



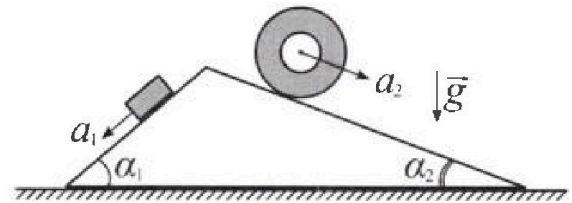
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

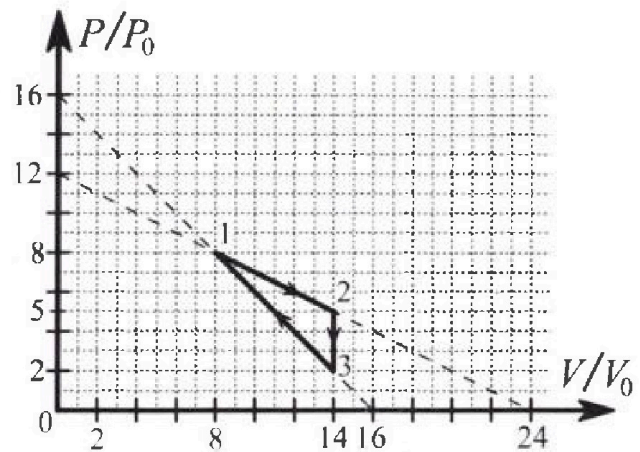
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

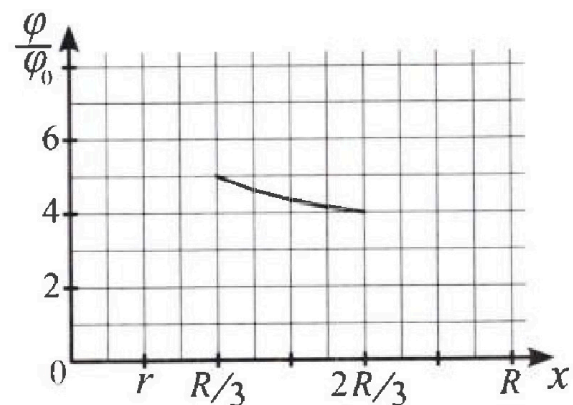
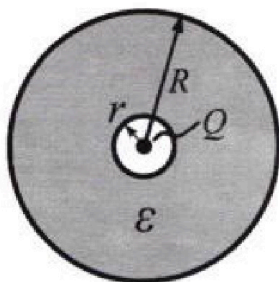


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



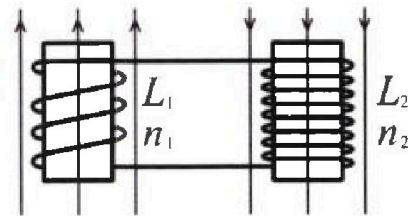
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

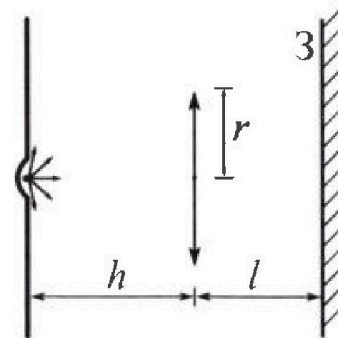


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 (п о 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 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.



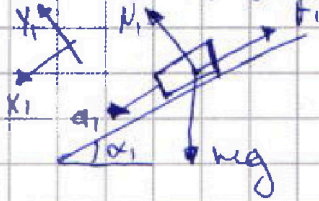
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

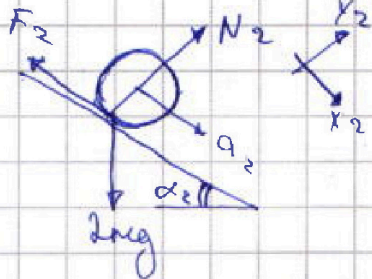
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Рассм. брусок:



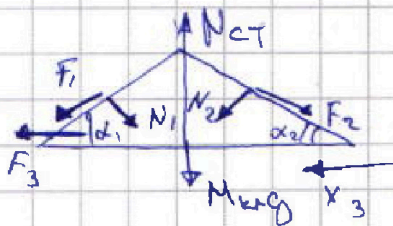
2 ЗН:  $y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$   
 $x_2: mg \sin \alpha_2 - F_1 = ma_1$   
 $F_1 = mg \sin \alpha_2 - ma_1$   
 $F_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{6}{13} mg = \frac{9}{65} mg$

Рассм. цилиндр:



~~2 ЗН:  $y_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$~~   
 $F_2 + N_2 + 2mg = 2ma_2$   
 $y_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$   
 $x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$   
 $F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2$   
 $F_2 = 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2mg \cdot \frac{1}{5} = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{5} \right) = \frac{7}{26} mg$

Рассм. камень:



$a_{ка} = 0$ , м.к. камень в покое  
 В данном случае сила  $F_3$  - сила пружины полая и направ. отв. против относительного движения.  
 Предполагается, что отв. направ. влево.

2 ЗН:  $x_3: F_3 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 = 0$

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

$F_3 = \frac{12}{13} \cdot \frac{7}{26} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} = \frac{78}{845} mg$

Ответ:  $F_1 = \frac{9}{65} mg$

$F_2 = \frac{7}{26} mg$

$F_3 = \frac{78}{845} mg$



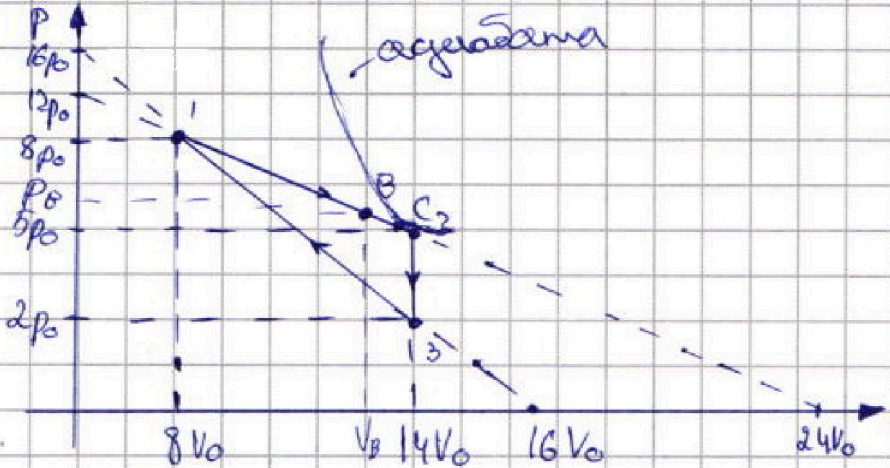
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Перепишем график в координатах  $p$  от  $V$ :



Рассм. процесс 1-2

$$p = kV + b = p(V)$$

$$p(0) = k \cdot 0 + b = 12p_0$$

$$b = 12p_0$$

$$p(24V_0) = 0$$

$$12p_0 + k \cdot 24V_0 = 0$$

$$k = -\frac{p_0}{2V_0}$$

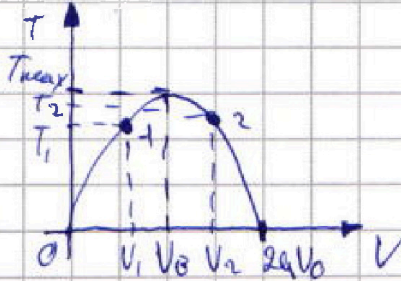
$$p(V) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0}V$$

зав-но давление от объема в процессе 1-2

Ур. идеал. газа - Клапейрон:

$$pV = \nu RT$$

$$(12p_0 - \frac{p_0}{2V_0}V)V = \nu RT \Rightarrow T = T(V) = \frac{p_0}{\nu R} (12V - \frac{1}{2V_0}V^2) - \text{зависимость } T \text{ от } V \text{ в проц. 1-2}$$



$T(V)$  - график параболы,

вернее вверх

нулеи  $\varphi$ -ценн:  $V=0$  и  $V=24V_0$

Видим, что  $T = T_{\max}$  в вершине, т.е. при  $V = V_0$

$$V_0 = \frac{24V_0 + 0}{2} = 12V_0$$

$$p_B = p(V_0) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 12V_0 = 6p_0$$

Т.е. внутренняя эн-ция газа в процессе 1-2 сначала растёт, но ~~после того как~~ газ достиг температуры  $T_{\max}$  внутренняя эн-ция ~~наименьшей~~ падает.

Объясним, как графике молеку, где  $T = T_{\max}$ , за молеку В.

Тогда в процессе 1-В преобразование возду. эн-ии газа положительное, а в процессе 2-В - отрицательное.

Запишем ур. идеал. газа - Клапейрон:



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!

$$\begin{aligned} \text{м.1: } 8\rho_0 8V_0 &= 2RT_1 \\ 64\rho_0 V_0 &= 2RT_1 \\ \text{м.3: } 2\rho_0 \cdot 14V_0 &= 2RT_3 \\ 28\rho_0 V_0 &= 2RT_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{м.2: } 5\rho_0 \cdot 14V_0 &= 2RT_2 \\ 70\rho_0 V_0 &= 2RT_2 \\ \text{м.6: } 6\rho_0 \cdot 12V_0 &= 2RT_{\text{max}} \end{aligned}$$

$$\frac{6\rho_0 \cdot 12V_0}{28\rho_0 V_0} = \frac{2RT_{\text{max}}}{2RT_3} \Rightarrow \boxed{\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{18}{7}}$$

$$\begin{aligned} \frac{64\rho_0 V_0}{6\rho_0 \cdot 12V_0} &= \frac{2RT_1}{2RT_{\text{max}}} \Rightarrow T_1 = \frac{8}{9} T_{\text{max}} \\ \frac{70\rho_0 V_0}{6\rho_0 \cdot 12V_0} &= \frac{2RT_2}{2RT_{\text{max}}} \Rightarrow T_2 = \frac{35}{36} T_{\text{max}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\Delta U_{12}| &= |\Delta U_{13}| + |\Delta U_{32}| = \left| \frac{3}{2} DR(T_{\text{max}} - T_1) \right| + \left| \frac{3}{2} DR(T_2 - T_{\text{max}}) \right| \\ &= \left| \frac{3}{2} DR(T_{\text{max}} - \frac{8}{9} T_{\text{max}}) \right| + \left| \frac{3}{2} DR(\frac{35}{36} T_{\text{max}} - T_{\text{max}}) \right| = \frac{1}{6} DR T_{\text{max}} + \frac{1}{24} DR T_{\text{max}} = \frac{5}{24} DR T_{\text{max}} = \frac{5}{24} \cdot 6\rho_0 \cdot 12V_0 = 15\rho_0 V_0 \end{aligned}$$

$$A_{1231} = +S = \frac{1}{2} (5\rho_0 - 2\rho_0) (14V_0 - 8V_0) = 9\rho_0 V_0$$

$$\boxed{\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{1231}} = \frac{15\rho_0 V_0}{9\rho_0 V_0} = \frac{5}{3}}$$

$$\begin{aligned} \text{Решение } Q_{23} &= \Delta U_{23} + A_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} DR(T_3 - T_2) = \\ &= \frac{3}{2} DR T_{\text{max}} \left( \frac{7}{18} T_{\text{max}} - \frac{35}{36} T_{\text{max}} \right) \end{aligned}$$

В процессе 1-2 температура сначала повышается, а затем понижается. Процесс молекулы совершит обратный и пойдет находится ниже м. В. Находим  $Q_{23}$  эту молекулу С.

Молекула С абс. касательная-мех к дуге радиуса  $rV^{\frac{2}{3}} = \text{const}$ .  
 $p(V) = -\frac{\rho_0}{2V_0}$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
9 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!

На расстоянии  $< r$   $\varphi = \frac{kQ}{x}$

$$1) \varphi = \frac{kQ}{\left(\frac{DR}{\epsilon} - r\right)E}$$

Плюс, где напряженность  $E = \cos\alpha$ , но и  $\varphi = \cos\alpha$



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!

$$\Phi_1 = B S n \Rightarrow \mathcal{E}_{oi} = -\Phi' = \alpha S n$$

~~$$\mathcal{E}_{oi} = -\Phi' = \alpha S n$$~~

$$\mathcal{E}_{oi} = L_1 I' \Rightarrow I' = \frac{\alpha S n}{L_1}$$

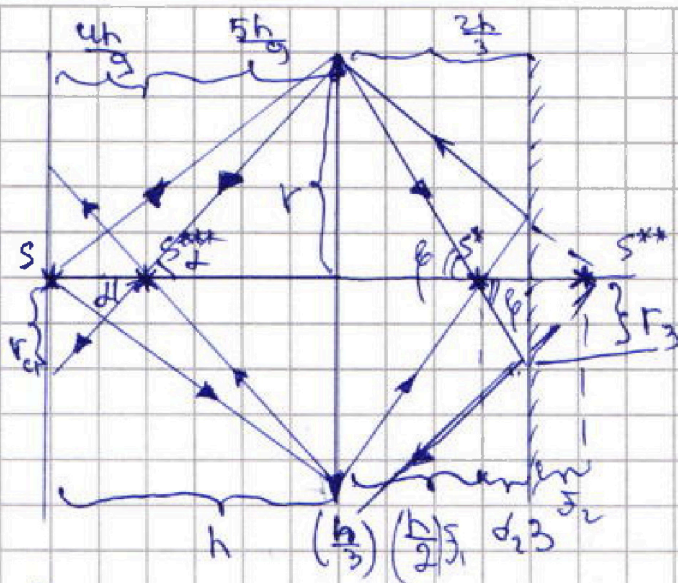


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) У  $S^*$  действует ПДС  $G \uparrow$   
 абер. действует, м.к.  $r_1$

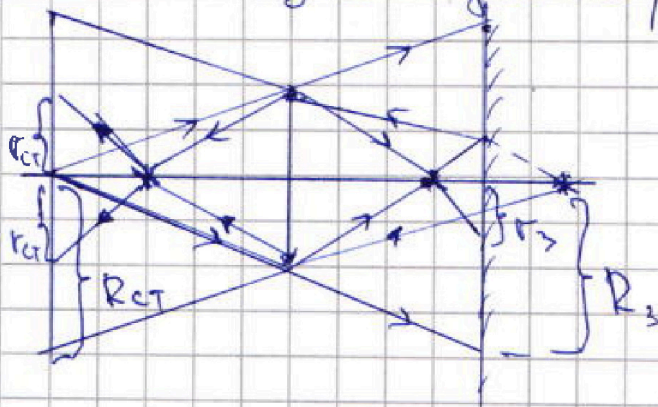
$$h > F = \frac{h}{3}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{F_1} \quad F = \frac{h}{3} \quad d_1 = h \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{1}{2}$$

2) Далее  $S^*$  становится  
 действ. ПДС  $G$  для зеркала,  
 м.к. от вершины зеркала  
 нааем расклад лучей  
 $d_2 = F_2 = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$

3) Далее  $S^{**}$  становится действ. П. для линзы, м.к.  
 на ней нааем расклад лучей.  $S^{***}$  действ. м.к.  $d_3 =$   
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{F_3} \quad F = \frac{h}{3}, d_3 = \frac{5h}{6} \Rightarrow F_3 = \frac{5h}{9}$   
 $= e + F_2 = \frac{5h}{6} > F = \frac{h}{3}$   
 стеной и зеркала

Радиусы освещенных частей можно посчитать  
 по крайнему лучу, проходящему через линзу.  
 Все как показано на рисунке.



$$\tan \beta = \frac{r}{\frac{h}{2}} = \frac{r_3}{\frac{h}{6}} \Rightarrow r_3 = \frac{1}{3} r$$

$$\tan \alpha = \frac{9r}{5h} = \frac{9r_{CT}}{4h} \Rightarrow r_{CT} = \frac{4}{5} r$$

Узгодился  $\Delta!$

$$\frac{r}{R_{CT}} = \frac{\frac{4}{5} r}{\frac{11}{5} h} \Rightarrow R_{CT} = \frac{11}{5} r$$

$$\frac{r}{R_3} = \frac{\frac{1}{3} r}{\frac{5h}{3}} \Rightarrow R_3 = \frac{5}{3} r$$

1)  $S_{\text{клев } 3} = \pi (R_3 - r_3)^2 = \left(\frac{5}{3} r - \frac{1}{3} r\right)^2 \pi = \frac{16}{3} \pi r^2 = \frac{16 \cdot 25}{9} \pi \text{ см}^2$

2)  $S_{\text{клев стеной}} = \pi (R_{CT} - r_{CT})^2 = \left(\frac{11}{5} r - \frac{4}{5} r\right)^2 \pi = \frac{49}{25} \pi r^2 = 49 \pi \text{ см}^2$





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

- 1  2  3  4  5  6  7

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!

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} a h = \frac{1}{2} 3 \rho_0 \frac{36 V_0}{\rho_0} = 9 V_0 \rho_0$$

$$U_{1,2} = \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{24} \right) \rho_0 R T_{max} = \left( \frac{4}{24} + \frac{1}{24} \right) \rho_0 R T_{max} = \frac{5}{24} \rho_0 R T_{max} = \frac{5}{24} \rho_0 V_0 = \frac{5}{3} \rho_0 V_0$$

$$\frac{U_{1,2}}{A_{\Sigma}} = \frac{15 \rho_0 V_0}{9 \rho_0 V_0} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{28} = \frac{6 \cdot 4 \cdot 6}{14 \cdot 2} = \frac{3 \cdot 6}{7} = \frac{18}{7}$$



$$\frac{kQ}{r} = \frac{1}{28} \frac{20}{312}$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q \eta} \quad Q = 0(V)$$

$$\frac{2^{12}}{3} - \frac{1^{13}}{2} = \frac{4}{6} - \frac{3}{6} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{2}{5} = \frac{1}{h} \Rightarrow 5 = \frac{h}{2}$$

$$\frac{2h}{3} + \frac{h}{6} = \frac{4h}{6} + \frac{h}{6} = \frac{5h}{6} = d_2$$

$$\frac{1}{\frac{h}{2}} = \frac{r_{gr}}{\frac{h}{6}}$$

$$S_{gr} = \pi r_{gr}^2$$

$$2x = 6 r_{gr} \Rightarrow r_{gr} = \frac{1}{3} x$$

$$\frac{3R}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{5} \quad \frac{3}{5} = \frac{5h}{9}$$

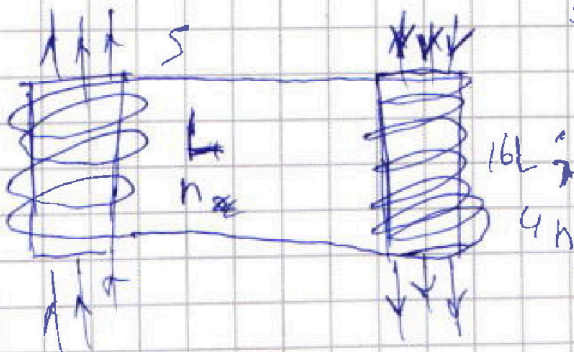
$$\frac{6}{5R} = \frac{3}{h} = \frac{6}{5h}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{15}{5h} - \frac{6}{5} \quad \frac{10}{5} = \frac{780}{2 \cdot 13^2 \cdot 5^2}$$

$$\frac{3 \cdot 15}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9R}{5h} = \frac{1}{5} \quad \frac{9R}{5h} = \frac{9 r_{gr}}{4h} \Rightarrow r_{gr} = \frac{4R}{5h}$$

$$\frac{9R}{5h} = \frac{9 r_{gr}}{4h} \Rightarrow r_{gr} = \frac{4R}{5h}$$

$$S_{gr} = \pi r_{gr}^2$$



$$B = \mu_0 \mu_0 \cdot n I$$

$$dQ = \frac{3}{2} DR dT + p dV$$

$$\frac{169}{5} \cdot \frac{34}{5} = \frac{845}{5}$$

$$Q = \frac{3}{2} DR dT + p dV$$

$$2 \quad 2.5$$

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

$$Q = \frac{3}{2} DR (T - T_1) + A$$

$$\frac{5}{2} p dV$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{3}{5} R_3 = \frac{5}{3}$$

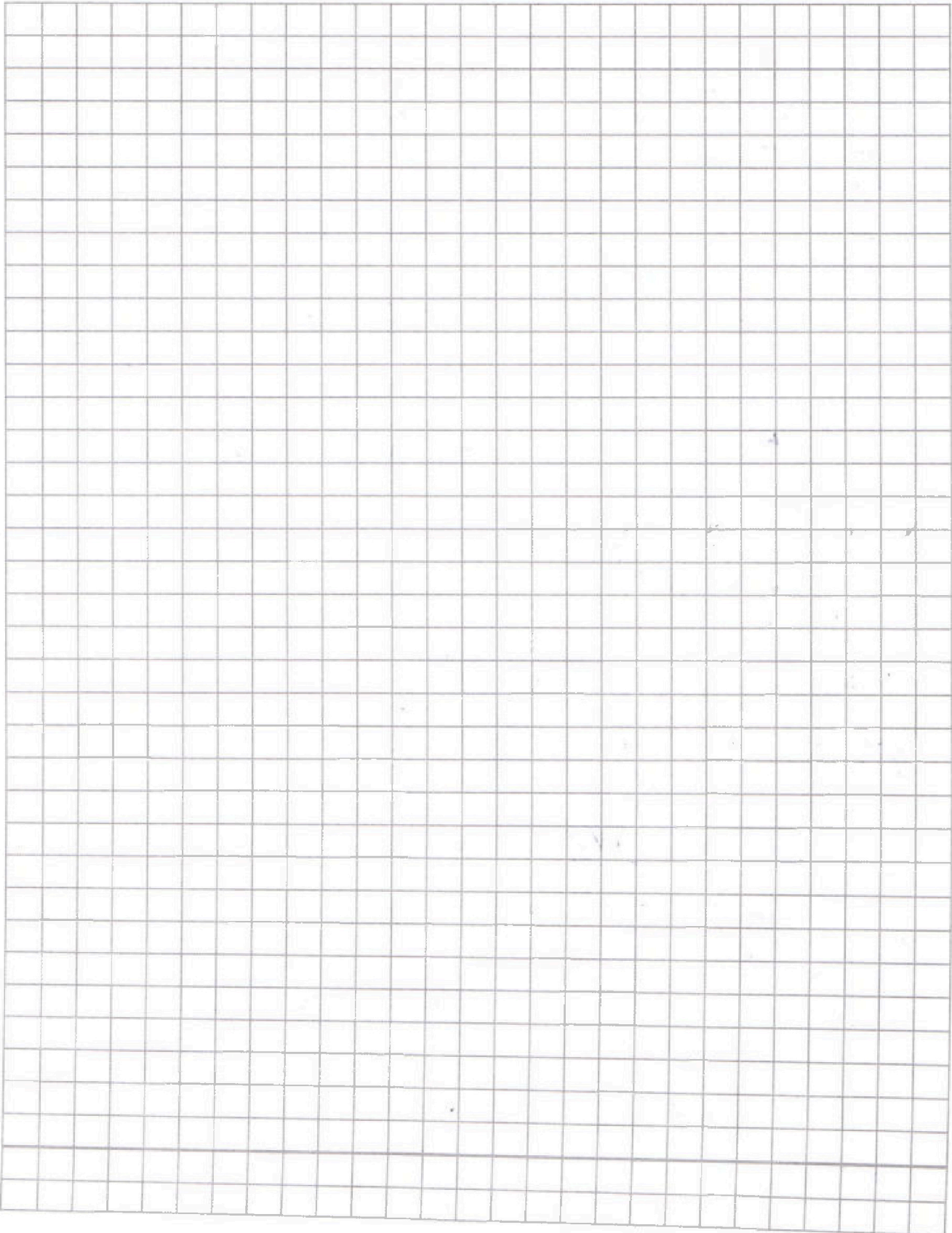


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



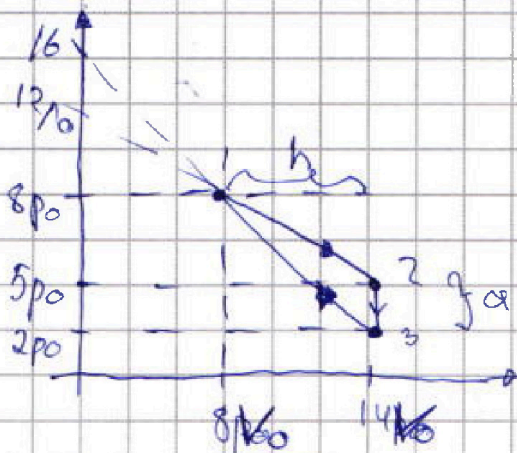


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

- 1)  $8p_0 \cdot 8V_0 = 2RT_0$   
 $4 \cdot 64p_0V_0 = 2RT_0$
  - 2)  $5p_0 \cdot 14V_0 = 2RT_2$   
 $70p_0V_0 = 2RT_2$
  - 3)  $2p_0 \cdot 14V_0 = 2RT_3$   
 $28p_0V_0 = 2RT_3$
- 1-2:  $P(V) = kV + b$   
 $P(0) = k \cdot 0 + 12p_0 = b \Rightarrow b = 12p_0$   
 $0 = 12p_0 + k \cdot 24V_0 \Rightarrow k = -\frac{12p_0}{24V_0}$

$$\frac{24}{5} = 4.8$$

$$12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 8V_0 = 8p_0$$

$$12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 14V_0 = 5p_0$$

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

парабола вращенная

$$PV = 2RT \quad (2R - 6R = kR)$$

$$\left( 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) V = 2RT$$

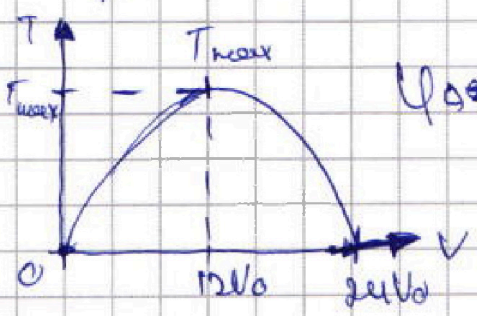
$$\left( 12p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 \right) = 2RT$$

$$G = \frac{kR}{\frac{R}{3} - r}$$

$$12V - \frac{1}{2V_0} V^2 = 0$$

$$V \left( 12 - \frac{V}{2V_0} \right) = 0 \quad G = \frac{kR}{\frac{2R}{3} - r}$$

$$V=0 \quad 12 - \frac{V}{2V_0} = 0 \Rightarrow V = 24V_0$$



$$P(V_{max}) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 12V_0 = 6p_0$$

$$P(V_0) \cdot V_0 = 2RT_{max}$$

$$6p_0 \cdot 12V_0 = 2RT_{max} \quad (*)$$

$$\frac{(*)}{(1)} = \frac{T_{max}}{T_1} = \frac{8^3 \cdot 12 \cdot 3}{8 \cdot 8}$$

$$\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8} \Rightarrow T_1 = \frac{8}{9} T_{max}$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{6 \cdot 12}{5 \cdot 14} \Rightarrow T_2 = \frac{36}{35} T_{max}$$

Сначала  $\Delta U$  от  $T_1$  до  $T_{max}$   
 $\Delta U_{10} = \frac{3}{2} 2R (T_{max} - T_1) = \frac{3}{2} 2R \cdot \frac{1}{9} T_{max} = \frac{1}{3} 2R T_{max}$

$\Delta U$  от  $T_{max}$  до  $T_2$   
 $\Delta U_{20} = \frac{3}{2} 2R \cdot \frac{1}{36} T_{max} = \frac{1}{24} 2R T_{max}$

$$\Delta U_{12} = \Delta U_{10} + \Delta U_{20}$$

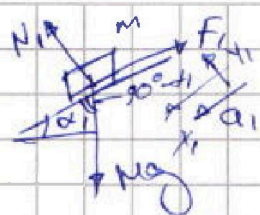
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



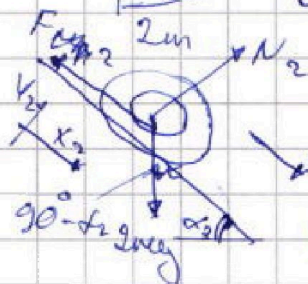
$F_1$  - сила пружины скелетона

$$x_1: mg \cos(\alpha_1) - F_1 = ma_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - ma_1 = F_1 \quad 26+3$$

$$\frac{3}{5} mg - \frac{6}{13} mg = F_1 \quad y_1: N = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$F_1 = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{65} \right) = \frac{39 - 30}{65} mg = \frac{9}{65} mg$$



$F_2$  - сила пружины колеса

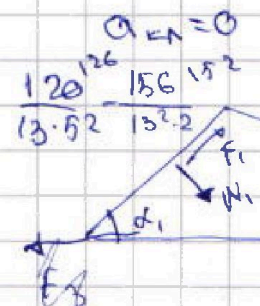
$$x_2: 2mg \cos(\alpha_2) - F_2 = 2ma_2$$

$$2mg \sin \alpha_2 + 2ma_2 = F_2$$

$$F_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \left( \frac{20 - 13}{52} \right) = \frac{24}{52} mg = \frac{6}{13} mg$$

$$-240 + 84 = -160 + 4 = -156$$

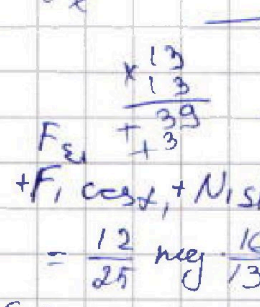
$$F_3 + F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 = 13 \cdot 12$$



$$F_3 = F_2 \cdot \frac{12}{13} + N_2 \cdot \frac{5}{13} - F_1 \cdot \frac{4}{5} - N_1 \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= mg \left( \frac{12}{26} \cdot \frac{12}{13} + \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{17 \cdot 6 + 24 \cdot 5}{13^2} - \frac{36 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 5 \cdot 5} \right)$$



$$= mg \left( \frac{6(17+4 \cdot 5)}{13^2} - \frac{12(3-13)}{13 \cdot 5 \cdot 5} \right)$$

$$= \frac{12}{25} mg \cdot \frac{16}{13}$$

$$F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 = \frac{12}{26} mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} = \frac{12}{13^2} mg \left( \frac{12}{2} + 2 + 5 \right)$$

$$= \left( \frac{12}{2} + \frac{4}{2} + \frac{10}{2} \right) \cdot \frac{12}{13^2} mg = \frac{31}{2} \cdot \frac{12 \cdot 6}{13^2} mg = \frac{31 \cdot 6}{13^2} mg$$

$$F_{E2} - F_{E1} = \frac{6}{13} mg \left( \frac{31}{13} - \frac{2 \cdot 16}{25} \right) = \frac{6}{13} mg \left( \frac{31}{13} - \frac{32}{25} \right) =$$

$$= \frac{6 \cdot (31 \cdot 25 - 13 \cdot 32)}{13 \cdot 13 \cdot 25} mg - \frac{24 \cdot 5}{13^2} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13}$$

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

$$= \frac{24 \cdot 5}{13^2} + \frac{4 \cdot 3}{25} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13}$$

