text{ до } \frac{B_0}{3}$$

$$B_2 \downarrow \text{от } 3B_0 \text{ до } \frac{9B_0}{4}$$

$$dS_1 + 16L \frac{dI}{dt} = 0 \rightarrow$$

$$\left( 1 \frac{dI}{dt} \right) = \frac{dS_1}{16L}$$

Изменение внешних полей первоначальное

т.к. поток сверхпроводящий то верен 3-й закон Фарадея  
магнитных потоков  $\rightarrow \Phi_{\Sigma} = \text{const}$



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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Phi_{\Sigma_0} = \eta_1 B_0 S + L \frac{I_0}{B_0} + \eta_2 L I_0 + h^3 B_0 S = \cancel{\eta_2 L B_0 S} + \eta_2 h^3 B_0 S = 13 h^3 B_0 S$$

$$\Phi_{\Sigma_1} = \frac{1}{3} B_0 S_n + \eta_2 L I_1 + \frac{g B_0}{9} S_n = \eta_2 L I_1 + B_0 S_n \left( \frac{1}{3} + g \right) = \eta_2 L I_1 + \frac{2}{3} B_0 S_n$$

~~$$4 B_0 S = \eta_2 L I_1 + \left( \frac{g}{9} + \frac{1}{3} \right) B_0 S = \eta_2 L I_1 + \frac{31}{27} B_0 S$$~~

~~$$\eta_2 L I_1 = \frac{28}{72} B_0 S$$~~

$$\eta_2 L I_1 + \frac{28}{3} B_0 S_n = 13 B_0 S_n$$

~~$$\eta_2 L I_1 = \frac{21}{75} B_0 S_n$$~~

$$I_1 = \frac{11 B_0 S_n}{227}$$

$$\text{Объем: } 1) \left( \frac{dI_1}{dt} \right) = \frac{dS_n}{741} = \frac{dS_n}{74 L}$$

$$2) I_1 = \frac{11 B_0 S_n}{227}$$



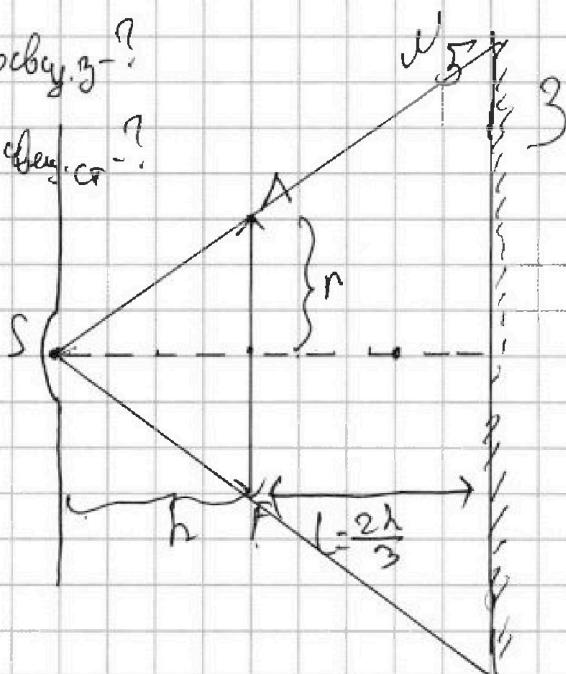
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 3

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) Биссектриса?



$$F = \frac{1}{3}$$

(биссектриса)

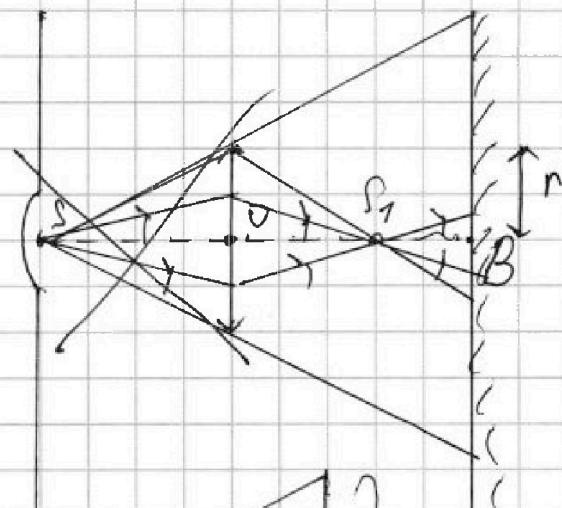
2) Биссектриса?

Найдем где находится  
изображение действительного  
предмета (справки) в объек.

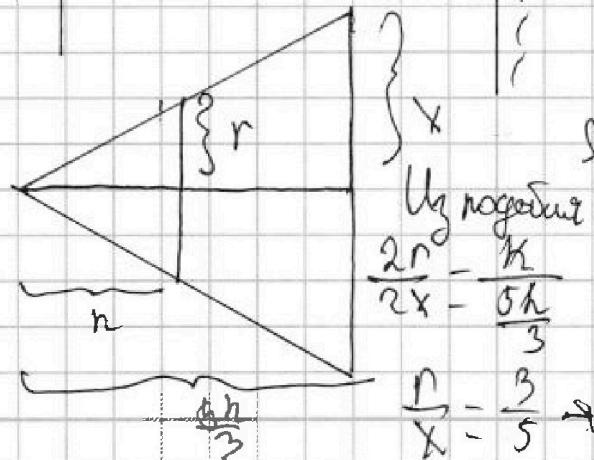
$$\text{т.к. } d = h > F = \frac{1}{3} \rightarrow$$

И: действительное

$$f = \frac{dF}{d - F} = \frac{h \cdot K}{\frac{2}{3}K} = \frac{1}{2}$$



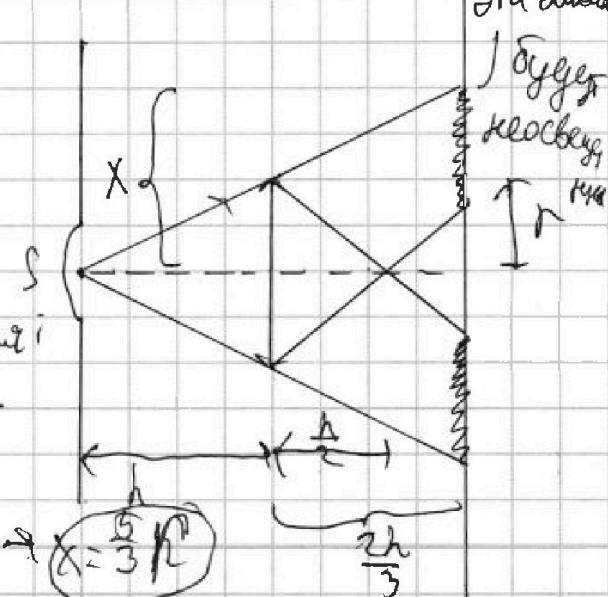
Все лучи попадают  
на зеркало сбоку  
все же  $f_1$  параллельны  
 $f = \frac{1}{2}$  от зеркала



Угол обзора

$$\frac{2r}{2x} = \frac{5h}{3}$$

$$\frac{r}{x} = \frac{3}{5} \rightarrow$$



Это обзор  
будет  
бесконеч

бесконеч

бесконеч



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.

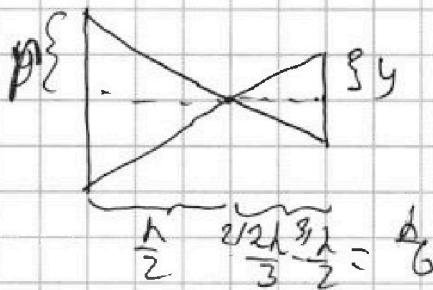
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$X = \frac{5}{3}r$$

$$S_{\text{шаровид}} = \pi X^2 - \pi r^2 = \pi \left(\frac{5}{3}r\right)^2 - \pi \frac{r^2}{9} =$$



$$\text{Из подобия } \frac{2/9}{2r} = \frac{h/6}{h/2} = \frac{2/9}{1} = \frac{2/9 \pi^2}{3 \pi r^2}$$

$$\frac{h}{r} = \frac{1}{3} \Rightarrow h = \frac{1}{3}r$$

$$S_{\text{шаровид}} = \frac{2}{3} \pi r^2$$

$$2) S_{\text{шаровид}} = ?$$

$S_2$  - это изображение предмета  $S_1$  в зеркале  
Г.Г. лучше превратившееся

влиже к нам под разночлен

Учимся Г.Г.ше отражения

от зеркала будут лучи

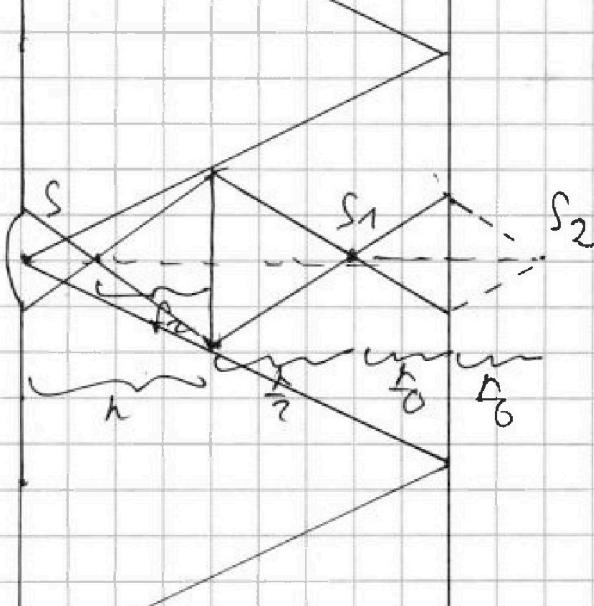
которые прошли мало  
расстояния и не лучше которых  
нельзя говорить  
наличие близости  $\rightarrow$  отсюда

они же являются Г.Г.

$$d_2 - \text{расстояние от } S_2 \text{ до } d_2 = \frac{h}{2} + \frac{h}{3} = \frac{5h}{6} \geq F$$

$\rightarrow$  Это изобр.  $S_3$  будет находиться на расстоянии  $F$

$$F_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{\frac{5h}{6} \cdot h}{\frac{5h}{6} - h} = \frac{5}{9}h$$



от самого предмета  
 $S$  на стекло свет не падает

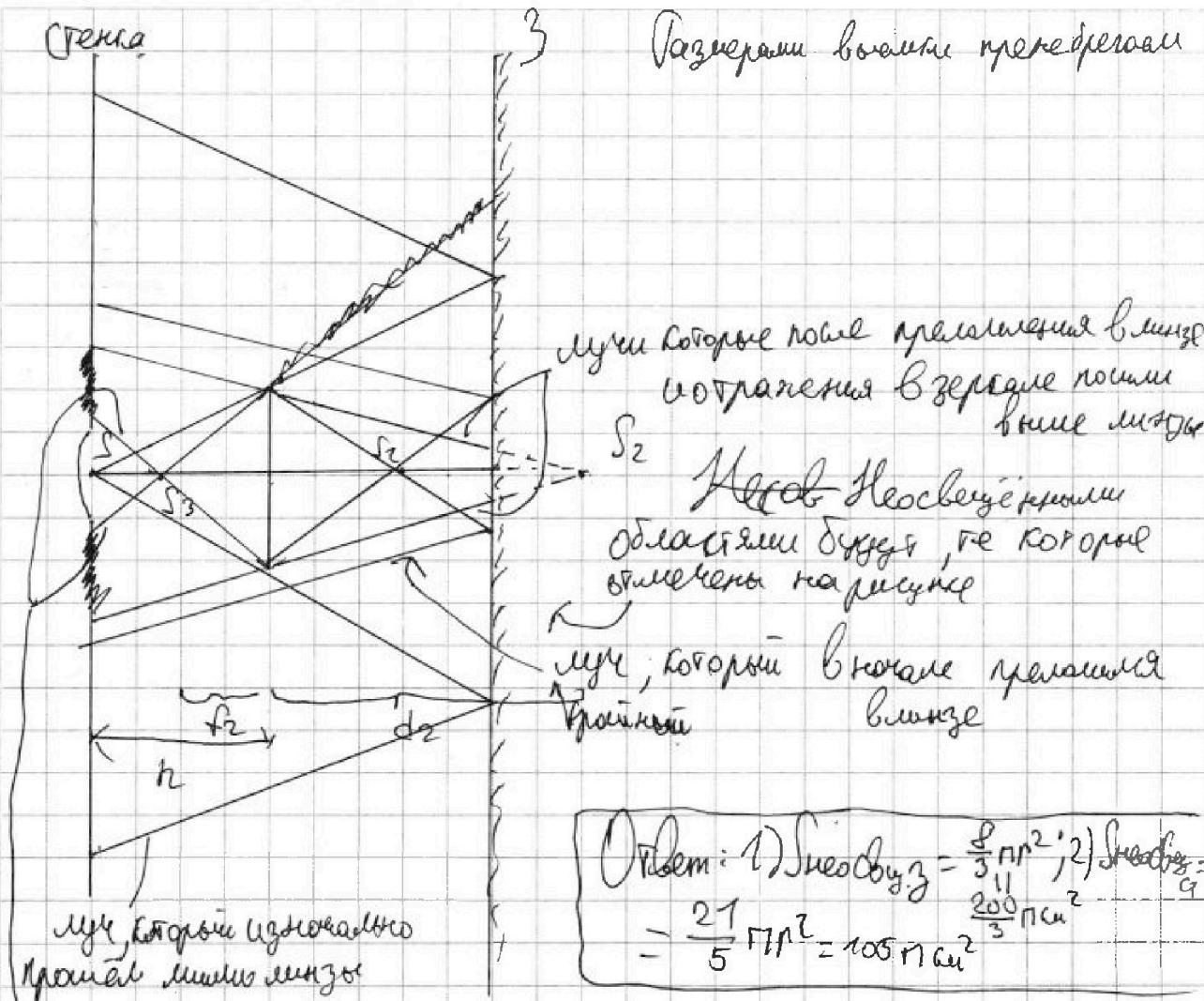


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
3 из 3

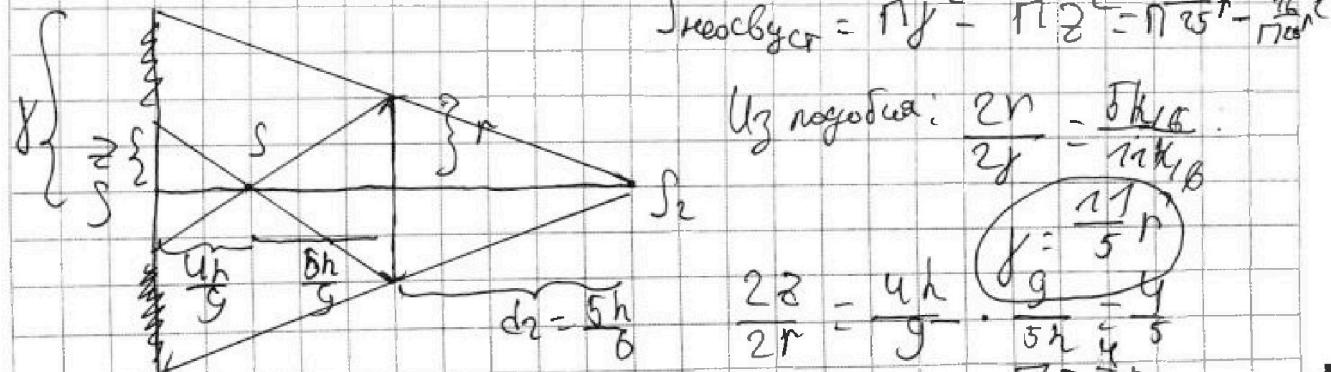
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\text{Ответ: 1) } S_{\text{недостр}} = \frac{2}{3} \pi r^2; 2) S_{\text{недостр}} = \frac{200}{3} \pi r^2$$

$$= \frac{21}{5} \pi r^2 = 105 \pi r^2$$

луч, который после преломления всплынет, отражен в зеркале  
после всплытия всплынет и преломится





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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\frac{5kQ}{14R} - \frac{3}{4} \frac{kQ}{r} + \frac{\pi R}{2} \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{3F^2}{2F} = \frac{3}{2} F = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} \text{ точек}$$

Где  $F = kQ$

$$E(x) =$$

Генерируемая точечного заряда

Генерируемая точечного заряда при

$$x \in [0, r]$$

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

$$x > r$$

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

$$(Q(\frac{R}{3})) = \frac{2kQ}{5R} = \frac{3}{5} \frac{kQ}{R}$$

$$Q(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$-\mathrm{d}Q = E(x)dx$$

$$Q_0 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R}$$

$$-\mathrm{d}Q = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$$

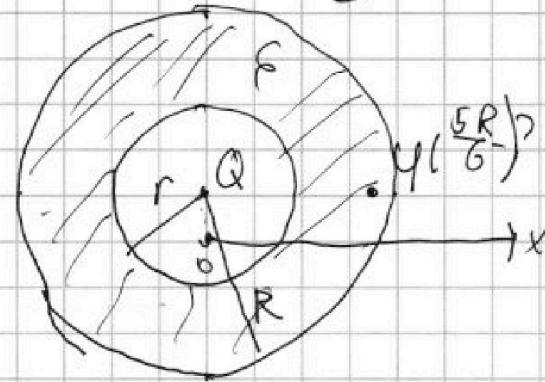
$$Q_0 = \frac{kQ}{r} - \left( Q(\frac{5R}{6}) - Q(r) \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \int x^{-2} dx$$

$$\frac{3}{4} \frac{kQ}{r} + \frac{1}{2} \frac{kQ}{r}$$

$$Q_0 = \frac{1}{2} \frac{kQ}{r} - \left( Q(\frac{5R}{6}) - Q(r) \right)$$

$$\frac{kQ}{r} - Q(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{\epsilon} - \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{kQ}{r} - Q(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right)$$



$$x = \frac{5R}{6}$$



$$dQ = E(x)dx$$

$$x_{far} - dQ =$$

$$Q(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$-\mathrm{d}Q = E(x)dx$$

$$Q_0 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R}$$

$$Q_0 = \frac{1}{2} \frac{kQ}{r} - \left( Q(\frac{5R}{6}) - Q(r) \right)$$

$$\frac{kQ}{r} - Q(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{\epsilon} - \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{kQ}{r} - Q(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right)$$

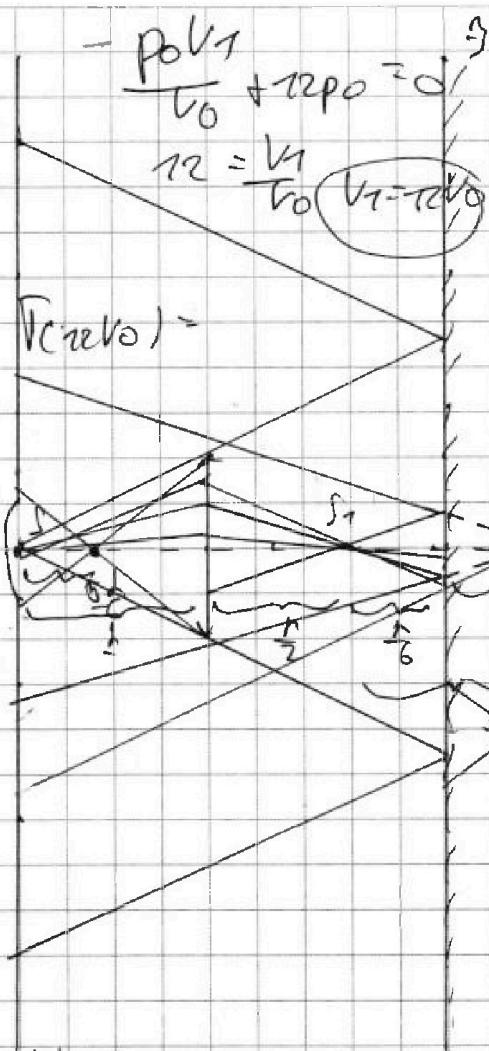


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$d_1 = \frac{3}{2}h + \frac{2}{3}h = \frac{5}{3}h$$

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

$$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{\frac{5}{3}h \cdot h}{\frac{5}{3}h - \frac{4}{3}h}$$

$$B = \mu \rho_0 f_1 L$$

$$L_2 = N'$$

$$\frac{5d_1^2}{28 \cdot \frac{h}{2}} = \frac{5}{28}h$$

$$p(V) = \alpha V + \beta$$

$$p(\delta V_0) = \delta p_0 \quad p(\Delta V_0) = \delta p$$

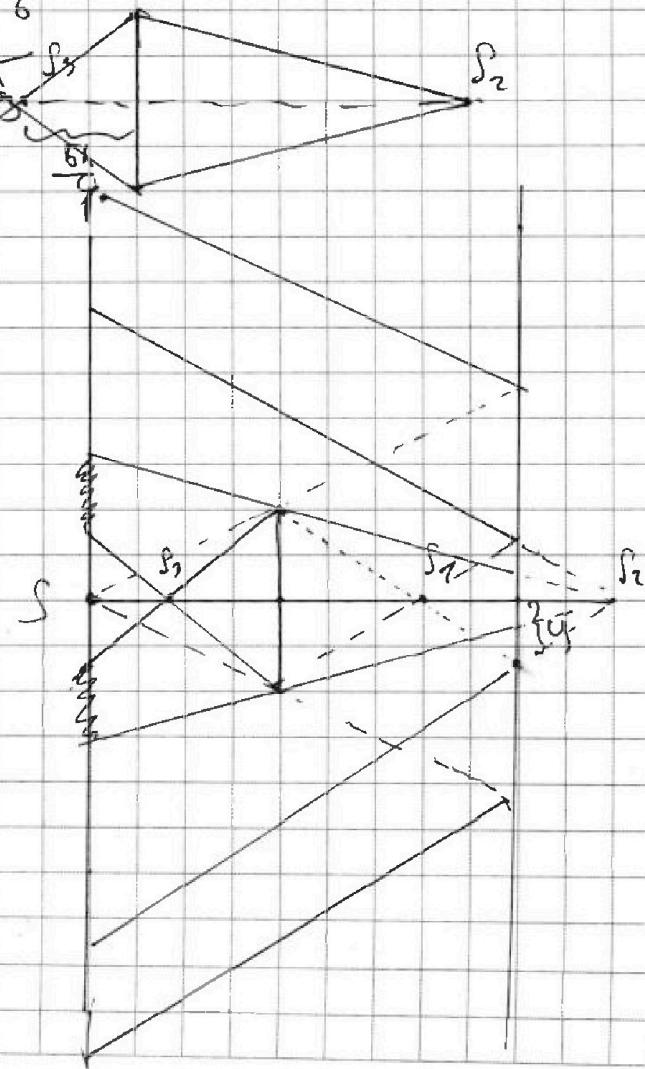
$$\delta p_0 = \alpha \delta V_0 + \beta$$

$$\delta p_0 = \alpha \Delta V_0 + \beta$$

$$\beta p_0 = - \alpha V_0$$

$$\alpha = - \frac{1}{2} p_0 / V_0$$

$$\beta = - \alpha p_0 / V_0$$



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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$P_{16p_0}$

$\omega 2$

$i = 3$

$$P_0 = \frac{12P_0}{2 + 4} = 3P_0$$

$\Delta U_{12}$

$$\Delta U_{12} = \Delta U_{12} + \Delta n$$

$$P(V) = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0$$

$$dP = P' dV = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0^2} dV$$

$$dP = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$P = P_0 + \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V_A = 5P_0$$

$$PV = VRT$$

$$(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0)V = VRT$$

$$\frac{3}{V_0} P_0 V_A = R P_0 T$$

$$P_A = \frac{3}{V_0} \frac{P_0}{V_0} V_A = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_A + 12P_0$$

$$P_0 = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_A + 12P_0$$

$$P(V) = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0$$

$P$

$$PV = VRT$$

$$98P_0V = 16f$$

$V$

$$(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0)V = VRT$$

$$T = \frac{1}{V} R \left( -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12P_0 \right)$$

$8P_0$

$5P_0$

$2P_0$

$$P(0) = 0 \quad \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 = 12P_0V$$

$$24 = V$$

$$24 = V$$

$V_A$

$1$

$2$

$3$

$4$

$5$

$6$

$7$

$8$

$9$

$10$

$11$

$12$

$13$

$14$

$15$

$16$

$17$

$18$

$19$

$20$

$21$

$22$

$23$

$24$

$25$

$26$

$27$

$28$

$29$

$30$

$31$

$32$

$33$

$34$

$35$

$36$

$37$

$38$

$39$

$40$

$41$

$42$

$43$

$44$

$45$

$46$

$47$

$48$

$49$

$50$

$51$

$52$

$53$

$54$

$55$

$56$

$57$

$58$

$59$

$60$

$61$

$62$

$63$

$64$

$65$

$66$

$67$

$68$

$69$

$70$

$71$

$72$

$73$

$74$

$75$

$76$

$77$

$78$

$79$

$80$

$81$

$82$

$83$

$84$

$85$

$86$

$87$

$88$

$89$

$90$

$91$

$92$

$93$

$94$

$95$

$96$

$97$

$98$

$99$

$100$

$101$

$102$

$103$

$104$

$105$

$106$

$107$

$108$

$109$

$110$

$111$

$112$

$113$

$114$

$115$

$116$

$117$

$118$

$119$

$120$

$121$

$122$

$123$

$124$

$125$

$126$

$127$

$128$

$129$

$130$

$131$

$132$

$133$

$134$

$135$

$136$

$137$

$138$

$139$

$140$

$141$

$142$

$143$

$144$

$145$

$146$

$147$

$148$

$149$

$150$

$151$

$152$

$153$

$154$

$155$

$156$

$157$

$158$

$159$

$160$

$161$

$162$

$163$

$164$

$165$

$166$

$167$

$168$

$169$

$170$

$171$

$172$

$173$

$174$

$175$

$176$

$177$

$178$

$179$

$180$

$181$

$182$

$183$

$184$

$185$

$186$

$187$

$188$

$189$

$190$

$191$

$192$

$193$

$194$

$195$

$196$

$197$

$198$

$199$

$200$

$201$

$202$

$203$

$204$

$205$

$206$

$207$

$208$

$209$

$210$

$211$

$212$

$213$

$214$

$215$

$216$

$217$

$218$

$219$

$220$

$221$

$222$

$223$

<math

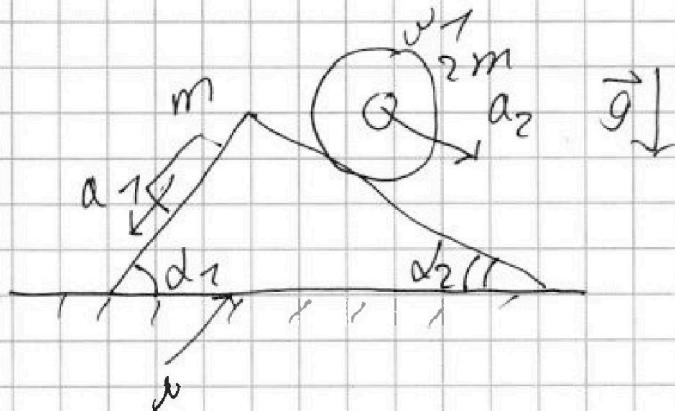


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$a_1 = \frac{6g}{73}$$

$$2m$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

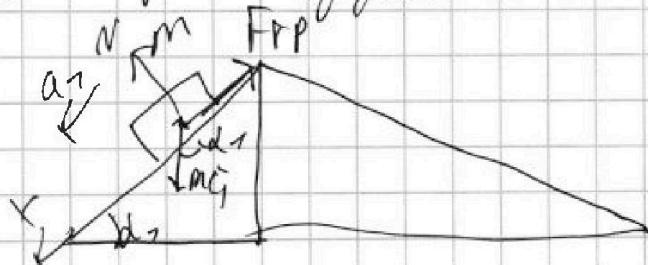
$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{73}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{73}$$

Линия неподвижна

1) рассмотрим брусков и гири



$$x: ma_1 = mgs \sin \alpha_1 - F_{Fr1}$$

$$F_{Fr1} = (g s \sin \alpha_1 - a_1)m$$

$$F_{Fr1} = m \left( \frac{3g}{5} - \frac{6g}{73} \right) = \frac{9mg}{65}$$

Дл. о движении гири

$$\text{масс} \quad \sum \vec{F}_{\text{гирь}} = 2m \vec{a}_c$$

$$y: F_{Fr2} + 2mgs \sin \alpha_2 = 2ma_2$$

$$F_{Fr2} = (a_2 - g s \sin \alpha_2) 2m =$$

$$= 2m \left( \frac{1}{4}g - \frac{5}{73}g \right) = 2mg \left( \frac{1}{4} - \frac{5}{73} \right)$$

$$= \frac{13 - 20}{32} = -2mg \frac{7}{62} = -mg \frac{7}{26}$$

