

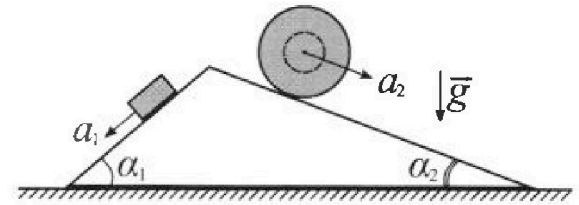
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

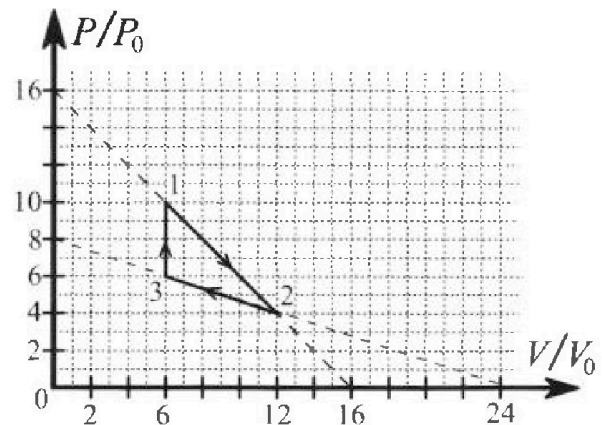
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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 шаром 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.



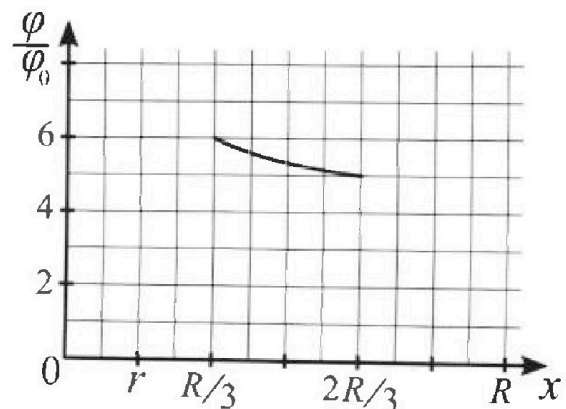
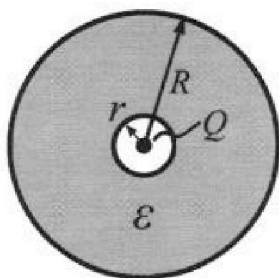
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



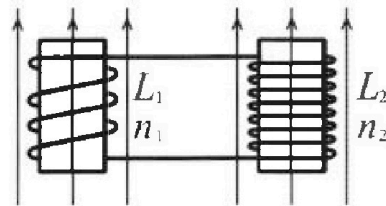
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

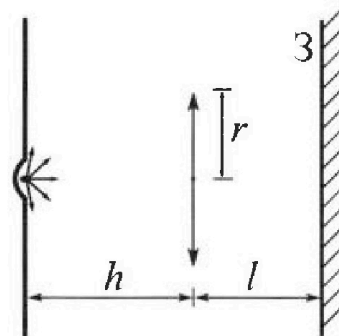


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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





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!

N1

Дано:

$$a_1 = \frac{5}{17}g$$

$$a_2 = \frac{8}{27}g$$

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

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

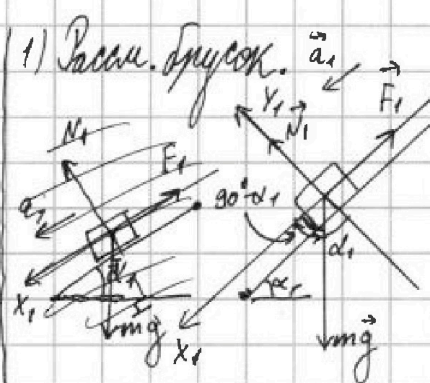
$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$m$$

1)  $F_1 = ?$

2)  $F_2 = ?$

3)  $F_3 = ?$



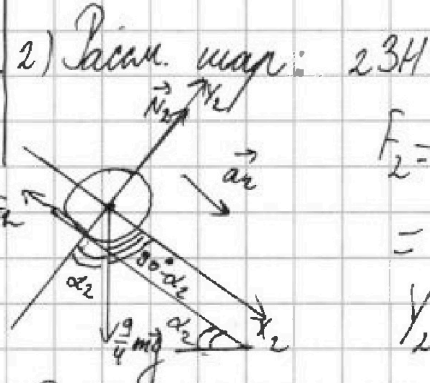
1) Рассм. брусок.  $\vec{a}_1$

$$X_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{17}g =$$

$$= \frac{51-25}{17 \cdot 5} mg = \frac{26}{85} mg$$

$Y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$



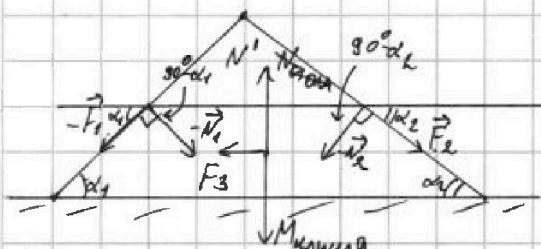
2) Рассм. шар:  $23H: X_2: \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{9}{4} m \cdot a_2$

$$F_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{27}g =$$

$$= \frac{18}{17} mg - \frac{2}{3} mg = \frac{54-34}{17 \cdot 3} mg = \frac{20}{51} mg$$

$Y_2: N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg$

3) Рассм. клин: ТК клин в покое, то  $R_x = 0$



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

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

$$= \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{100}{17^2} mg - \frac{270}{17^2} mg + \frac{12}{25} mg - \frac{108}{17 \cdot 25} mg =$$

$$= -\frac{40}{17^2} mg + \frac{204}{17 \cdot 25} mg - \frac{108}{17 \cdot 25} mg = \frac{100}{17 \cdot 25} mg - \frac{40}{17^2} mg =$$

$$= \frac{4}{17} mg - \frac{40}{17^2} mg = \frac{68-40}{17^2} mg = \frac{28}{17^2} mg = \frac{2}{289} mg$$

$N'$  - сила реакции опоры  
нов-74

знаем, что  $F_3$  направлена вправо, а не влево.

$$F_3 = \frac{2}{289} mg$$

Ответ:

1)  $F_1 = \frac{26}{85} mg$

2)  $F_2 = \frac{20}{51} mg$

3)  $F_3 = \frac{2}{289} mg$



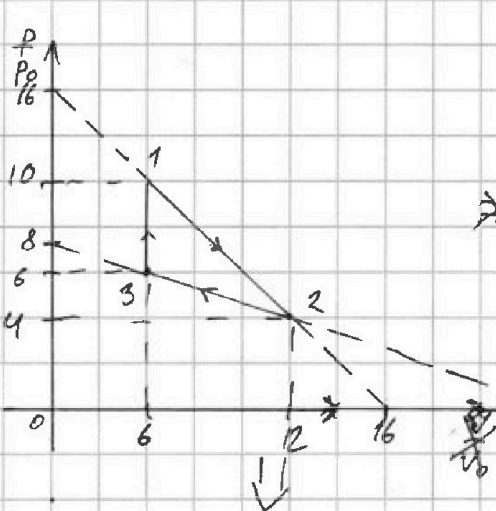
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

- N 2  
1)  $\frac{|\Delta U_{12}|}{A'}$  ?  
2)  $\frac{T_{max}}{T_3}$  ?  
3)  $\eta$  ?  
 $i=3$



$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

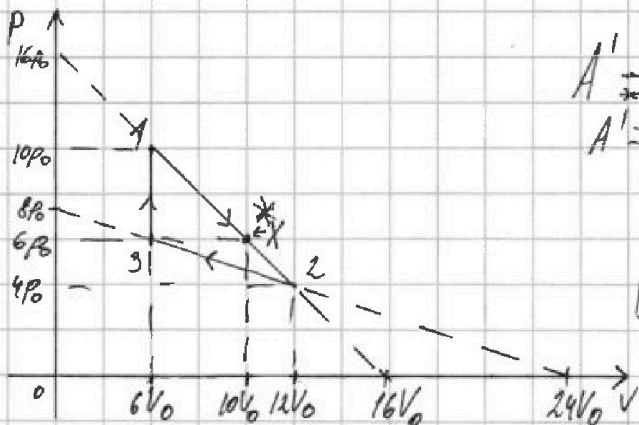
$$\nu R T_1 = 10 p_0 \cdot 6 V_0 = 60 p_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 12 V_0 \cdot 4 p_0 = 48 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (48 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) = \frac{3 \cdot 12}{2} p_0 V_0 =$$

$$= -18 p_0 V_0$$



$A'$  — работа газа за цикл.

$$A' = S_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} \cdot (12 V_0 - 6 V_0) \cdot (10 p_0 - 6 p_0) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2}$$

2) Расам процесс 1-2 через малые величины:

$$\delta Q_{12} = dU_{12} + \delta A_{12} = \frac{3}{2} \nu R dT_{12} + p dV_{12}, \quad (pV = \nu R T)$$

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

$$\delta Q_{12} = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$p$  от  $V_{12}$  на 1-2 заданым мат:  $p_{12} = 16 p_0 - k V_{12}, \quad k = \text{const}$

$$T.1: 10 p_0 = 16 p_0 - k \cdot 6 V_0$$

$$6 p_0 = 6 k V_0, \quad k = \frac{p_0}{V_0}, \quad p_{12} = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot V_{12}$$

$$dp_{12} = 0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot dV_{12}, \quad dp_{12} = -\frac{p_0}{V_0} dV_{12}$$

$$\delta Q_{12} = \frac{5}{2} \cdot (16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_{12}) \cdot dV_{12} + \frac{3}{2} V_{12} \cdot (-\frac{p_0}{V_0} dV_{12}) = dV_{12} (40 p_0 - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V_{12} - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V_{12}) =$$

$$= dV_{12} (40 p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} V_{12}) \Rightarrow \text{Q процесс не изотермический.}$$

Взяв переставим наугад предположим  $\delta Q_{12} = 0 \Rightarrow 40 p_0 - \frac{4 p_0}{V_0} \cdot V_{12} = 0$





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  
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!

~~$10P_0 = \frac{P_0}{V_0} V_x, V_x = 10V_0 \Rightarrow T_{12} = T_{12max} \text{ при } V_x = 10V_0, P = P_x = 6P_0$~~

~~$\Delta R T_{12max} = 6P_0 \cdot 10V_0 = 60P_0V_0$~~

$10P_0 = \frac{P_0}{V_0} V_x, V_x = 10V_0$ . После этого методом множителей

метрантура не  $P_{12} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}, \Delta R T_{12} = P_{12} V_{12}, I = P_{12} = \frac{\Delta R T}{V}$

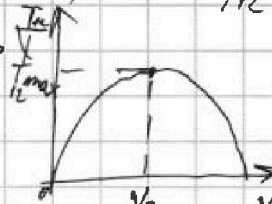
$\frac{\Delta R T_{12}}{V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}, T_{12} = \frac{16P_0}{\Delta R} V_{12} - \frac{P_0}{\Delta R V_0} V_{12}^2 \Rightarrow$

$V_0 = -\frac{16P_0 \cdot \Delta R V_0}{\Delta R \cdot 2(P_0)} = 8V_0$

$\Delta T_{12max} = \frac{16P_0}{\Delta R} \cdot 8V_0 - \frac{P_0}{\Delta R V_0} (8V_0)^2 = 2 \frac{128P_0V_0}{\Delta R} - \frac{64P_0V_0}{\Delta R} = \frac{64P_0V_0}{\Delta R}$

$T_3 = \frac{P_3 V_3}{\Delta R} = \frac{6P_0 \cdot 6V_0}{\Delta R} = \frac{36P_0V_0}{\Delta R}$

$\frac{T_{12max}}{T_3} = \frac{64P_0V_0 \cdot \Delta R}{\Delta R \cdot 36P_0V_0} = \frac{16}{9}$



3) Задача процесс 2-3:  $dQ_{23} = dU_{23} + dA_{23} = \frac{3}{2} \Delta R dT_{23} + p dV_{23}$

$= \frac{3}{2} p_{23} dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23} dp_{23} + p_{23} dV_{23} - \frac{5}{2} p_{23} dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23} dp_{23}$

$p_{23} = 8P_0 - m V_{23}, m = const, 0 = 8P_0 - m \cdot 24V_0, m = \frac{P_0}{3V_0}$

$p_{23} = 8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V_{23}, dp_{23} = -\frac{P_0}{3V_0} dV_{23}$

$dQ_{23} = \frac{5}{2} (8P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V_{23}) dV_{23} + \frac{3}{2} V_{23} (-\frac{P_0}{3V_0}) dV_{23} = dV_{23} (20P_0 - \frac{5P_0}{6V_0} V_{23} - \frac{P_0}{2V_0} V_{23}) =$

$= dV_{23} (20P_0 - \frac{4P_0}{3V_0} V_{23}), dQ_{23} = 0 \Rightarrow 20P_0 = \frac{4P_0}{3V_0} V_{23}, V_{23} = 15V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  на пространстве процесса не мен в процессе P-2 методом множителей.

Q4)  $\eta = \frac{A}{Q_H}, A' = 12P_0V_0, Q_H$  - нагретое тело.

$Q_H = Q_{1x} + Q_{31}, Q_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_0), T_x \Delta V_{31} = 0,$

$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot (10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = \frac{3}{2} \cdot 24P_0V_0 = 36P_0V_0$

$Q_{1x} = \frac{3}{2} \Delta R (T_x - T_1) + A'_{1x}, T_x = T_{12max}, A'_{1x} = \frac{1}{2} A' = \frac{1}{2} \cdot (10P_0 + 6P_0) \cdot (10V_0 - 6V_0) = \frac{16 \cdot 9P_0V_0}{2} =$

$T_x = \frac{P_x V_x}{\Delta R} = \frac{6P_0 \cdot 10V_0}{\Delta R} = \frac{60P_0V_0}{\Delta R}, T_1 = \frac{P_1 V_1}{\Delta R} = \frac{10P_0 \cdot 6V_0}{\Delta R} = \frac{60P_0V_0}{\Delta R} \Rightarrow T_x = T_1, \Delta U_x = 0 = 32P_0V_0$

$Q_{1x} = A'_{1x} = 32P_0V_0$

$Q_H = 32P_0V_0 + 36P_0V_0 = 68P_0V_0$

$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{12P_0V_0}{68P_0V_0} = \frac{3}{17}$  Ответы: 1)  $\frac{A'_{1x}}{Q_H} = \frac{3}{17}$   
2)  $\frac{T_{12max}}{T_3} = \frac{16}{9}$   
3)  $\frac{12}{17} \eta = \frac{3}{17}$



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

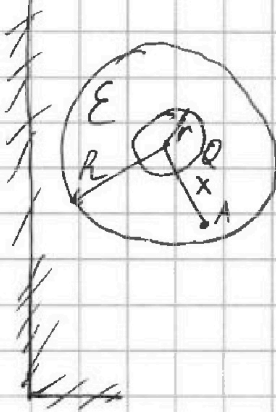
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

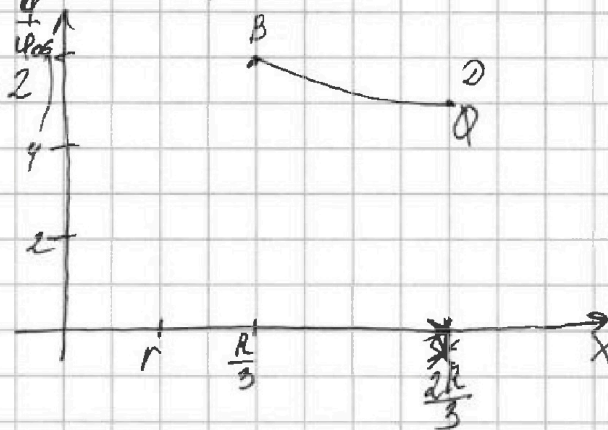
N3

Дано:  
 $E, r, R$

- 1)  $\varphi_A = ?$   
( $x = \frac{11}{12}R$ )
- 2)  $E = ?$



1)  $\varphi = \frac{kQ}{r} - \text{при } x \leq r, \varphi = \frac{kQ}{ER} - \text{при } x > r$   
 $\varphi_A = \frac{kQ}{ER} - \frac{kQ \cdot R}{E \cdot 11R} = \frac{12kQ}{11ER} = \varphi$



При  $x = \frac{R}{3}$ :  $\varphi_B = 6\varphi_0$   
 $\varphi = 6 \cdot \frac{kQ}{ER}$

При  $x = \frac{2R}{3}$ :  $\varphi_0 = \varphi_0 = 5\varphi_0 = \frac{5kQ}{r}$

2)  $\varphi_B = 6\varphi_0 = 6 \frac{kQ}{r}$   
 $\varphi_B = \frac{kQ \cdot 3}{E \cdot R} = \frac{3kQ}{ER}$   
 $\Rightarrow \frac{3kQ}{ER} = \frac{6kQ}{r} = \frac{3kQ}{ER}$ ,  $ER = \frac{r}{2}$   
 $E = \frac{r}{2R}$

$\varphi_D = 5\varphi_0 = 5 \frac{kQ}{r}$   
 $\varphi_D = \frac{kQ \cdot 3}{E \cdot 2R} = \frac{3kQ}{2ER}$   
 $\Rightarrow \frac{3kQ}{2ER} = \frac{5kQ}{r} = \frac{3kQ}{2ER}$   
 $\frac{2ER}{3} = \frac{r}{5}$ ,  $ER = \frac{3r}{10R}$

2)  $\varphi_B = 6\varphi_0$   
 $\varphi_B = \frac{3kQ}{ER}$   
 $\varphi_0 = \frac{3kQ}{5ER} = \frac{kQ}{2ER}$ ,  $\varphi_0$  - потенциал вне шара.

3)  $\varphi_D = 5\varphi_0$   
 $\varphi_D = \frac{3kQ}{ER}$   
 $\varphi_0 = \frac{3kQ}{10ER}$

Ответ:  $\varphi_A = \frac{12kQ}{11ER}$ ,  $\varphi = \frac{12kQ}{11ER}$   
 $E = 2$

\* Потенциал задается следующим уравнением:

$\varphi = \frac{kQ}{ERx}$





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!

Прогнозируем  $I_K$  от  $t=0$  до  $\infty$  - в максимума конца  
изменений:

$$\sum \frac{13}{4} L \Delta I = \sum \frac{3}{2} n S \Delta B_2 - \sum n S \Delta B_1$$

$$\frac{13}{4} L \sum \Delta I = \frac{3}{2} n S \sum \Delta B_2 - n S \sum \Delta B_1$$

$$\frac{13}{4} L \cdot (I_K - 0) = \frac{3}{2} n S \left( \frac{8}{3} B_0 - 4 B_0 \right) - n S \left( \frac{3}{4} B_0 - B_0 \right)$$

$$\frac{13}{4} L I_K = \frac{3}{2} n n S \cdot \left( -\frac{4}{3} B_0 \right) - n S \left( -\frac{1}{4} B_0 \right)$$

$$\frac{13}{4} L I_K = -2 n S B_0 + \frac{1}{4} n S B_0, \quad \frac{13}{4} L I_K = -\frac{7}{4} n S B_0$$

$$I_K = -\frac{7 n S B_0}{13 L}, \quad |I_K| = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

Ответ: 1)  $\sum I_1 = \frac{2 S n}{L}$

2)  $I_K = \frac{7 n S B_0}{13 L}$



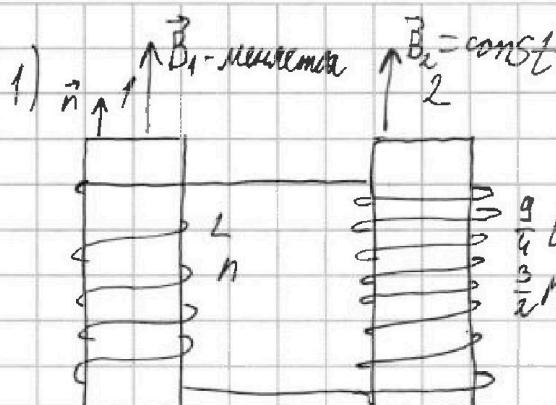
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N4  
 $L_1 = L$  S  
 $L_2 = \frac{9}{4}L$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = \frac{3}{2}n$



$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha B_0$

1)  $I = I_1$ ?

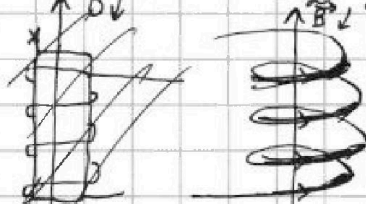
$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$

2)  $I_2$ ?

$\mathcal{E}_1 = -\dot{\Phi}_1 = -(nBS \cos \alpha) = B'S_n = \frac{\Delta B}{\Delta t} S n = -|\alpha| \cdot S n = \alpha S n$

$\mathcal{E}_1 = -L \cdot I_1 = -L \alpha S, I_1 = -\frac{\alpha S n}{L}, \text{ так } |I_1| = \frac{\alpha S n}{L}$

2)  $B_{01} = B_0, B_{02} = \frac{8}{3} B_0$   
 $B_1 = \frac{3}{4} B_0, B_2 = \frac{8}{3} B_0$



$\Rightarrow$  оба поля уменьшаются, значит, по правилу Ленца индуцируются противоположные токи.

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{i1} = -\dot{\Phi}_1 = -(n_1 n_2 B S \cos \alpha)$

$= -n_2 S \frac{\Delta B_1}{\Delta t}, \mathcal{E}_{i1} = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

$n_2 S \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}, n_2 S \Delta B_1 = L_1 \Delta I_1$

$\mathcal{E}_{i2} = -L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -\frac{9}{4} L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{9}{4} L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = B S \cdot \frac{3}{2} n$

$\mathcal{E}_{i2} = \dot{\Phi}_2 = -(B S \cdot n_2 \cdot \cos \alpha) = B S \cdot \frac{3}{2} n, \frac{3}{2} L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = B S n \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{i2} = -\dot{\Phi}_2 = -(B S \cdot \frac{3}{2} n \cdot \cos \alpha) = -\frac{3}{2} n S \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$

3)  $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1} = -\frac{3}{2} n S \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + n S \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = \frac{n S}{\Delta t} (\Delta B_1 - \frac{3}{2} \Delta B_2)$

$\mathcal{E}_2 = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -(L + \frac{9}{4} L) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{13}{4} L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$-\frac{13}{4} L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S}{\Delta t} (\Delta B_1 - \frac{3}{2} \Delta B_2)$

$\frac{13}{4} L \Delta I = \frac{3}{2} n S \Delta B_2 - n S \Delta B_1 (*)$





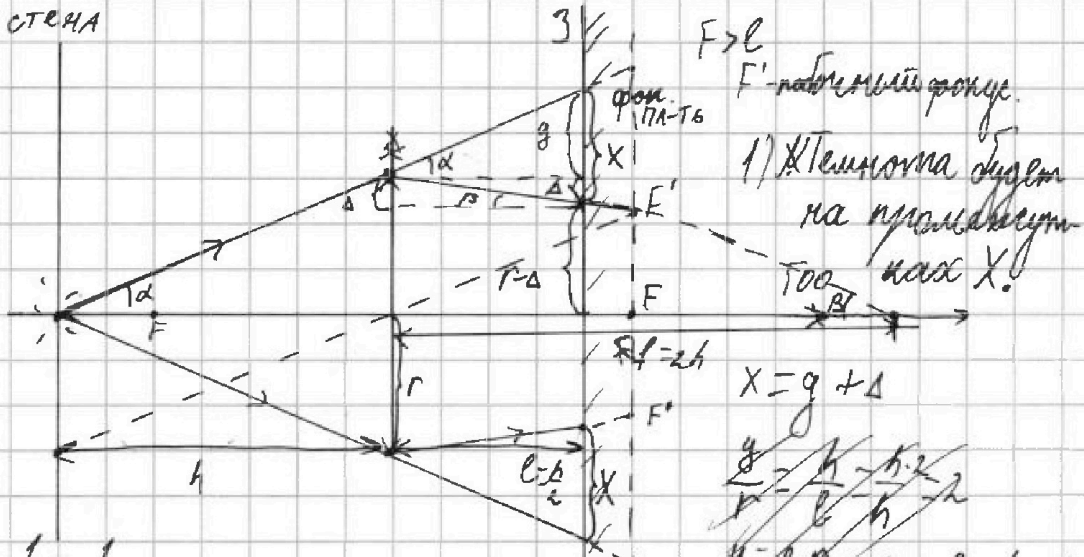
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

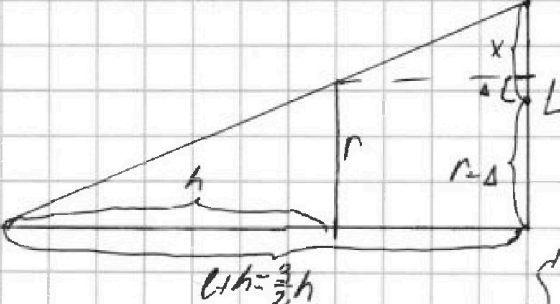
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N5  
 $h, F = \frac{2}{3}h$   
 $r = 4 \text{ см}$   
 $l = \frac{h}{2}$   
 1)  $S_1 = ?$   
 2)  $S_2 = ?$



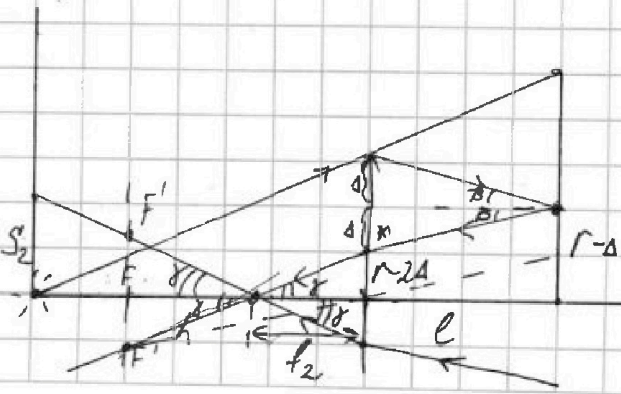
$F > l$   
 $F'$  - радиус кривизны.  
 1) Температура будет на протяжении всех X!  
 $r-d$   
 $X = g + d$   
 $g = \frac{h}{2} - \frac{h \cdot 2}{h} = -2$   
 $g = \frac{l - h - \frac{1}{2}}{h - 2h - 2}$   
 $g = \frac{r}{2}$

2)  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$   
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}, f = \frac{dF}{d-F} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}h - 2h \cdot \frac{2}{3}}{h - \frac{2}{3}h} = 2h$   
 $\frac{\Delta}{r} = \frac{l}{f} = \frac{h}{2 \cdot 2h} = \frac{1}{4}, \Delta = \frac{h}{4}$



$L = \frac{l}{r} = \frac{3h}{2 \cdot h} = \frac{3}{2}, L = \frac{3}{2}r$   
 Радиус осев. части равен  
 $S_0 = \pi(r-d)^2 = \pi(r - \frac{r}{4})^2 = \frac{9}{16}\pi r^2$   
 $S_1 = \pi L^2 - S_0 = \pi \cdot \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 =$   
 $= \frac{36}{16}\pi r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16} \cdot 3,14 \cdot 4 \text{ см}^2 = 85,59 \text{ см}^2$

2)



Объем:  $S_1 = \frac{27}{16}\pi r^2$   
 $S_1 = 85,59 \text{ см}^2$



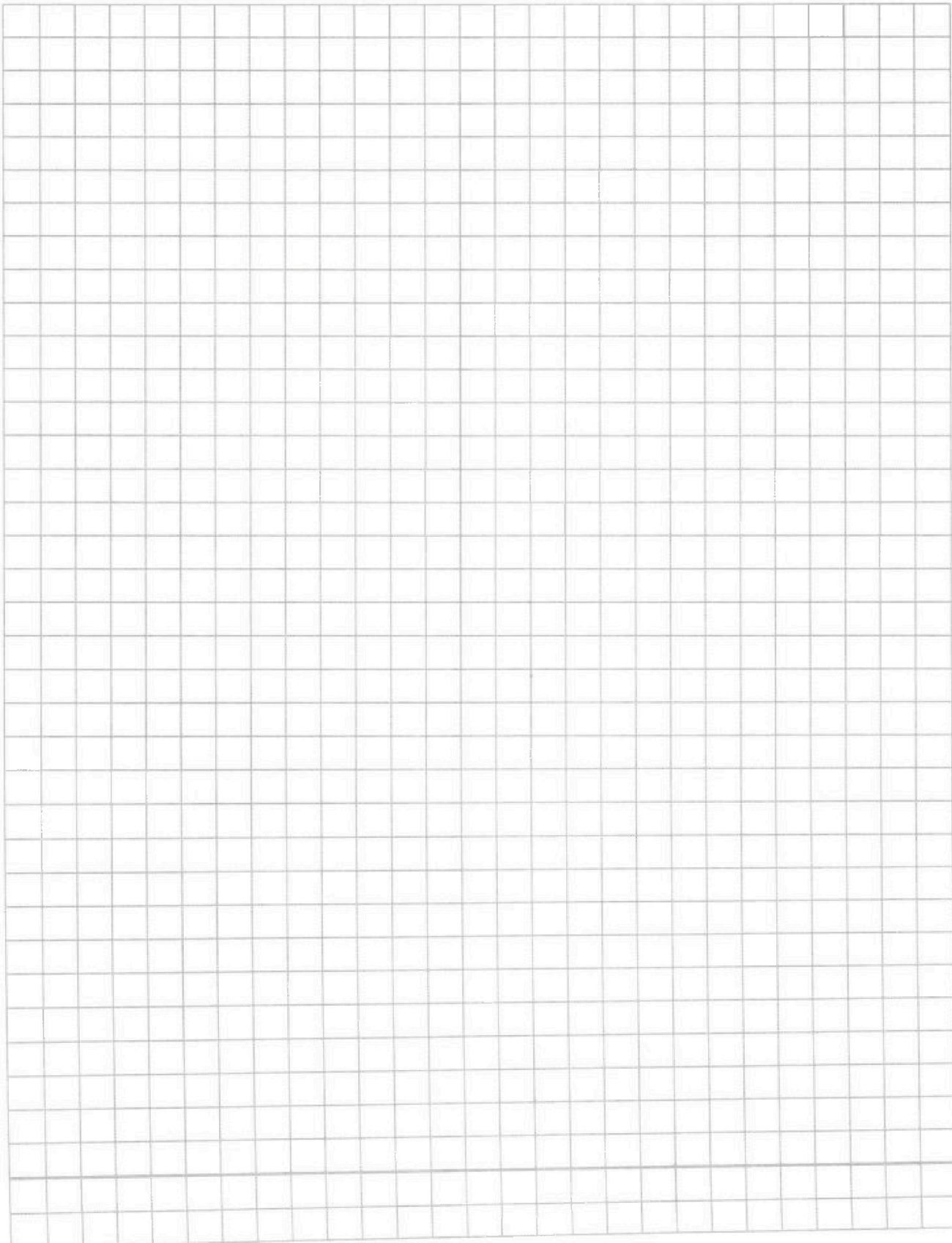
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!







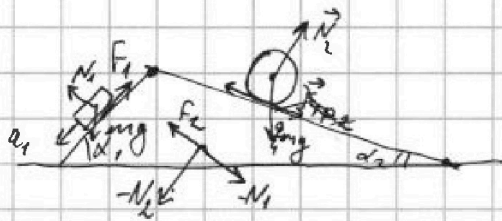
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

М



$$1) a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = \mu \cdot mg \cos \alpha_1, F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = m a_1$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{17} g = mg \left( \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 17} - \frac{5}{17} \right) = mg \left( \frac{51 - 25}{5 \cdot 17} \right) = mg \cdot \frac{26}{85}, F_1 = \frac{26}{85} mg$$

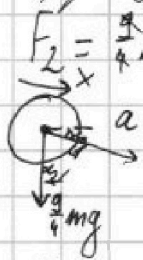
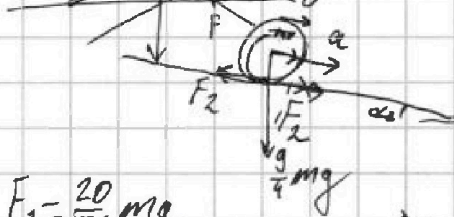
○

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

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = mg \cdot \frac{15}{17} \quad \frac{1}{2 \cdot 68} = \frac{1}{12}$$

$$2) F_2 + \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9}{4} m a_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m (a_2 - g \sin \alpha_2) = \frac{9}{4} m \left( \frac{8g}{27} - g \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{9}{4} m \cdot \frac{8g}{27} - \frac{9}{4} m g \cdot \frac{8}{17}$$



$$F_2 = \frac{9}{4} m \cdot \frac{8g}{27} - \frac{9}{4} m g \cdot \frac{8}{17} = \frac{2}{3} mg - \frac{18}{17} mg =$$

$$Ox: \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 + F_{2x} = \frac{9}{4} m a_2$$

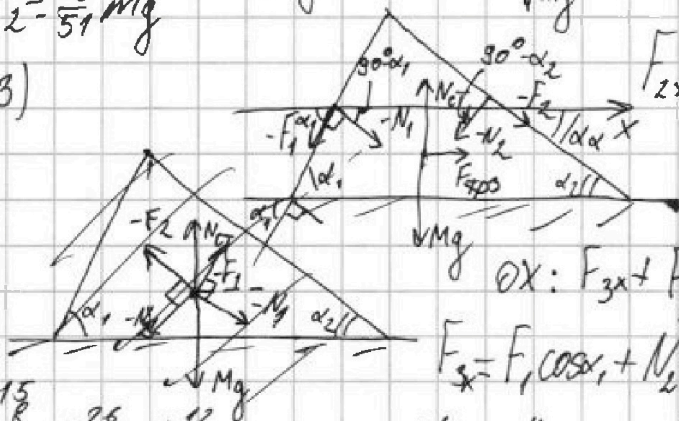
$$F_{2x} = \frac{9}{4} m a_2 - \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2$$

$$F_{2x} = \frac{9}{4} \cdot m \cdot \frac{8g}{27} - \frac{9}{4} mg \cdot \sin \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{2}{3} mg - \frac{18}{17} mg = \frac{34 - 54}{51} mg = -\frac{20}{51} mg$$

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

3)



$$Ox: F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$$

$$F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 =$$

$$= \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} mg - \frac{12}{25} mg + \frac{120}{17^2} mg - \frac{100}{17^2} mg = -\frac{4}{17^2} mg + \frac{20}{17^2} mg =$$

$$= \frac{20}{17^2} mg - \frac{68}{17^2} mg = -\frac{48}{289} mg$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 120 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 104 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 184 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 68 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \cdot 4 \\ 209 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ 17 \cdot 25 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 209 \\ 17 \cdot 25 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 17 \cdot 25 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ 17^2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ 17^2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -48 \\ 289 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 855g \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 84 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 129 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 39 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 209 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 2219 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 634 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 135 \\ 270 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 84 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 104 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3 \cdot 17 \\ 2219 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 634 \\ \hline \end{array}$$

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.

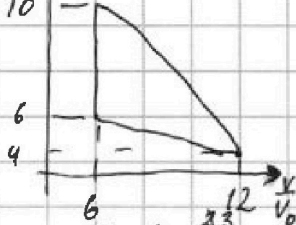


1  2  3  4  5  6  7

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!

$\frac{N^2}{P_0}$



$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (48 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) = -\frac{3 \cdot 18}{2} p_0 V_0 = -18 p_0 V_0$$

$$10 p_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_1$$

$$\nu R T_1 = 60 p_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 48 p_0 V_0$$

$$A'_{12} = \frac{1}{2} \cdot (10 p_0 + 4 p_0) \cdot (12 V_0 - 6 V_0) =$$

$$= \frac{14}{2} p_0 \cdot 6 V_0 = 42 p_0 V_0$$

$$1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A'} = \frac{18 p_0 V_0}{42 p_0 V_0} = \frac{3}{7}$$

$$\nu R dT = p dV + V dp$$

$$\nu R dT = p dV + V dp$$

$$= \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V \left( -\frac{p_0}{V_0} dV \right)$$

$$p = 16 p_0 - \frac{p_0}{16 V_0} V$$

$$10 p_0 = 16 p_0 - \kappa \cdot 6 V_0$$

$$p = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p = 16 p_0 - \kappa V, \quad 6 p_0 = \kappa 6 V_0, \quad \kappa = \frac{p_0}{V_0}$$

$$dp = 0 - \frac{p_0}{V_0} dV, \quad dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$= \frac{5}{2} \cdot \left( 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) \cdot dV - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV = 40 p_0 dV - \frac{5 p_0}{2 V_0} dV - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV =$$

$$= dV \left( 40 p_0 - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V \right) = dV \left( 40 p_0 - 4 p_0 \frac{V}{V_0} \right)$$

On перематем на графике миним при  $dQ = 0$ , а значит  $4 p_0 = \frac{4 p_0}{V_0} V, V = 10 V_0$

значим  $T_2 = T_{max}$  при  $V = 10 V_0$

TK  $T_{12} = Q$

$$8 p_0 = 0 = 8 p_0 - \kappa \cdot 24 V_0$$

$$p = 8 p_0 - \frac{p_0}{8 V_0} V$$

$$\frac{3}{5} \frac{5}{14} = \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{21}{4} + \frac{1}{4} = \frac{22}{4}$$

$$r = 6R$$

$$R = 6R$$

$$E = \frac{3 R \nu}{2} = \frac{1}{2} \nu_0 = \kappa = \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} = \frac{p_0}{3 V_0}$$

$$10 \frac{p_0}{V_0}$$

$$\frac{29}{2}$$

$$dQ = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = dV \left( \frac{5}{2} \left( 8 p_0 - \frac{p_0}{8 V_0} V \right) - \frac{3 p_0}{2 V_0} V \right)$$

$$= dV \left( 20 p_0 - \frac{5 p_0}{6} \frac{V}{V_0} - \frac{p_0}{2 V_0} V \right) = dV \left( 20 p_0 - \frac{4}{3} \frac{p_0}{V_0} V \right)$$

$$V_x = 20 p_0 = \frac{4}{3} \frac{p_0}{V_0} V_x, \quad V_x = 15 V_0$$

$$\frac{16}{8} = \frac{68}{4} = \frac{14}{112}$$

$$\frac{128}{28}$$

$$\frac{6 \times 16}{36 \cdot 9}$$

$$\frac{-16 p_0 \nu R V_0}{\nu R \cdot 2 p_0} = -8 V_0$$

$$V_{критич} = -8 V_0$$

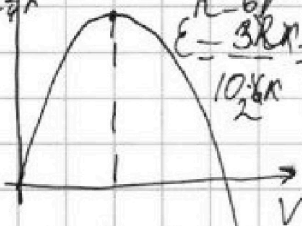
$$\frac{-60}{36} = \frac{3}{8} = \frac{8}{3} - 4 = \frac{8 - 12}{3} = -\frac{4}{3} = -\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = -2$$

$$\frac{24}{24}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{8}{3} - 4 = \frac{8 - 12}{3} = -\frac{4}{3} = -\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = -2$$

$$\frac{24}{24}$$

$\mu \cdot \mu \frac{N^2}{R^2} L$



$$\frac{5}{6} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6} + \frac{3}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$p = \frac{\nu R T}{V}, \quad \frac{\nu R T}{V} = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$T = \frac{16 p_0 \nu R}{\nu R} V - \frac{p_0 \nu R}{\nu R V_0} V^2$$

$$\frac{-60}{36} = \frac{3}{8} = \frac{8}{3} - 4 = \frac{8 - 12}{3} = -\frac{4}{3} = -\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = -2$$