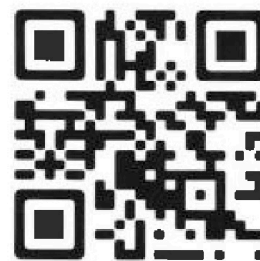




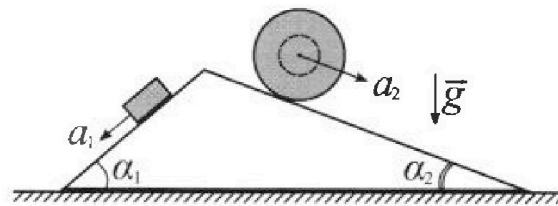
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

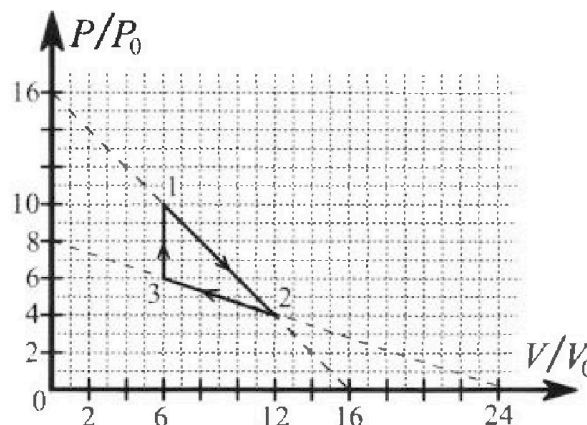
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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.

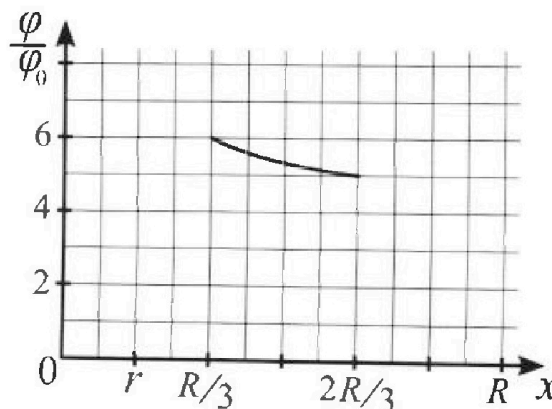
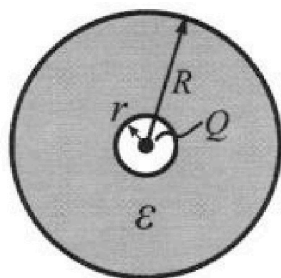


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

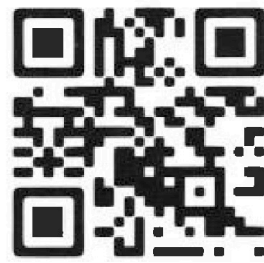
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



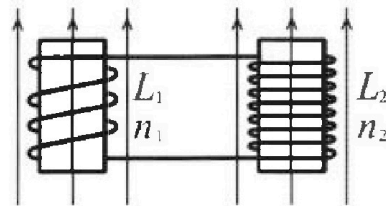
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

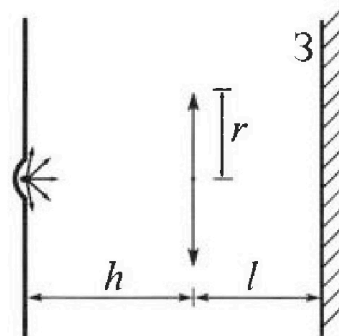


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $\gamma\pi$, где γ - 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:

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

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

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

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

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

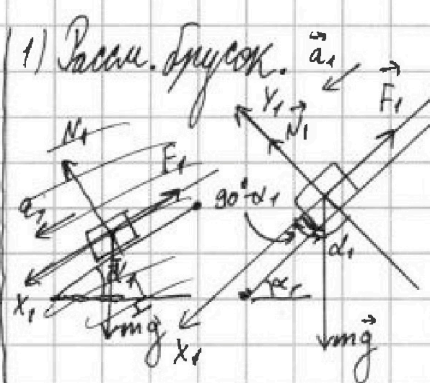
$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$m$$

1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$

3) $F_3 = ?$



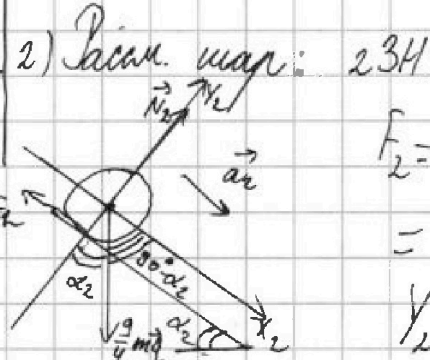
1) Рассм. брусок. \vec{a}_1

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

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

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

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



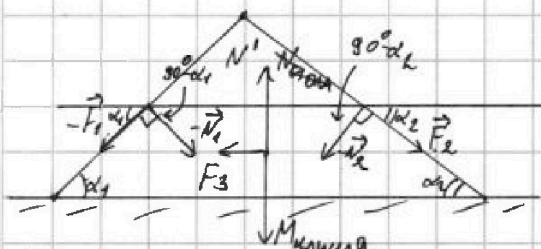
2) Рассм. шар: $23H: X_2: \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{9}{4} m \cdot a_2$

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

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

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

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

знаем, что F_3 направлена вправо, а не влево.

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85} mg$
2) $F_2 = \frac{20}{51} mg$
3) $F_3 = \frac{2}{289} mg$



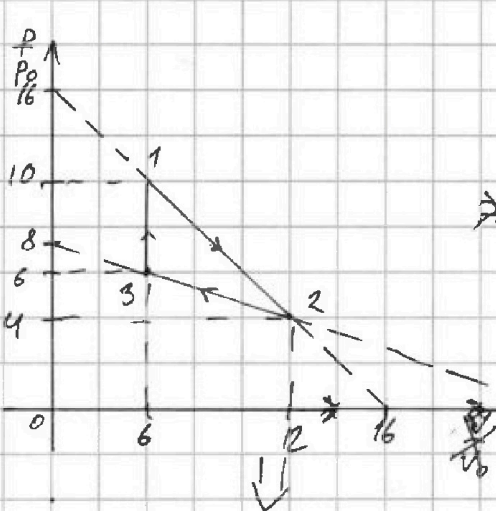
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) η ?
 $i=3$



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

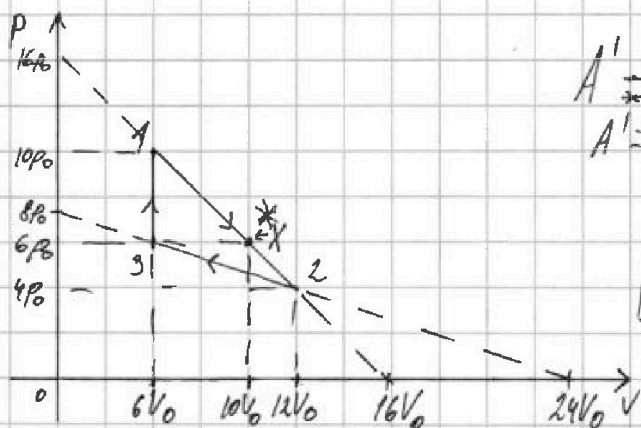
$$\nu R T_1 = 10 p_0 \cdot 6 V_0 = 60 p_0 V_0$$

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

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

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

$$= -18 p_0 V_0$$



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) Расм. 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: $p_{12} = 16 p_0 - k V_{12}, \quad k = \text{const}$

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

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

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

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

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

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



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

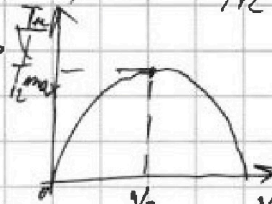
$\frac{\Delta R T_{12}}{V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{12}, T_{12} = \frac{16P_0}{\Delta R} V_{12} - \frac{P_0}{\Delta R V_0} V_{12}^2 \Rightarrow$

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

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

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

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



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 процесс P_2 методом можно ограничить.

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

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

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

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

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

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

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

$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{12P_0V_0}{68P_0V_0} = \frac{3}{17}$
3) $\eta = \frac{3}{17}$



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

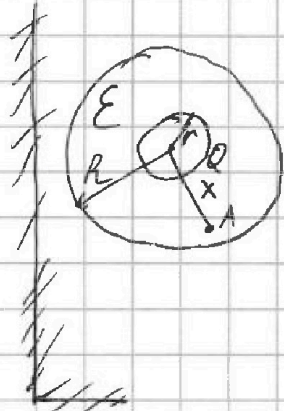
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

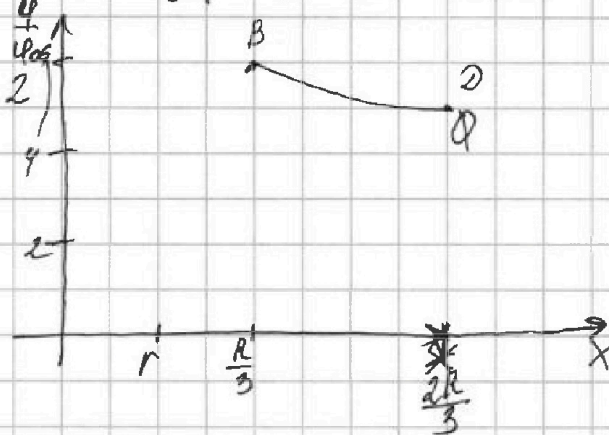
№3

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) $\varphi_B = 6\varphi_0 = 6 \frac{kQ}{r}$
 $\varphi_B = \frac{kQ \cdot 3}{E \cdot R} = \frac{3kQ}{ER}$
 $\Rightarrow \frac{3kQ}{ER} = \frac{5kQ}{r} = \frac{3kQ}{ER}$
 $ER = \frac{r}{2}$
 $E = \frac{r}{2R}$

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

2) $\varphi_B = 6\varphi_0$
 $\varphi_B = \frac{3kQ}{ER}$
 $\varphi_0 = \frac{3kQ}{5ER} = \frac{kQ}{2ER}$, φ_0 - потенциал вне шара.

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

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

* Потенциал задается следующим уравнением:

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



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 (*) от $t=0$ до ∞ - в максимума конца
изменений:

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

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

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

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

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

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

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

2) $I_k = \frac{4 n S B_0}{13 L}$



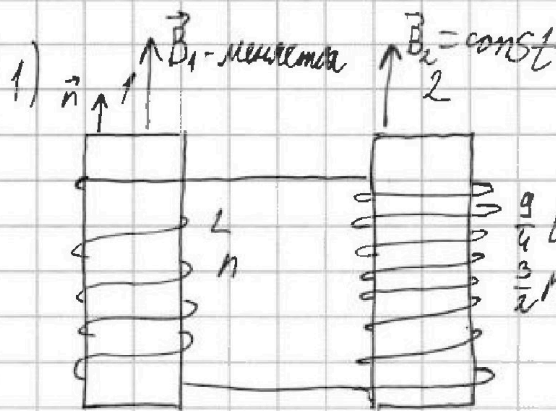
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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

1) $I = I_1$?

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

2) I_2 ?

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

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

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.

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

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

$\mathcal{E}_{i2} = -L_2 I_2 = -\frac{9}{4} L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{9}{4} L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = B S \cdot \frac{3}{2} n$
 $\mathcal{E}_{i2} = \dot{\Phi}_2 = -(B S \cdot n_2 \cdot \cos \alpha)' = B S \cdot \frac{3}{2} n \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{3}{2} L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = B S n \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{i2} = -\dot{\Phi}_2 = -(B S \cdot \frac{3}{2} n \cos \alpha)' = -\frac{3}{2} n S \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$

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

$\mathcal{E}_2 = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = -(L + \frac{9}{4} L) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{13}{4} L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

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

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

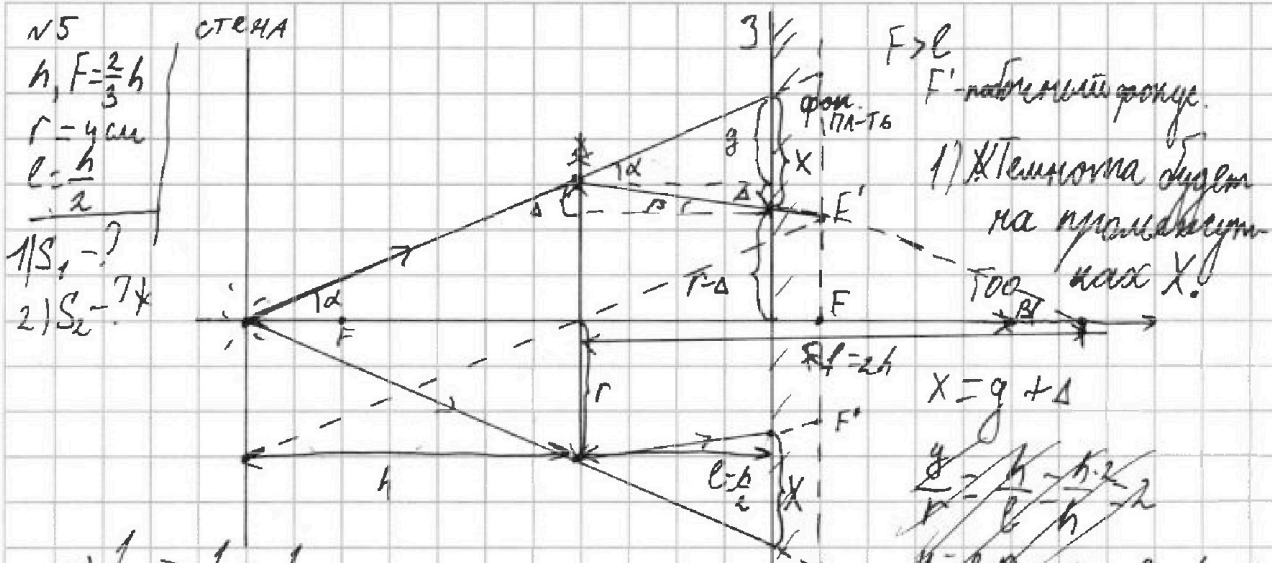


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

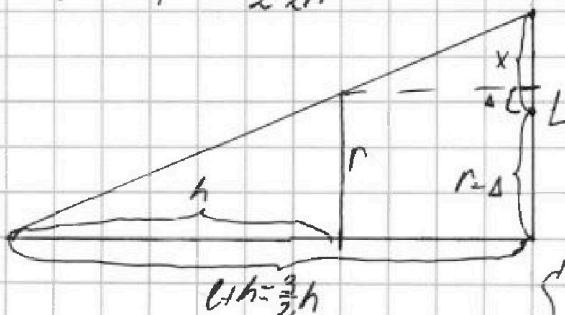
1 2 3 4 5 6 7

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!

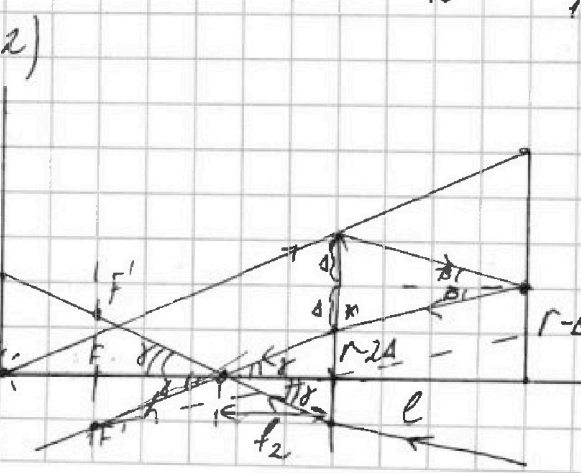


2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}, f = \frac{dF}{d-F} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}h}{h - \frac{2}{3}h} = \frac{2h^2 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{3}h} = 2h$
 $\frac{\Delta}{r} = \frac{l}{f} = \frac{h}{2 \cdot 2h} = \frac{1}{4}, \Delta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



Радиус освещ. части равен

$S_0 = \pi(r-\Delta)^2 = \pi(r - \frac{r}{4})^2 = \frac{9}{16}\pi r^2$
 $S_1 = \pi L^2 - S_0 = \pi \cdot \frac{9}{4}r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 =$
 $= \frac{36}{16}\pi r^2 - \frac{9}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16}\pi r^2 = \frac{27}{16} \cdot 3,14 \cdot 4 \text{ см}^2 = 85,59 \text{ см}^2$



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

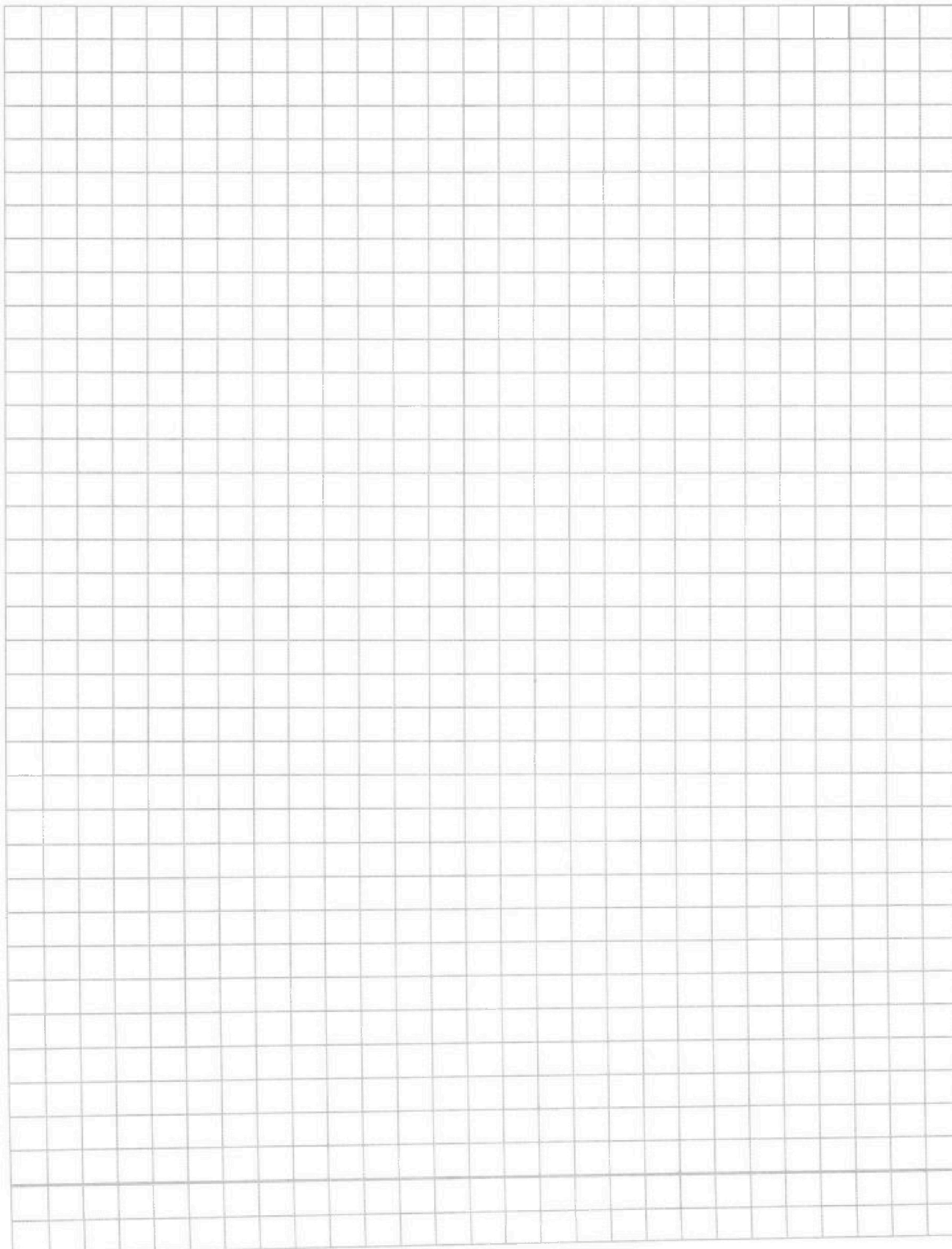


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!





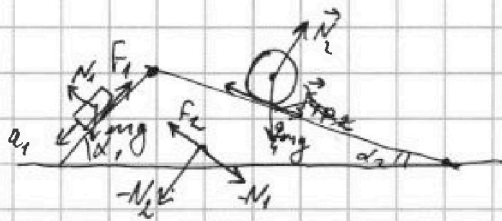
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№1



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

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

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

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

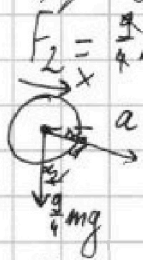
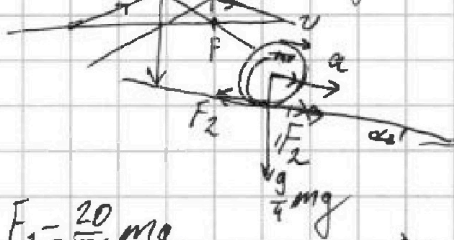
○1

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

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

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

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



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

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

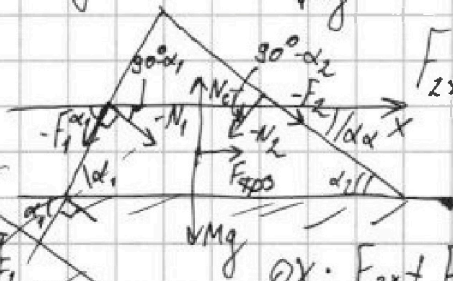
$$F_{2x} = \frac{9}{4} m a_2 - \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2$$

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

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

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

3)



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 129 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ 39 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 100 \\ 104 \\ \hline \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 20 \\ 20 \\ \hline \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 17^2 \\ 289 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 48 \\ 48 \\ \hline \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 289 \\ \hline \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 289 \\ \hline \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 8559 \\ \hline \end{array}$$

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.

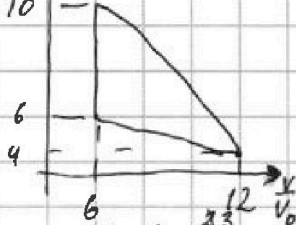


1 2 3 4 5 6 7

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!

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 $T_{12} = Q$

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

$$p = 8 p_0 - \frac{p_0}{3 V_0} V$$

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

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

$$r = 6R$$

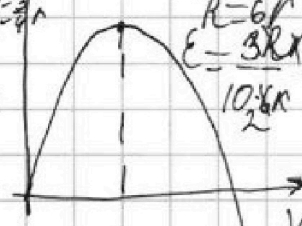
$$R = 6R, \quad 24 V_0 \kappa = 8 p_0, \quad \kappa = \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0} = \frac{p_0}{3 V_0}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$$\frac{128}{28} = \frac{64}{7}$$

$$\frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$