

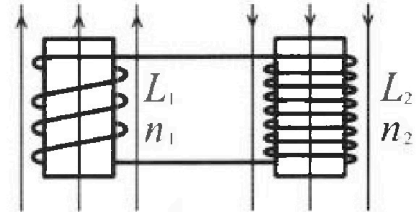
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

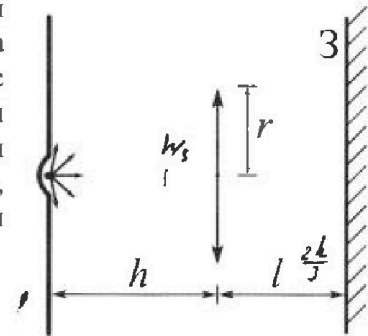


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $F = h/3$ . 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



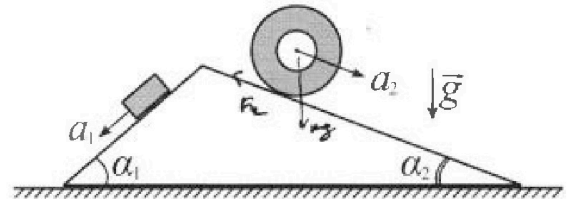
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

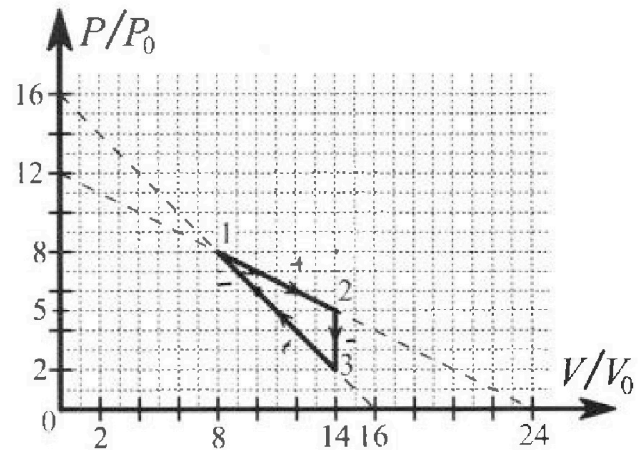
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

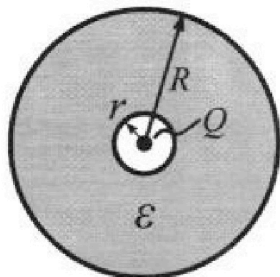
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



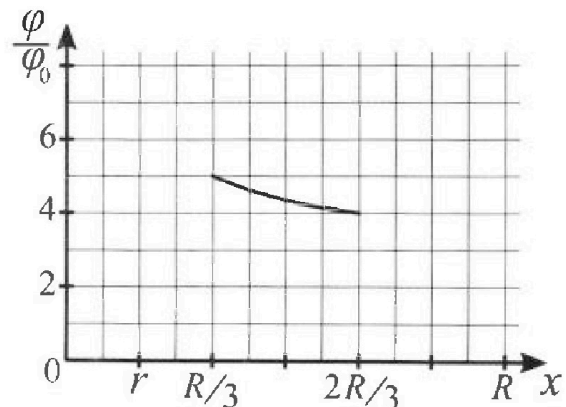
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\varphi$  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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



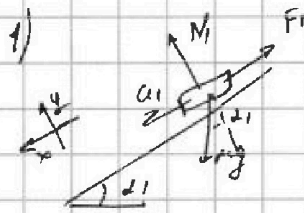


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

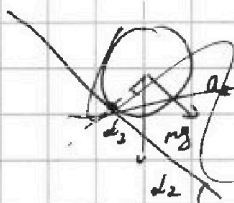
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



По II-з-ку Ньютона  
на ось  $Ox$ :

$$m a_1 = m g \sin \alpha - F_1$$

$$F_1 = m (g \sin \alpha - a_1) = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{1}{5} \right) = \boxed{\frac{2}{5} m g = F_1}$$



~~Запишем II-з-н Ньютона в векторном  
виде относительно~~

$$M = I \varepsilon$$

~~$M$  - момент силы  
 $I$  - момент инерции  
 $\varepsilon$  - угл. ускорение.~~

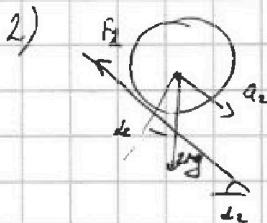
$$M = m g \cdot R \sin \alpha \cdot d_2$$

$$I = I_{cm} + 2m R^2 = 2m R^2 + 2m R^2 = 4m R^2$$

~~момент инерции от центра масс~~

$$\varepsilon = \frac{a_1}{R}$$

$$m g R \sin \alpha \cdot d_2 = 4m R^2 \cdot \frac{a_1}{R}$$



Аналогично 1)

$$2m a_2 = 2m g \sin \alpha - F_2$$

$$F_2 = 2m (g \sin \alpha - a_2) = 2m g \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{13} \right) =$$

$$= \boxed{\frac{4}{6} m g = F_2}$$





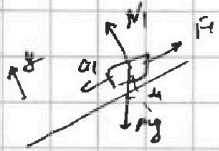
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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) Найдём силы реакции опор от груза и цилиндра.



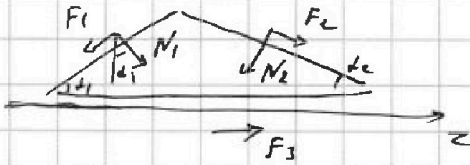
По II-му закону Ньютона на ось:

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

Для цилиндра аналогично

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

По 3-му закону Ньютона реакции на опорах по модулю, но противоположны по напр. силе действуют на клин. Проецируем их на гориз. ось z.



$$F_3 = N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 -$$

$$- F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 =$$

$$= \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} + mg \cdot 2 \cdot \frac{12 \cdot 5}{13 \cdot 13} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= mg \left( \frac{36}{25 \cdot 13} - \frac{42}{13^2} + \frac{120}{13^2} - \frac{12}{25} \right) = mg \left( \frac{390 \cdot 0.5}{13^2 \cdot 25} - \frac{13 \cdot 12 (13 \cdot 3)}{25 \cdot 13^2} \right)$$

$$= mg \frac{390 - 312}{13^2 \cdot 5} = mg \frac{78}{13^2 \cdot 5} = \boxed{\frac{6}{65} mg = F_3}$$





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!

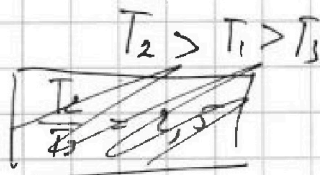
1) 
$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{|\frac{1}{2} \gamma R \Delta T_{12}|}{A} = \frac{|\frac{1}{2} \Delta(PV)_u|}{A} = \frac{\frac{1}{2} |15 \cdot 14 - 8 \cdot 8|}{\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6} =$$

$$= \frac{35 - 32}{3} = \boxed{1 = \frac{\Delta U_{12}}{A}} \quad A - \text{площадь } \Delta.$$

2) По уравнению М.-Кл.:  $PV = \gamma RT$   
 $\gamma = \text{const} \Rightarrow \frac{PV}{T} = \text{const} \quad \frac{PV}{P_0 V_0 T} = \text{const}$

$$\frac{2 \cdot 14}{T_3} = \frac{5 \cdot 11}{T_2} = \frac{8 \cdot 8}{T_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \frac{16}{7}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{5}{2} > \frac{16}{7}$$



на 2 меняю к этой задаче

3) в 2-3 - прямо по прямой, а для того, чтобы указать то делаем с помощью 1-2 и 3-1 касаются, где адiabата касается этих прямых. (уравнение адiabаты  $PV^\gamma = \text{const}$ )

$$\gamma = \frac{5}{3}$$



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  
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!

1-2:  $p = \frac{c}{V^2}$   $\frac{P}{P_0} - 12 = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0}$

в м.кочении

$$\frac{dP}{dV} = -2 \frac{c}{V^3} \downarrow = \frac{dP}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{P}{V_0}$$

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

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

$$\frac{V}{V_0} = \frac{2+12}{2+1} = \frac{24}{3} = 8 - \text{эта точка не лежит}$$

на 1-2, а нужно  $\Rightarrow$  в 1-2 надо поправить

1-3:  $p = \frac{c}{V^2}$   $\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$

$$-2 \frac{c}{V^3} = -\frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \frac{c}{V^2} = \frac{P_0 V}{2V_0} = \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) P_0$$

$$\left(\frac{1}{2} + 1\right) V = 16 V_0 \rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{16 \cdot 2}{3} = \frac{32}{3} = 10 \rightarrow$$

$\Rightarrow$  от 1 до  $\frac{V}{V_0} = 10$  надо пог, начал движение.

от 3 до  $\frac{V}{V_0} = 10$  пог, начал движение

$$Q^- = Q_{es} + Q_{\left(\frac{V}{V_0} = 10 \rightarrow 1\right)} = \frac{1}{2} 14 \cdot 3 P_0 V_0 + 2 \cdot 7 P_0 \cdot \frac{1}{2} (64 - 10 \cdot 6) =$$

$$= P_0 V_0 (9 \cdot 7 + 2 \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot 4) = P_0 V_0 71$$

пог на пог или в.  $du = \frac{1}{2} d(PV)$

$$A = P_0 V_0 \left(\frac{1}{2} \cdot 6 - 1\right)$$

$$\eta = \frac{A}{A+Q^-} = \frac{9}{9+71} = \frac{9}{80} = \eta$$



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!

$$(*) \quad \frac{PV}{P_0 V_0 T} = \text{const} \quad T \uparrow \Rightarrow PV \uparrow \Rightarrow \text{максимум}$$
$$T \downarrow \Rightarrow PV \downarrow \Rightarrow \text{минимум}$$

для этого уравнение 1-2

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

$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \left( 24 - \frac{V}{V_0} \right) - \text{выбавим второе слагаемое} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \text{max}$  в  $\frac{V}{V_0} = 12$ ,  $\text{зад. условия не выполняются}$   
61 → 2

Тогда  $\frac{P}{P_0} = 12 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 6$

$$\frac{6 \cdot 12}{T_{\text{max}}} = \frac{14 \cdot 2}{T_3}$$

$$\boxed{\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{2 \cdot 14} = \frac{18}{7}}$$





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) По уравнению Максвелла  $\int_{\partial V} \vec{D} d\vec{S} = \int \rho dV$

В силу симметрии сам выберем сферу с тем же центром  
" рад.  $x$ .

$$\int_{\partial V} \vec{D} d\vec{S} = \vec{D} 4\pi x^2$$

$$\int \rho dV = Q$$

$$D = \frac{Q}{4\pi x^2} = \epsilon \epsilon_0 E \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 x^2} = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{36}{25R^2}$$

2) Потенциалы образуют скалярную  $\epsilon = 1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  потенциал точки в  $x$  - это  $\varphi =$   
 $= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) \quad k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$

У нас 2-потенциал  $\frac{\varphi}{\varphi_0}$  в  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  моде.

$$1 = \frac{\varphi_1}{\varphi_0} - \frac{\varphi_2}{\varphi_0} = \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) = \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \cdot \frac{3}{2R} \Rightarrow \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = \frac{2R}{3}$$

$$9 = \frac{\varphi_1}{\varphi_0} + \frac{\varphi_2}{\varphi_0} = 2 \frac{kQ}{R \varphi_0} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \left( \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \left( \frac{2\epsilon - 2\epsilon}{R} + \frac{9}{2R} \right) = \frac{2R}{3R} \left( -2 + 2\epsilon + \frac{9}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{3} (-4 + 4\epsilon + 9) = 9 \Rightarrow \boxed{E = 5,5}$$



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) Так как катушки далеко друг от друга взаимной индукцией можно пренебречь. Тогда.

Тогда рассмотрим потоки через катушку 1.

$$\Phi_1 = BSr + IL \quad \Phi_2 = 16IL + 4BSr$$

$$\dot{\Phi}_1 = 2Sr + \dot{I}L \quad \dot{\Phi}_2 = 16L\dot{I}$$

Обойдем контур.  $2Sr + 17L\dot{I} = 0$  — по II-му закону.

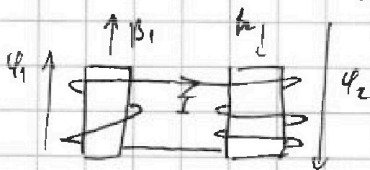
$$\dot{I} = -\frac{2Sr}{17L}$$

$$I = -\frac{2Sr}{17L} t$$

знак говорит, что ток будет течь в  $\Phi_1$  по часовой стрелке  
знак говорит только о направлении

$$\left| \dot{I} \right| = \frac{2Sr}{17L}$$

2) Для определения направления поля и обмотки катушек (как именно намотаны) воспользуемся рисунком. Выберем направление тока и потоков.



$$\begin{cases} \Phi_1 = B_1 r S + IL \\ \Phi_2 = 4B_2 r S - I16L \end{cases}$$

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_2 \Rightarrow B_1 r S + \dot{I}L = 4B_2 r S - \dot{I}16L$$

$$\int_0^I 17L dI = \int_{SA_1}^{SA_2} r S 4 dB_2 - \int_{r_1}^{r_2} r S dB_1$$



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!

$$17L \vec{I} = nS \left( \vec{B} - 12 \right) \vec{K}_0 - B_0 \left( \frac{1}{3} - 1 \right) = nS B_0 \left( -\frac{7}{3} \right)$$

$$\boxed{|\vec{I}| = + \frac{7}{51} \frac{nS B_0}{L I}}$$

← знак - направление,  
модуль ток.



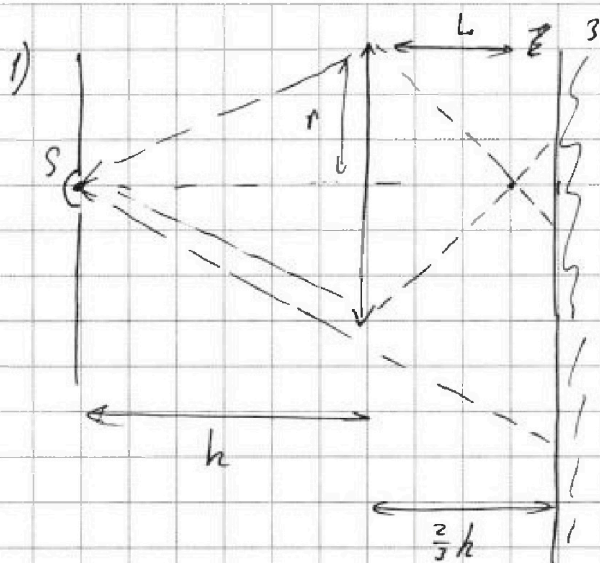


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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



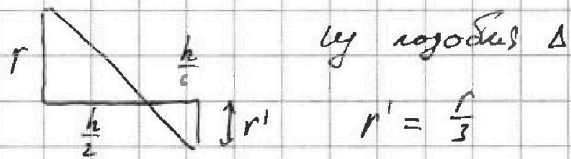
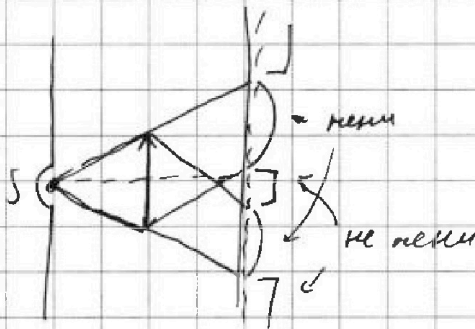
По ф-ле плоской волны.

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{L} = \frac{1}{h}$$

или путь до точки  
максимума (S).

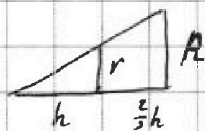
$$L = \frac{h}{2}$$

лучи либо не прошли через  
щель, либо прошли через  
нее и ушли тогда  
могут быть темн на 3.



из подобия  $\Delta$

$$r' = \frac{1}{3} r$$



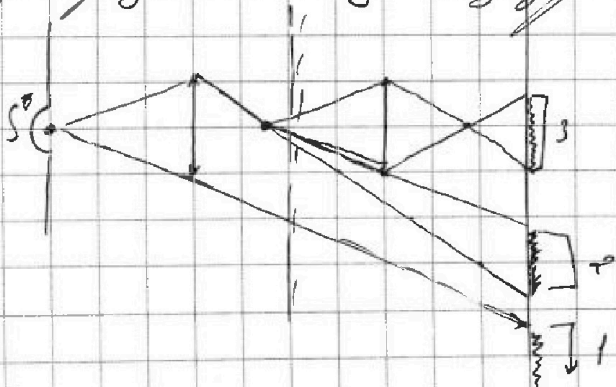
$$R = \frac{5}{3} r$$

и в силу

симметрии максимум темн на 3:

$$\pi R^2 - \pi r'^2 = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{9} \cdot r^2 \pi = \frac{8}{9} \cdot 25 \pi = \frac{200}{9} \pi \text{ см}^2$$

2) Определим ширину в заданном



будет 3 зоны освещенности  
или не освещенных  
лучей, промежуток один  
два раза. 1; 2; 3 -  
соответственно.

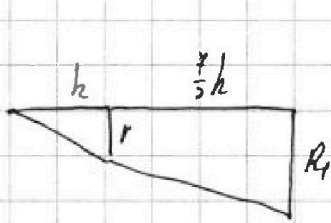


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

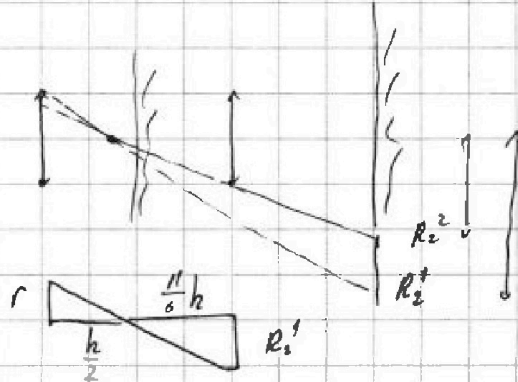
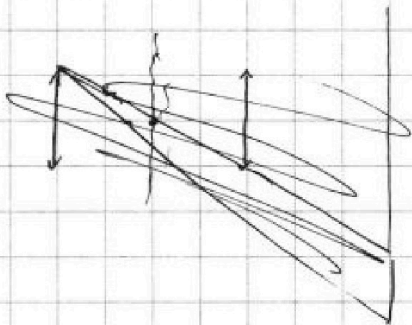
- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

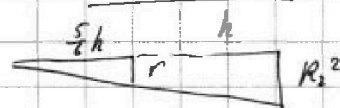
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



из подобия  $\Delta$ ,  $R_1 = \frac{10}{3} r$



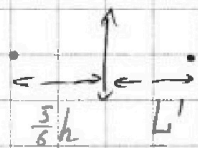
$$R_2^1 = \frac{11}{3} r$$



$$R_2^2 = \frac{11}{2} r < R_2^1$$

Значит свет и ~~лучи~~  
лучи, попадающие в  
мгзу в самый край  
ниже.

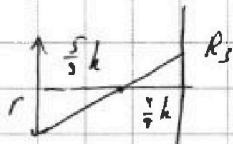
И для лучей из 2 ряда



то  $\varphi_{11}$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{L'} + \frac{6}{5h}$$

$$L' = \frac{5h}{3 \cdot 3} = \frac{5}{9} h$$



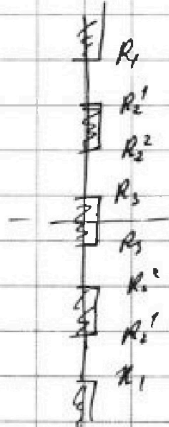
$$R_3 = \frac{7}{3} r$$

в силу подобия

$$S = \pi (R_1^2 - (R_2^1)^2 + (R_2^2)^2 - R_3^2) =$$

$$= \pi r^2 \left( \frac{100}{9} - \frac{121}{9} + \frac{121}{9 \cdot 4} - \frac{16}{25} \right) =$$

$$= \pi r^2 \frac{2100 + 2525 + 500 - 640 + 64}{900} = \boxed{\frac{4549}{36} \pi r^2}$$





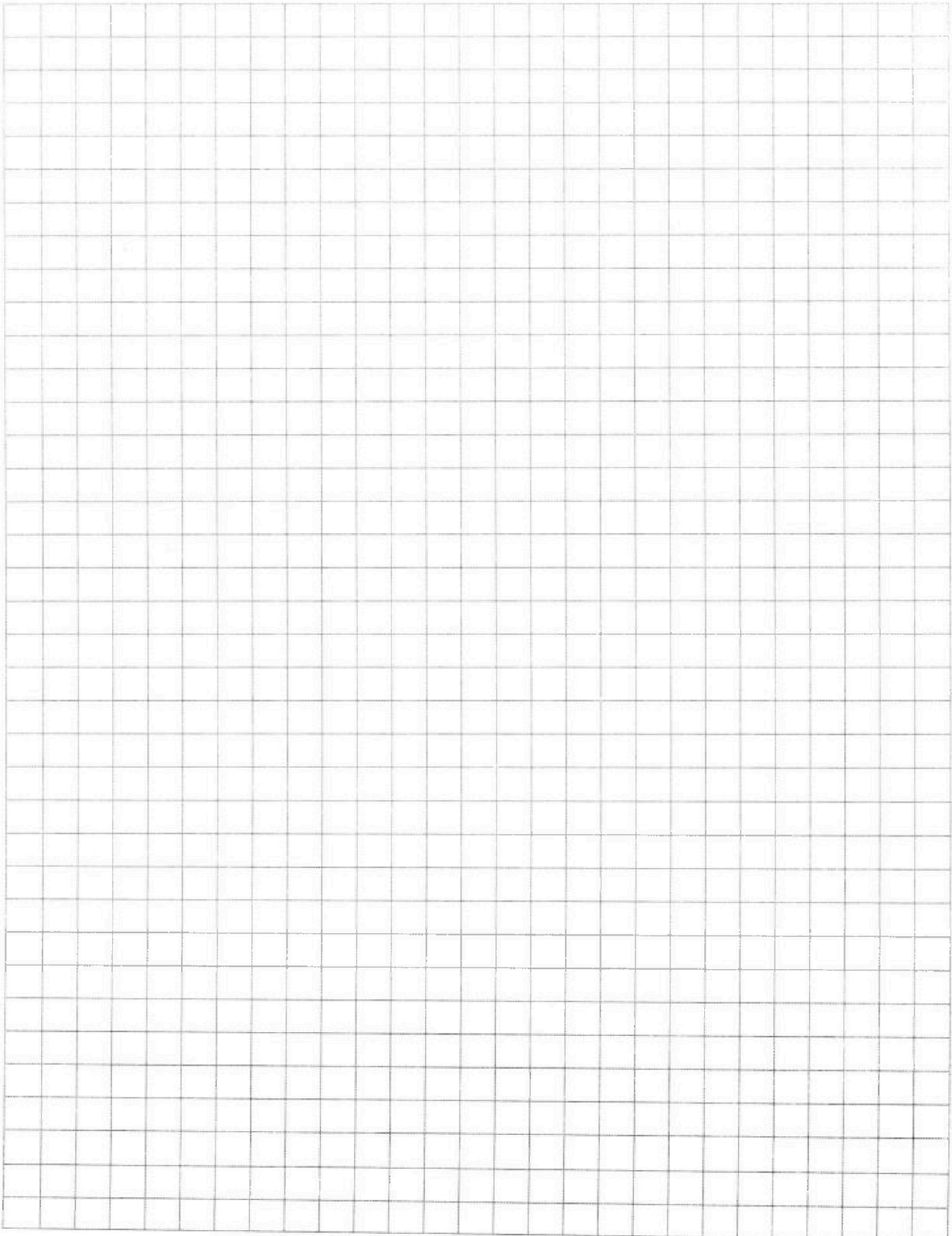


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!





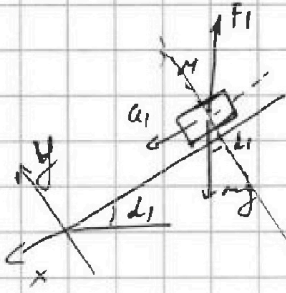


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



П.к. ось  $\perp$  поверхности дна  
не движется, то на  $Oy$ :

$$F_1^y = mg \cos \alpha_1, \text{ а на ось } OX$$

тогда  $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1^x$ .

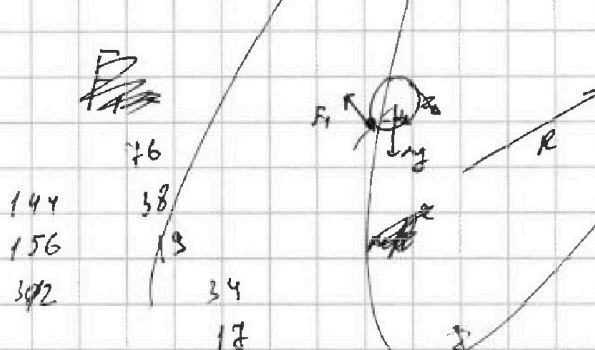
Это уг  $\perp$   $y$ -н  $x$ -н  $F_1^y, F_1^x$  - проекции  $F_1$   
на соответствующие оси.

$$F_1 = \sqrt{F_1^y{}^2 + F_1^x{}^2} = \sqrt{(mg \cos \alpha_1)^2 + (mg \sin \alpha_1 - ma_1)^2} =$$

$$= m \sqrt{\left(g \frac{4}{5}\right)^2 + \left(g \frac{3}{5} - \frac{6}{15}g\right)^2} = mg \sqrt{\frac{16}{25} + \frac{g^2}{(5 \cdot 15)^2}} =$$

$$= \frac{mg}{5 \cdot 15} \sqrt{16 \cdot 169 + 81} = \frac{mg}{5 \cdot 15} \sqrt{2560 + 144 + 81} =$$

$$= \frac{mg}{5 \cdot 15} \sqrt{2780} = \frac{mg}{15} \sqrt{557}$$



$$\int (R+r)^2 dm$$

$$\underbrace{\bar{R} \cdot \bar{R} dm}_{R^2} + \underbrace{2\bar{R} \cdot \bar{r} dm}_0 + \underbrace{\bar{r}^2 dm}_{I_{cm}}$$

$$F_1 R =$$

$$163.5$$

26  
144 38  
156 13  
392 34  
18



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!

$$\frac{kQ}{\epsilon\varphi_0} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon\varphi_0} \frac{1}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon\varphi_0} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{6}{13} = \frac{12(11)}{25 \cdot 13} = \frac{20-24}{65}$$

L 16L  $27 - 9 + 4 = 22$

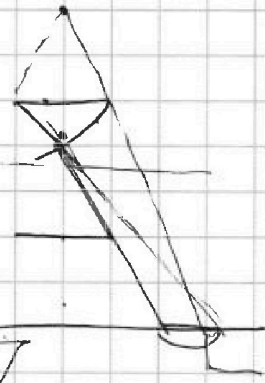
n 4n  $\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_1 \downarrow \uparrow$

S S

$$\mathcal{E} = -\dot{\varphi} = \frac{18}{27} \int r = I \downarrow$$

$$-\dot{\varphi} \leftarrow \begin{matrix} 48 \\ 39 \\ 12 \end{matrix} \rightarrow \frac{k}{6} = \frac{2}{5}k = k$$

$$\varphi \begin{matrix} 2100 \\ 2525 \\ 1500 \\ 84 \end{matrix} \quad \frac{5}{6} \quad \sqrt{\frac{11}{6k}}$$



$$17 \dot{I} L = n S (4 B_2 - B_1)$$

$$\begin{matrix} 5189 \\ 640 \\ 4549 \end{matrix}$$

$$\frac{k}{6} = \frac{2}{5}k = \frac{5}{2}k \quad \frac{6}{5}k = \frac{1}{2} \quad \frac{5}{k}$$

2.3  
24

$$\frac{48}{3} \quad 13 \cdot (36 - 12 \cdot 11) = 5 - 13 = 2$$

84 + 121 = 205

156

$$\frac{1}{2} = 3 \frac{3}{5}$$

$$\begin{matrix} 2100 \\ 2525 \\ 500 \\ 84 \\ \hline 5189 \\ - 640 \\ \hline 4549 \end{matrix}$$

$$78 = 6 \cdot 13$$



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!

$$\begin{array}{r} 2785 \phantom{0} \\ 557 \overline{) 2785} \\ \underline{2785} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2560 \\ 144 \\ \hline 2704 \\ \hline 2785 \\ \hline 2704 \\ \hline 81 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 570 \\ 13 \\ \hline 570 \\ \hline 21 \\ \hline 570 \\ \hline 570 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 570 \\ 557 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\sqrt{111,4}$$

$$\frac{64}{T_1} = \frac{60}{T_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{60}{64}$$

$$T_2 = 11,7 - 6$$

$$64 T_2 = 60 T_1$$

$$T_1 > T_2$$



$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{R} \frac{1-\epsilon}{\epsilon}$$

$$-\nabla \varphi = E$$

$$\varphi_1 + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) = \varphi_1$$

$$\frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \left( \frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) + \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} \frac{1-\epsilon}{R} = \varphi_2$$

$$\frac{1 \rho_0 V}{2 v_0 \gamma}$$

$$= \frac{c}{v^2}$$

$$2\varphi = 13 - 4\epsilon$$

$$\varphi =$$

$$\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = \frac{2k}{3}$$