



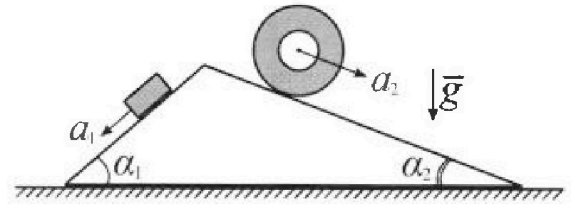
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

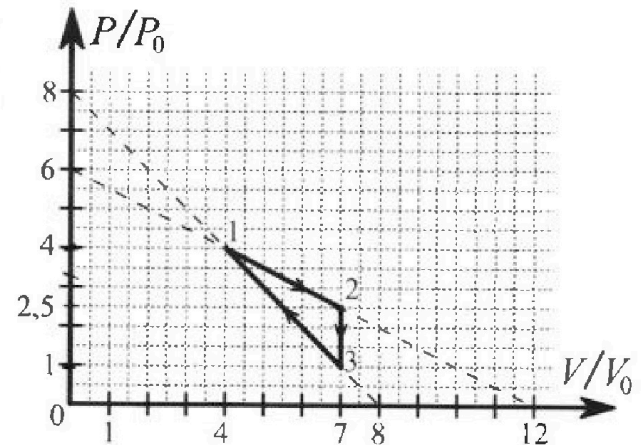
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

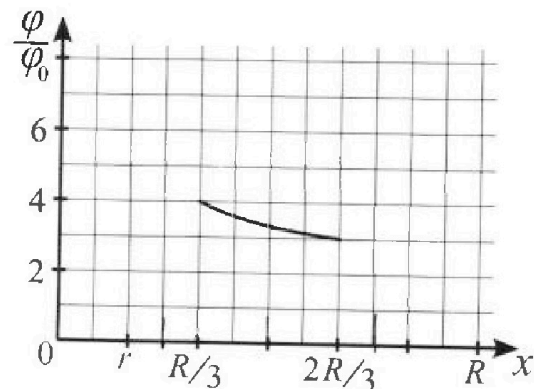
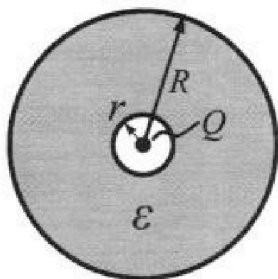


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

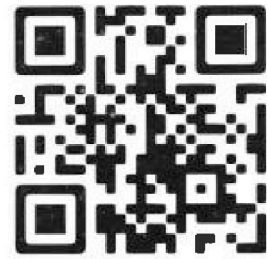
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



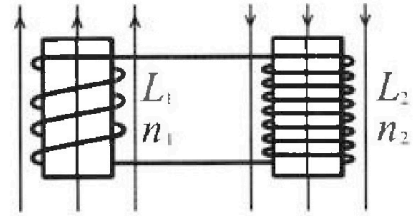
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

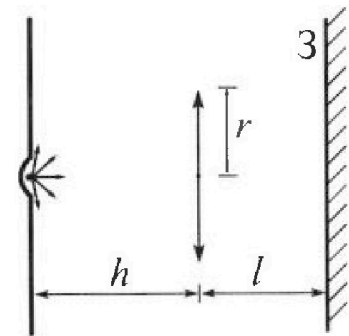


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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. 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.

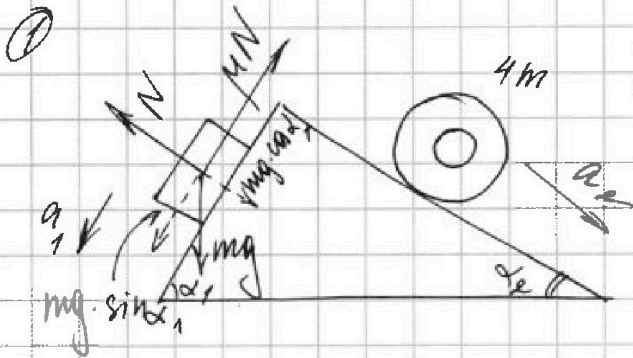


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



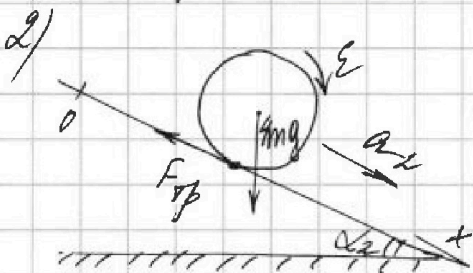
1) 2-й закон Ньютона на ось направленный под углом  $\alpha_1$  к горизонтали:

$$mg \cdot \sin \alpha_1 = \mu N + ma_1$$

$$\Rightarrow \mu N = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$= \frac{mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1}{mg \cdot \cos \alpha_1} = g \cdot \tan(\alpha_1) - \frac{a_1}{g \cdot \cos \alpha_1}$$

$$F_{sp1} = \mu N = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{14}{65}$$



$$F_{sp} \cdot R = I \varepsilon = \frac{1}{2} \cdot 4m \cdot R^2 \cdot \varepsilon$$

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

$$\Rightarrow F_{sp} = \frac{1}{2} \cdot 4m \cdot a_2 = 2ma_2$$

Закон сохранения энергии:

$$4mg \cdot \sin \alpha_2 \cdot dx - F_{sp2} \cdot dx = dE_k = d\left(\frac{I\omega^2}{2} + \frac{4m v^2}{2}\right)$$

работа трения и поле тяжести

$$4mg \cdot \sin \alpha_2 \cdot dx - F_{sp} \cdot dx = d\left(\frac{4m \cdot R^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2} + \frac{4m v^2}{2}\right) = d\left(\frac{4}{13} m v^2\right)$$

$$(4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{sp}) \cdot dx = 8ma_2 \cdot v \cdot dt$$

Решить правую и левую часть на dt, сокращая



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!

$$(4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}2}) dx = d \left( \frac{I \cdot v^2}{2R^2} + 4m \frac{v^2}{2} \right)$$

$$(4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}2}) \left( \frac{dx}{dt} \right) \cdot v = I \cdot a_2 \cdot v \cdot \frac{1}{R^2} + 4m a_2 v$$

$$4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}2} = \frac{I}{R^2} \cdot a_2 + 4m a_2$$

С другой стороны:  $R \cdot F_{\text{тр}2} = I \cdot \varepsilon = I \cdot \frac{a_2}{R}$

$$F_{\text{тр}2} = \frac{I}{R^2} \cdot a_2 \Rightarrow \frac{I}{R} a_2 = \frac{F_{\text{тр}2}}{a_2}$$

$$4mg \cdot \sin \alpha_2 = F_{\text{тр}2} \left( 1 + \frac{I}{a_2^2} \right) + 4m a_2$$

$$F_{\text{тр}2} = \frac{4mg \cdot \sin \alpha_2 - 4m a_2}{2} = mg \cdot 2 \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{10}{13} - \frac{5}{12} \right) = mg \cdot \frac{55}{156}$$

3) Равенство сил, действующих на кисть по горизонтали:

$$F_{\text{тр}3} = mg \cdot \frac{55}{156} \cdot \cos \alpha_2 - mg \cdot \frac{14}{65} \cdot \cos \alpha_2$$

$$= mg \left( \frac{55}{156} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{55 \cdot 25 - 14 \cdot 4 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 25}$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} mg$  2)  $\frac{55}{156} mg$  3)  $\frac{55 \cdot 25 - 14 \cdot 4 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 25} mg = \frac{2103}{4225} mg$



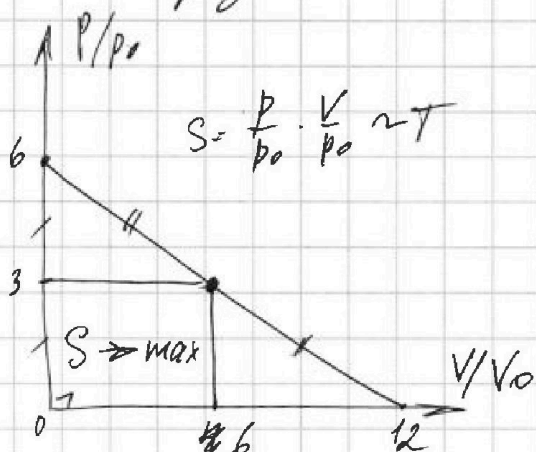
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Известный факт, что максимальную площадь вписанного в прямоугольник  $\Delta$ -ик можно получить тогда, когда одна из сторон  $\Delta$ -ка — средняя линия  $\Delta$ -ка.



$$S = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} \sim T$$

$\Rightarrow$  точка с максимальной  $T$  имеет координаты (6; 3)

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{6V_0 \cdot 3p_0}{V R} = \frac{18V_0 p_0}{V R}$$

$$T_1 = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{V R} - \text{температура в м. } T_1$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \left(\frac{16}{18}\right)^{-1} \cdot \left(\frac{8}{9}\right)^{-1} = \frac{9}{8}$$

$$3) Q_{12} = 3,25p_0 \cdot 3V_0 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{35}{2}p_0 V_0 - 16p_0 V_0\right) =$$

$$= \cancel{11,5p_0 V_0} + 12p_0 V_0$$

$$Q_{23} = 0 + \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - 2,5 \cdot 4p_0 V_0) < 0$$

$$Q_{34} = -3p_0 \cdot 3V_0 + \frac{3}{2} (16p_0 V_0 - 4p_0 V_0) = 4,5p_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q_+ = Q_{12} + Q_{34} = \cancel{11,5p_0 V_0} + 12p_0 V_0 + 4,5p_0 V_0 = 16,5p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9/4 p_0 V_0}{16,5 p_0 V_0} = \frac{9}{66} = \frac{3}{22}$$

Объем: 1) 7 2)  $\frac{9}{8}$  3)  $\frac{9}{65}$

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!

4) 1) Вторым закон Кирхгофа:

$$\frac{d\Phi}{dt} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

$$S \cdot n_1 \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{S n_1}{L_1 + L_2} \frac{dB}{dt} = \frac{S n_1 \cdot \alpha}{L_1 + L_2} \Rightarrow |\dot{I}| = \frac{S n_1 \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{S n \alpha}{5L}$$

$$2) \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

из формулы

$$L \dot{I} = \int (d\Phi_1 + d\Phi_2)$$

$$\Delta I = \sum_1 \dot{I} \cdot \Delta t = \sum_1 \frac{(\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2)}{L_1 + L_2} = \frac{\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2}{L_1 + L_2}$$

$$\Delta I = \frac{S n_1 (B_0 - \frac{1}{2} B_0) + S n_2 (2B_0 - \frac{2}{3} B_0)}{L_1 + L_2} = \frac{S n_1 (\frac{1}{2} B_0) + S n_2 (\frac{4}{3} B_0)}{L_1 + L_2}$$

$$= \frac{S}{L_1 + L_2} \left( \frac{1}{2} n_1 + \frac{1}{3} n_2 \right) = \frac{S}{L_1 + L_2} \cdot n \cdot \frac{4}{6} = \frac{S n}{L} \frac{4}{30}$$

Если максимальный ток через катушки был равен нулю, то итоговый ток:

$$I = 0 + \Delta I = \frac{S n}{L} \frac{4}{30}$$

Ответ: 1)  $\frac{S n \alpha}{5L}$  2)  $\frac{S n}{L} \frac{4}{30}$



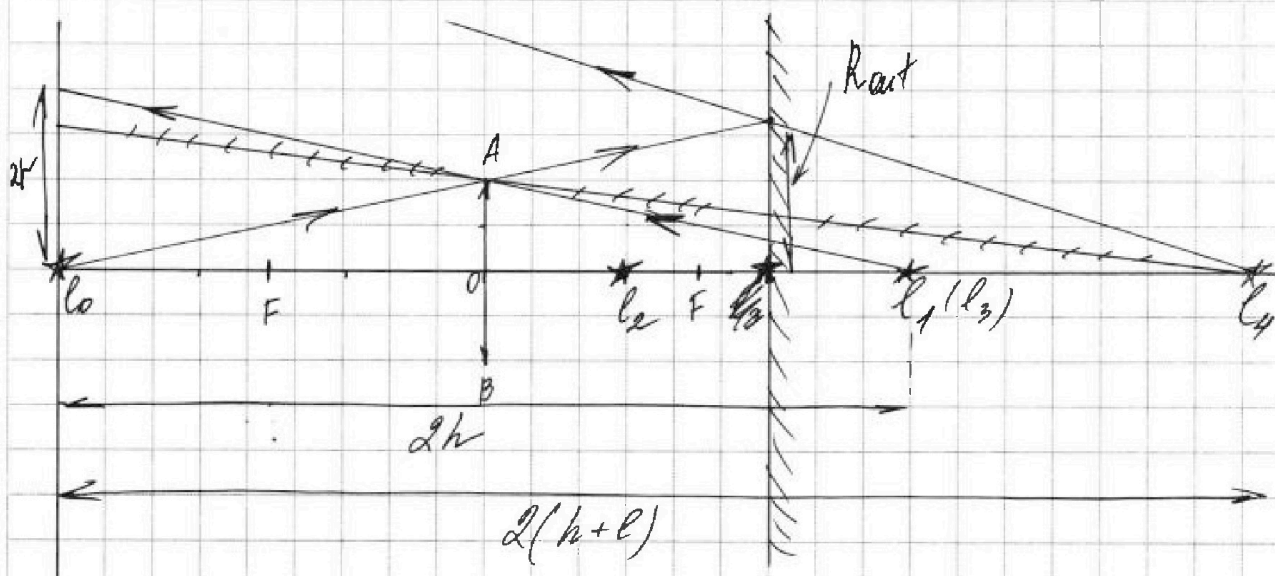
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



Трассировка за крайними лучами, выходящими из точки  $l_1$  (т.е.  $l_3$ ), который пройдет через линзу АВ:

Он придет в точку на етене отстоящую от  $l_0$  на:  $R_{act}' = r \cdot \frac{2h}{h+l} = 2r$ .  
 $l_4$  - изображение  $l_0$  в зеркале. Из него будут исходить все лучи,  $l_3$  не показываю на плоскости линзы.

Крайний луч, который отразился от зеркала на расстоянии  $R_{act}$  от ГОО, придет на етenu в точку:

$$R_{act}' = R_{act} \cdot \frac{2(h+l)}{h+l} = R_{act} \cdot 2 = \frac{10}{3} r$$

$$\Rightarrow S_{сечки} = \pi (R_{act}'^2 - R_{act}^2) = \pi \left( \frac{100}{9} r^2 - 4r^2 \right) = \pi r^2 \cdot \left( \frac{100}{9} - 4 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{64}{9} = 64\pi [cm^2]$$

Ответ: 1)  $24\pi [cm^2]$  2)  $64\pi [cm^2]$

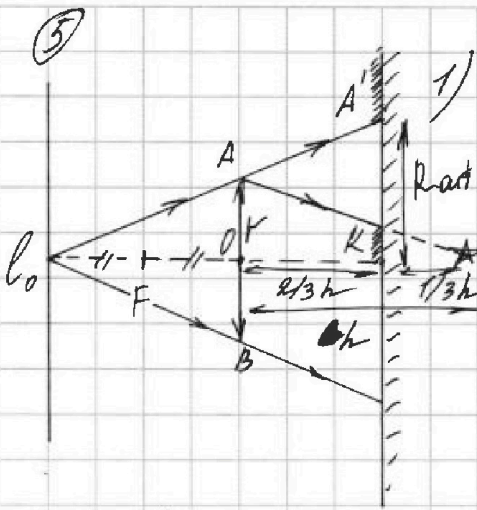


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) По формуле Ньютона для собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{d} \Rightarrow d = 2F \Rightarrow \text{изобра-}$$

жение сфокусируется на расстоянии  $n = 2F$  за линзой, более того, за плоскостью зеркала (т.к.  $2/3 h < 2F$ )

Найдем внешний радиус освещенной части:

Из подобия треугольников  $S_0-A-O$  и  $S_0-A'-K$

получаем:

$$R_{\text{aif}} = r \cdot \left( h + \frac{2}{3} h \right) = r \cdot \frac{5}{3}$$

Найдем внутренний радиус освещенной части, где это сфокусируется (A и минимальное изображение  $S_1$  за зеркалом:

Аналогично из подобия треугольных  $S_0-B-O$  и  $S_0-B'-K$ :

$$R_{\text{in}} = r \cdot \frac{h - \frac{2}{3} h}{h} = r \cdot \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow S_3 = \pi R_{\text{aif}}^2 - \pi R_{\text{in}}^2 = \pi r^2 \left( \left( \frac{5}{3} \right)^2 - \left( \frac{1}{3} \right)^2 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{8}{3} = \frac{8}{3} \pi r^2$$

2) Отраженное от зеркала изображение  $S_2$  сфокусируется на расстоянии  $1/3 h$  перед линзой, или  $2/3 F$ . Формула Ньютона:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2/3 F} + \frac{1}{d_3} \Rightarrow d_3 = -2F = -h \Rightarrow \text{изображение } S_3,$$

которое является изображением  $S_2$ , сфокусируется в плоскости зеркала. Изображение  $S_1$ .



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.



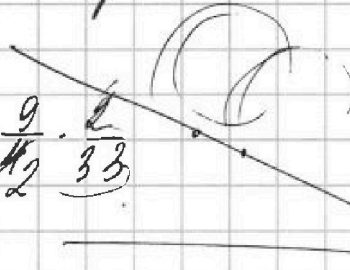
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Черновик

$$Mg \cdot \frac{5}{13} \quad ? \quad Mg \cdot \frac{5}{24}$$



$$9,45 + 2,45 =$$

~~$$F_{sp} dx = d\left(\frac{I\omega^2}{2}\right) + \frac{4m\omega^2 R^2}{2} =$$~~

~~$$F_{sp} dx = F_{sp} dq \cdot R = I \varepsilon \omega \cdot dq + 4m \varepsilon \omega \cdot dq R$$~~

~~$$-F_{sp} dx + 4mg \cdot dx \cdot \sin \alpha = d\left(\frac{I\omega^2}{2}\right) + d\left(\frac{m\omega^2 R^2}{2}\right)$$~~

$$\omega = v \cdot \frac{R}{R}$$

~~$$-F_{sp} dx + 4mg \cdot dx \cdot \sin \alpha = d\left(\frac{4m \cdot R^2 \cdot v^2}{2R^2}\right) + d\left(\frac{m v^2}{2}\right)$$~~

~~$$-F_{sp} dx + 4mg \cdot dx \cdot \sin \alpha = d(2mv^2) + d\left(\frac{mv^2}{2}\right) =$$~~

~~$$= d(2,5mv^2)$$~~

~~$$-F_{sp} dx + 4mg \cdot dx \cdot \sin \alpha = 5m \cdot a_2 \cdot v \cdot dt$$~~

~~$$-F_{sp} + 4mg \cdot \sin \alpha = 5m a_2$$~~

$$F_{sp} = 4mg \cdot \sin \alpha - 5m a_2$$

$$4mg \cdot \frac{5}{13} - 5 \cdot m \cdot \frac{5}{24} g = mg \cdot \left(\frac{20}{13} - \frac{25}{24}\right) = mg \cdot \left(\frac{4}{13} - \frac{1}{24}\right)$$

$$\frac{20}{13} - \frac{25}{24} = \frac{4}{13} - \frac{1}{24} = \frac{4 \cdot 24 - 1}{13 \cdot 24}$$

$$\frac{4 \cdot 24 - 1}{13 \cdot 24} = \frac{96 - 1}{312} = \frac{95}{312}$$

$$\frac{4}{13} - \frac{1}{24} = \frac{96 - 13}{312} = \frac{83}{312}$$

100 - 65 = 35  
 13 \cdot 12 = 156  
 100 + 50 + 6 = 156  
 55  
 55

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.

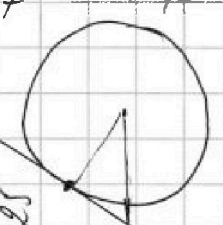
- 1  2  3  4  5  6  7

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!

$$S_{mi} \frac{dB}{dt} = k_{11}I + k_{12}eI$$

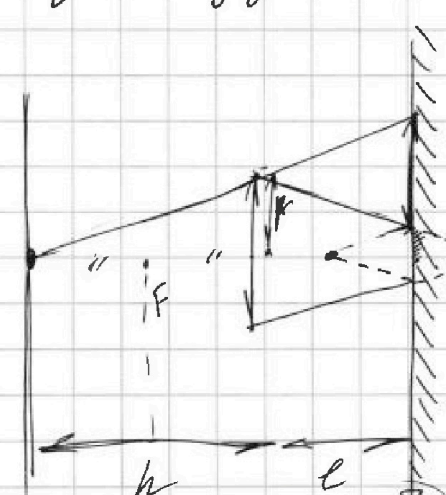
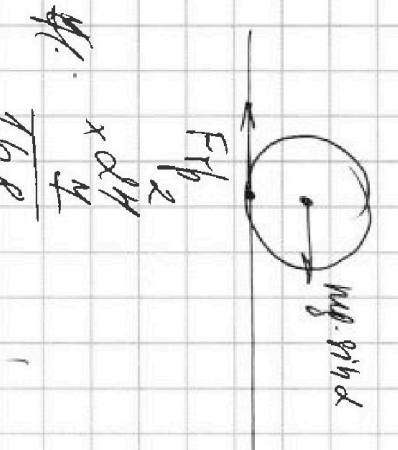
$$I_{ge} = \frac{2803}{13 \cdot 13.25} = \frac{2103}{169.25}$$



$$13 \cdot 13.25 = 172.25$$

$$172.25 \cdot 12.1 = 2084.125$$

$$2084.125 + 172.25 = 2256.375$$



$$F_{fp} = ma$$

$$mg \sin \alpha = ma \cdot 2$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$mg \sin \alpha - F_{fp} = ma$$

$$F_{fp} = T \frac{a}{R} = mg$$

$$-9 + 9 \cdot 1.5 = 4.5$$

$$9.25 - \frac{9}{4} = 2.125$$

$$11.5 \cdot 11 = 126.5$$

$$\frac{20}{13} - \frac{40}{24} = \frac{160}{312} - \frac{520}{312} = -\frac{360}{312} = -1.154$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 14 \\ \hline 28 \\ + 20 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 1325 \\ + 228 \\ \hline 2103 \end{array}$$

$$1325$$

$$1515$$

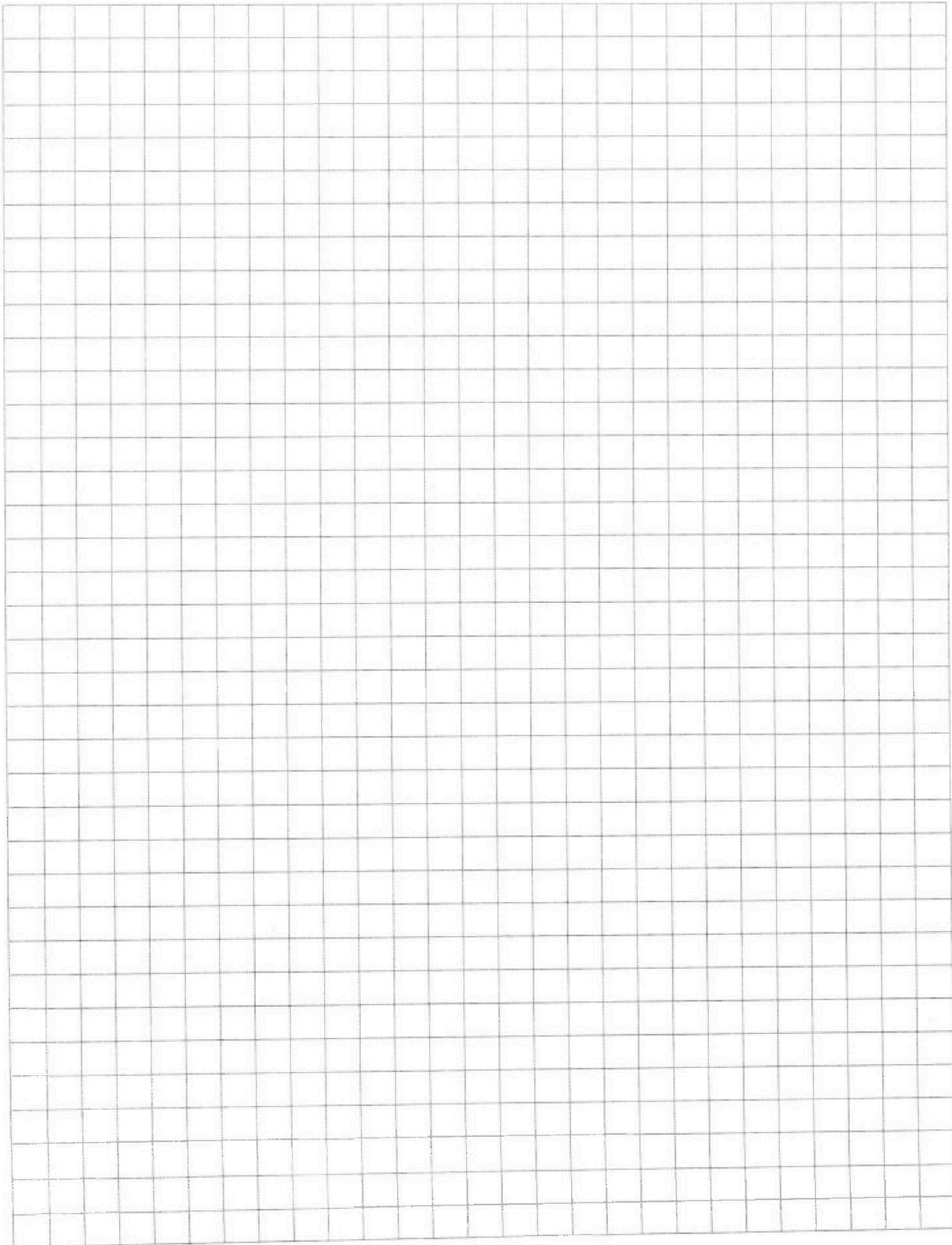


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
2 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!

$$4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{\text{тр}} = 8ma_2$$

$$F_{\text{тр}} = 4mg \cdot \sin \alpha_2 - 8ma_2 = mg \left( 4 \cdot \frac{5}{13} - \frac{40}{24} \right) =$$

$$= -\frac{5}{39} mg < 0$$

$\Rightarrow$  цилиндр не мог скатываться с клина без проскальзывания с ускорением  $a_2$ .

Более того, если клин неподвижен, фиксировано  $g$ , дана масса цилиндра

Математика

$$\left| \frac{1}{2}x + 1 \right| = \frac{3}{4} (2x + 1)$$

$$\left( \frac{1}{2}x \right) + 1 = \frac{3}{2}x + \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{2}x = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \Rightarrow \varepsilon = 2$$



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!

2)

1) А найдем как площадь треугольника:

$$A = \frac{1}{2} \cdot (2,5p_0 - 1p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Приращение внутр. энергии по уравнению Менделеева-Клапейрона:  $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \Delta(pV) = 1,5 \Delta(pV)$   
(т.к. газ одноатомный)

$$\Rightarrow \Delta U = 1,5 (p_3 \cdot V_3 - p_2 \cdot V_2) = 1,5 (p_0 \cdot 7V_0 - 2,5p_0 \cdot 4V_0) =$$

$$= -\frac{9}{4} \cdot 4 p_0 V_0$$

Модуль:  $|\Delta U| = \frac{9}{4} \cdot 4 p_0 V_0$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta U|}{A} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 4 p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 4.$$

2) Самая высокая температура, которая пересекает с участком 1-2, следовательно дотика касательная к нему (имеет минимальную температуру, следовательно в нем)

Привести касательная прямой температура может, очевидно, только в одной точке.

Для прямой 1-2 коэф. угла наклона:

$$k = \frac{b}{12} = -\frac{1}{2}$$

$T \Rightarrow \max$  тогда, когда  $pV \Rightarrow \max$ . (см. ур-ие Менделеева-Клапейрона)

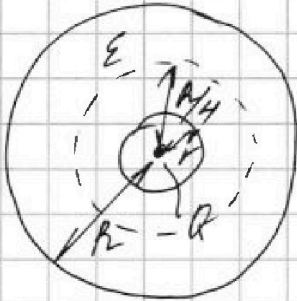


1  2  3  4  5  6  7

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



1) По м. Гаусса:

~~$$4\pi x^2 \cdot E(x) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$~~

$$\Rightarrow E_{in}(x) = \frac{Q}{4\pi x^2 \cdot \epsilon_0} \quad \text{— где}$$

нам внутри диэлектрика.

Для нас вне диэлектрика:  $E_{out}(x) = \frac{Q}{4\pi x^2 \cdot \epsilon_0}$

$$\varphi(x) = \int_x^{+\infty} E(x) \cdot dx = \int_x^R E_{in}(x) \cdot dx + \int_R^{+\infty} E_{out}(x) \cdot dx =$$

$$= \left( \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot x} - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot R} \right) + \left( \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \cdot R} - 0 \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon x} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) \quad \text{— где любого } x \leq R.$$

При  $x = \frac{R}{4}$ :

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

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

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

Ставим вратоние друг на друга:

$$\frac{\frac{2}{\epsilon} + 1}{\frac{1}{2} \frac{1}{\epsilon} + 1} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{2}{\epsilon} = 2 \Rightarrow \epsilon = 2.$$

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