



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

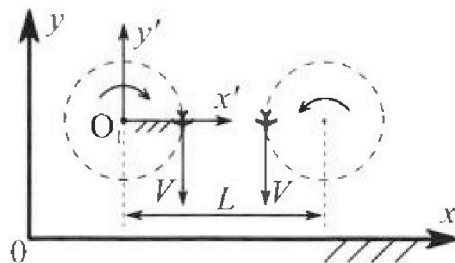
Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

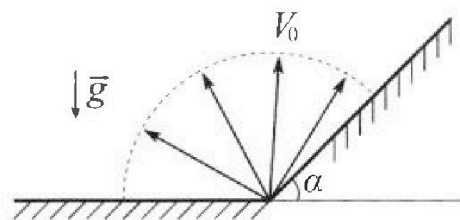
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

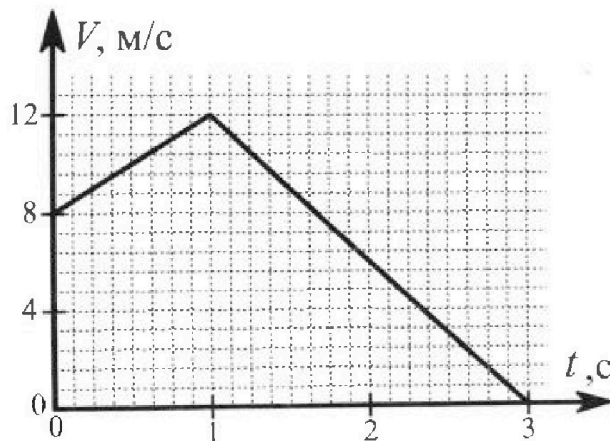
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



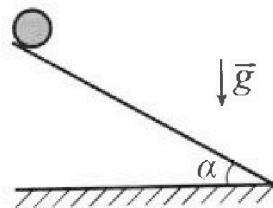
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{He}}{N_K}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



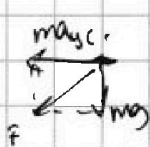
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



$$a_{yc} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow F = \sqrt{m^2 a_{yc}^2 + m^2 g^2} =$$

$$= \sqrt{m^2 \left(\frac{V^4}{R^2} + g^2 \right)} = m \sqrt{\frac{60^4}{360^2} + 10^2} = m \sqrt{\frac{3600^2}{360^2} + 10^2} =$$

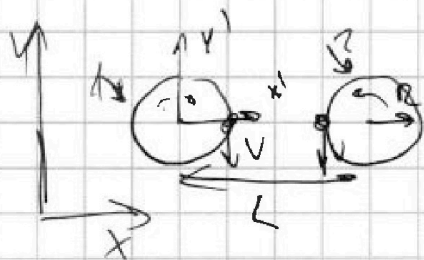
$$= m \sqrt{100 + 100} = 10\sqrt{2} m$$

$$\frac{F}{mg} = \frac{10\sqrt{2}}{10} = \sqrt{2} \Rightarrow mg = \frac{F}{\sqrt{2}}, \frac{F}{100} = 1\% \Rightarrow$$

$$\frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{F}{100} \cdot \frac{100}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} \% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5}{\sqrt{2}} \% = 25\sqrt{2} \% = 50\sqrt{2} \%$$

$$\Rightarrow \text{меньше на } (100 - 50\sqrt{2}) \% = 50(2 - \sqrt{2}) \%$$

2.



$$1) a_{nx} = -\left|\frac{V^2}{R}\right| \Rightarrow$$

$$2) a_{nx} = \frac{V^2}{R}$$

При переходе в $x'y'$: $a_{nx} = 0$

$\Rightarrow$ нет вращения

$$\Rightarrow |\vec{U}| = |\vec{V}|, \text{ направлен } \uparrow Oy' \text{ и } \downarrow$$

Ответ: 1. $50(2 - \sqrt{2}) \%$ 2. $|\vec{U}| = |\vec{V}|$, $\vec{U}$ направлен $\uparrow Oy'$

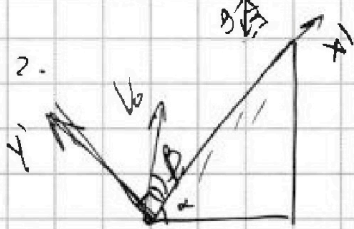


1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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. $H_{\max} = H = 45 \text{ м} \Rightarrow H = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow gt^2 - \frac{gt^2}{2} = H$
 $7 + \text{время парения в } H_{\max} \quad V_0 - gt = 0 \Rightarrow V_0 = gt$
 $\frac{gt^2}{2} = H \Rightarrow t = \frac{2H}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2Hg} = \sqrt{2 \cdot 45 \cdot 10} = 30 \text{ м/с}$



Введем систему координат, x' || скорости
 $y' \perp$ скорости

$V_{0x'} = \sin \beta V_0$
 $g_{y'} = \cos \alpha g, \quad g_{x'} = \sin \alpha g, \quad V_{0y'} = \cos \beta V_0$

$S = V_0 \cos \beta \cdot t - \frac{g_{x'} t^2}{2} = V_0 \cos \beta \tau - \frac{g \sin \alpha \tau^2}{2}, \quad \tau - \text{время парения}$

$0 = V_0 \sin \beta \tau - \frac{g \cos \alpha \tau^2}{2} \Rightarrow V_0 \sin \beta = \frac{g \cos \alpha \tau}{2} \Rightarrow$

$\tau = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow S = \frac{V_0 \cos \beta \cdot 2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot 4 V_0^2 \sin^2 \beta}{2 g^2 \cos^2 \alpha} =$

$= \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$

$= \frac{V_0^2 (\sin 2\beta - 2 \sin \alpha \sin^2 \beta)}{g \cos \alpha} \Rightarrow \text{при } S_{\max}: \sin 2\beta - 2 \sin \alpha \sin^2 \beta \rightarrow \max$

tg $\alpha = \frac{5}{4}, \quad \sin \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin 2\beta - \frac{8}{5} \sin^2 \beta \rightarrow \max$

$\sin 2\beta \rightarrow \frac{8}{5} \sin^2 \beta \rightarrow \max$

$\cos 2\beta - 2 \sin 2\beta = \frac{8}{5} \cos \beta \Rightarrow 0$

$-2 \sin \beta - \frac{8}{5} \cos \beta = 0 \Rightarrow \sin \beta = -\frac{4}{5} \cos \beta \Rightarrow \tan \beta = -\frac{4}{5}$

$2 \sin \beta \cos \beta - \frac{8}{5} \sin^2 \beta \rightarrow \max$

$2 \sin \beta = \frac{8}{5} \sin^2 \beta \rightarrow \max$

$\sin \beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \beta = \frac{4}{5}, \quad \cos \beta = \frac{3}{5}$

$\cos \beta = \frac{3}{5}, \quad \sin \beta = \frac{4}{5}, \quad \beta = 53^\circ$

$\cos \beta = 1, \quad \sin \beta = 0, \quad \beta = 0^\circ$

$(V_0 \cos \beta - \frac{g \sin \alpha \tau}{2}) \cdot \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = S_{\max}$

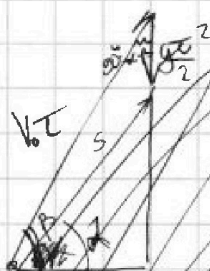


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$(v_0 \cos \alpha)^2 + (g t)^2 - 2 v_0 \cos \alpha g t = 0$$

$$v_0 \cos \alpha (v_0 \cos \alpha - g t) = 0$$

$$v_0 \cos \alpha (v_0 \cos \alpha - g t) = 0 \rightarrow \max$$

$$\cos \alpha (v_0 \cos \alpha - g t) = 0 \rightarrow \max$$

$$\cos \alpha (v_0 \cos \alpha - g t) = 0 \rightarrow \max$$

$$(\cos \alpha \cos 2\alpha - \sin \alpha \sin 2\alpha) \sin \alpha \rightarrow \max \rightarrow \frac{3}{8} \cos \alpha \sin \alpha - \frac{4}{8} \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

$$\cos 2\alpha - \sin 2\alpha = 0$$

$$\cos 2\alpha - \sin 2\alpha = 0 \rightarrow \cos 2\alpha = \sin 2\alpha \rightarrow \tan 2\alpha = 1 \rightarrow 2\alpha = 45^\circ \rightarrow \alpha = 22.5^\circ$$

$$\sin 2\alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{4}{5}$$

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{100 \sin 45^\circ}{10} = 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{4}{5} \rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{1}{5} \rightarrow \max$$

$$-2 \sin \alpha \cos \alpha - 2 \frac{4}{5} \cos \alpha = 0$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = -\frac{4}{5} \cos \alpha \rightarrow \sin \alpha = -\frac{4}{5} \quad ?$$

Ответ. 1. 30 м/с



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

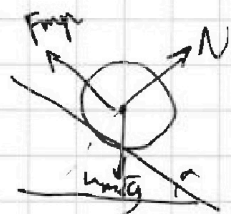
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{5mV^2}{2} - \frac{4mgS}{\sqrt{3}} = -\frac{4}{5\sqrt{3}} mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{5V^2}{2} - \frac{4}{\sqrt{3}} gS = -\frac{4g}{10} \Rightarrow \frac{5V^2}{2} - \frac{4 \cdot 10}{\sqrt{3}} = -4$$

$$\frac{5V^2}{2} = 4 + \frac{40}{\sqrt{3}} \Rightarrow V^2 = \frac{8 + \frac{80}{\sqrt{3}}}{5} = \frac{8}{5} + \frac{16}{\sqrt{3}} \Rightarrow 4\left(\frac{2}{5} + \frac{4}{\sqrt{3}}\right)$$

$$V = \sqrt{\frac{8 + \frac{80}{\sqrt{3}}}{5}} \Rightarrow V = 2\sqrt{\frac{2\sqrt{3} + 20}{5\sqrt{3}}} = 2\sqrt{\frac{2(\sqrt{3} + 10)}{5\sqrt{3}}}$$

3. 

$$mg = \sin 45^\circ mg - \frac{1}{5\sqrt{3}} mg \cos 45^\circ \Rightarrow$$
$$a = 4 \sin 45^\circ - \frac{4}{5\sqrt{3}} \cos 45^\circ = \frac{4 \cdot 1}{2} \cdot 10 - \frac{4 \cdot 1 \cdot \sqrt{3}}{5\sqrt{3} \cdot 2} \cdot 10 =$$
$$= 20 - \frac{20}{5} = \frac{5 \cdot 20 - 20}{5} = \frac{4 \cdot 20}{5} = 16 \text{ м/с}^2$$

4. 

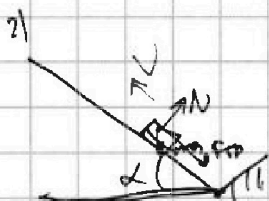
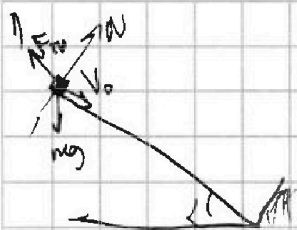
Ответ: 1. $\frac{1}{2}$ 2. $2\sqrt{\frac{2(\sqrt{3} + 10)}{5\sqrt{3}}}$ м/с 3. 16 м/с^2



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!



$v_0 = 0 \text{ м/с}$ (по условию)

1) $\sin \alpha \cdot mg - F_{\text{тр}} = m a_1$

$\cos \alpha \cdot mg = N \Rightarrow$

$\sin \alpha \cdot mg - \mu \cos \alpha \cdot mg = m a_1$

По условию:

$v_0 + a_1 \cdot 1 = 12 \Rightarrow a_1 = 4 \text{ м/с}^2$

$\Rightarrow \mu g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \mu a_1$

$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$

2) $m a_2 = F_{\text{тр}} + \sin \alpha \cdot mg$

$N = \cos \alpha \cdot mg \Rightarrow m a_2 = m (g \cos \alpha \mu + \sin \alpha)$

По условию: $12 - a_2 \cdot 2 = 0 \Rightarrow a_2 = 6 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$

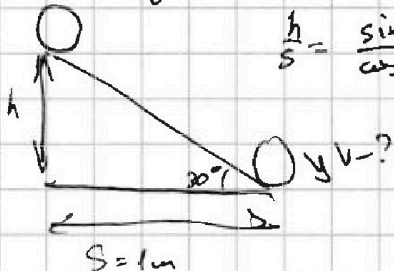
$\cos \alpha \mu + \sin \alpha = \frac{a_2}{g} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \Rightarrow$

$\begin{cases} \sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{2}{5} \\ \sin \alpha + \mu \cos \alpha = \frac{3}{5} \end{cases} \Rightarrow$

$\sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \mu = \frac{\frac{3}{5} - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{1}{10}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$

$m g \cos \alpha = 4 m g$

2. $\frac{S}{\sqrt{3}} = h$



$\frac{h}{S} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow h = \frac{S}{\sqrt{3}}$

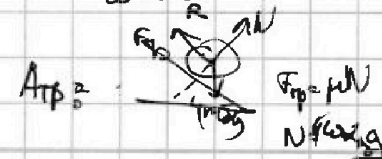
$E_1 = 4 m g h = \frac{4 m g S}{\sqrt{3}}$

7. Кинетика

$E_2 = \frac{4 m_0 \cdot V^2}{2} + \frac{J \omega^2}{2}$

$J = m_0 R^2$
 $\omega = \frac{V}{R}$

$\Rightarrow E_2 = \frac{4 m_0 \cdot V^2}{2} + \frac{m_0 R^2 \cdot V^2}{2 R^2} = \frac{5 m_0 V^2}{2}$



$E_2 - E_1 = A_{\text{тр}} = -|F_s| = -\mu m g \cos \alpha \Rightarrow$



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. $\gamma \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \alpha \Rightarrow \nu_{He} = \alpha \nu_{O_2}$

1) $V = \text{const}$, $U_1 = Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = \nu_{O_2} R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \right)$

2) $p = \text{const}$, $Q = p \Delta V + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 =$
 $(\nu_{He} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2$

$= \nu_{O_2} R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} + 1 + \alpha \right) = \nu_{O_2} R \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)$

$\frac{Q}{Q} = 1 = \frac{\Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right)}{\Delta T_2 \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)} = \frac{48 \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right)}{36 \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)} = \frac{8 \cdot (3\alpha + 5)}{5 \cdot (5\alpha + 7)}$

$\Rightarrow 74\alpha + 40 = 25\alpha + 35 \Rightarrow 5 = \alpha \Rightarrow \nu_{He} = \alpha \nu_{O_2} \Rightarrow$

$(\nu_{He} = 5 \nu_{O_2})$

$A = p \Delta V = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2 = 6 \nu_{O_2} R \Delta T_2$, $Q = \nu_{O_2} R \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} + \frac{7}{2} \right)$

$\Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{\frac{32}{2}}{6} = \frac{16}{6} = \frac{8}{3} \Rightarrow A = \frac{3}{8} Q = \frac{3}{8} \cdot 360 =$

$= \frac{3 \cdot 480}{4} = \frac{3 \cdot 240}{2} = 3 \cdot 120 = 360 \text{ Дж}$

2. $Q = U_1 = \frac{1}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \cdot 5 + \frac{5}{2} \right) = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1 = C_V (\nu_{He} + \nu_{O_2}) \cdot \Delta T_1$

$10R = C_V \cdot 6 \Rightarrow C_V = \frac{10}{6} R = \frac{5}{3} R$

3. $\frac{N_r}{N_k} = x$, $\frac{N_r}{N_{He}} = \nu_{He}$, $\frac{N_k}{N_A} = \nu_{O_2} \Rightarrow \frac{N_r}{N_k} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = 5$

Ответ: 1. $A = 360 \text{ Дж} = \frac{3}{8} Q$ 2. $C_V = \frac{5}{3} R$ 3. $\frac{N_r}{N_k} = 5$

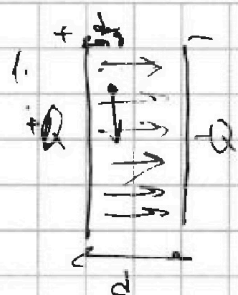


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

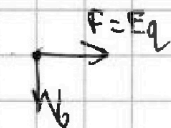
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



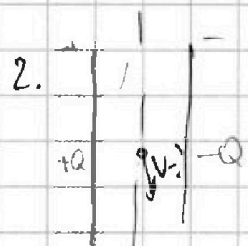
$$U = Ed = \frac{Qd}{\epsilon S} = \frac{V_0^2 d}{jR}$$



$$F = \frac{Q}{\epsilon S} \leftarrow \begin{array}{l} \text{заряд конденсатора} \\ \text{площадь пластины} \end{array}$$

$$F = F_g = \frac{Q \cdot j m}{\epsilon S} = m a_{\text{ус.}}$$

$$\frac{Qj}{\epsilon S} = a_{\text{ус.}} = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon S} = \frac{V_0^2}{jR}$$



$$W_0 = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{q \cdot Q}{2\epsilon S} \cdot \frac{d}{8} + \frac{qQ}{2\epsilon S} \cdot \frac{7d}{8} + \frac{Q \cdot Q}{2\epsilon S} d =$$

$$= \frac{mV_0^2}{2} + \frac{qQd}{2\epsilon S} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon S}$$

$$W_1 = \frac{mV^2}{2} + \frac{qQd}{2\epsilon S} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon S}, \quad A = qE \cdot \frac{2}{3}d = \frac{q \cdot 3Qd}{3\epsilon S}$$

$$W_1 - W_0 = A \Rightarrow \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{j \cdot 3Qd}{8\epsilon S}$$

$$V^2 = \frac{3Qd}{4\epsilon S} + V_0^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2 d}{jR} + V_0^2 = V_0^2 \left(1 + \frac{3d}{4jR} \right)$$

$$V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4jR}}$$

Ответ: 1. $U = \frac{V_0^2 d}{jR}$ 2. $V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4jR}}$

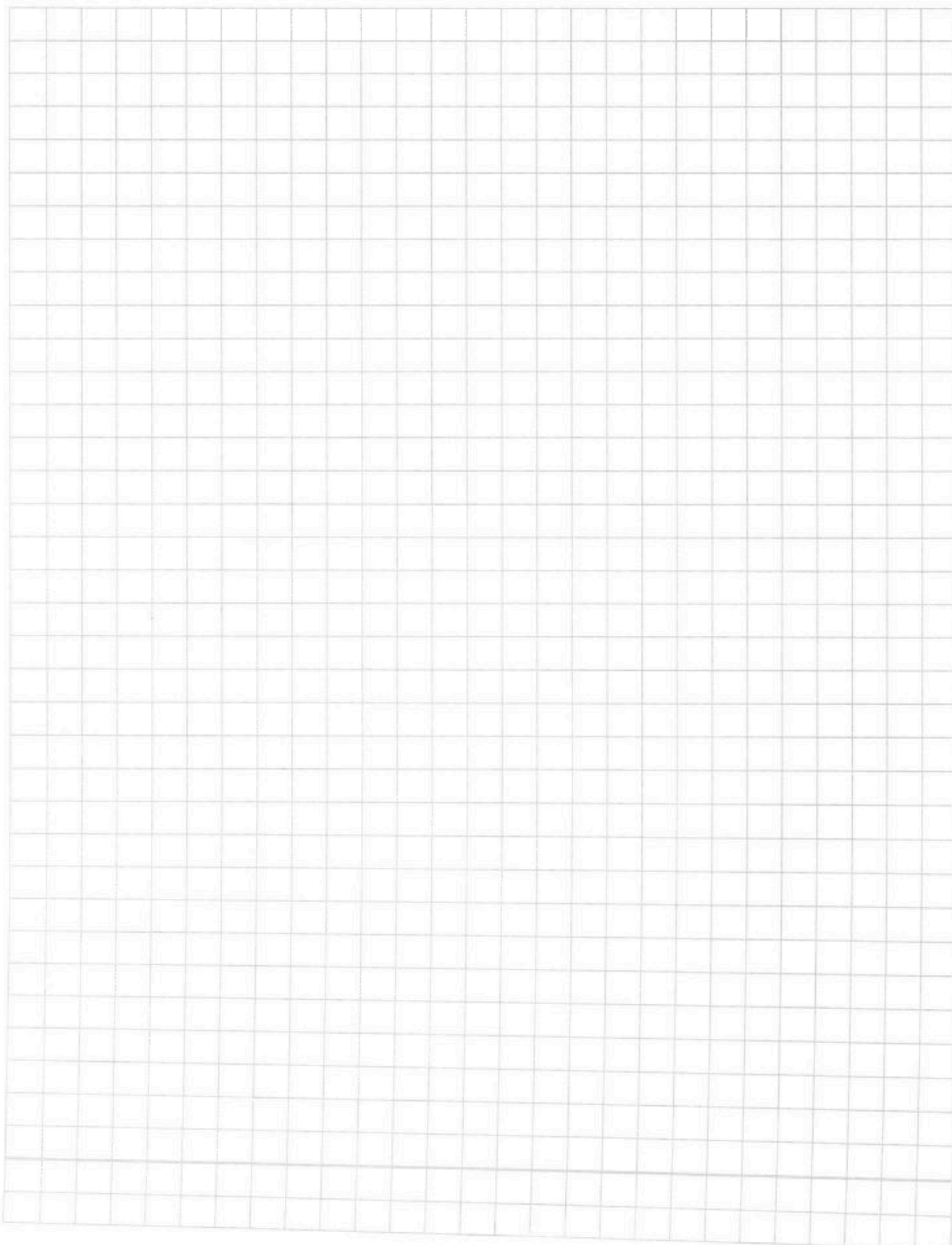


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

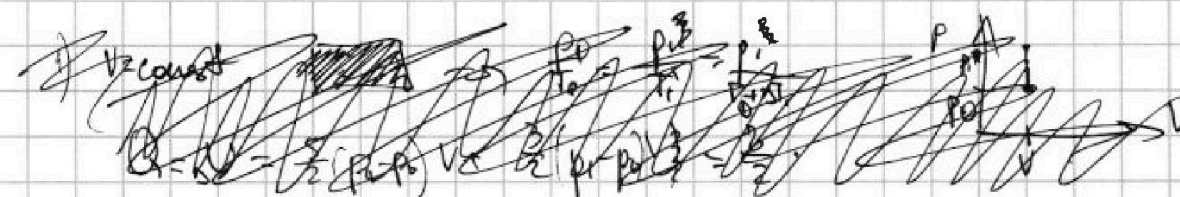


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1. 2) $p = \text{const}$, $Q = 960 \text{ Дж}$, $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$
 $p = p_{\text{He}} + p_{\text{O}_2}$

$$A = p(V_2 - V_1), Q = A + \Delta U_2$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \frac{p_{\text{He}} R \Delta T_2}{p_{\text{He}}(V_2 - V_1)} + \frac{5}{2} \frac{p_{\text{O}_2} R \Delta T_2}{p_{\text{O}_2}(V_2 - V_1)} = \left(\frac{3}{2} p_{\text{He}} + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} \right) (V_2 - V_1)$$

$$Q = (p_{\text{He}} + p_{\text{O}_2})(V_2 - V_1) + \left(\frac{3}{2} p_{\text{He}} + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} \right) (V_2 - V_1) =$$

$$= \left(\frac{5}{2} p_{\text{He}} + \frac{7}{2} p_{\text{O}_2} \right) (V_2 - V_1) = \left(\frac{5}{2} p + p_{\text{O}_2} \right) (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} A + A_{\text{O}_2}$$

$$A = p(V_2 - V_1) = \frac{p_{\text{He}} R \Delta T_2}{p_{\text{He}}(V_2 - V_1)} + \frac{p_{\text{O}_2} R \Delta T_2}{p_{\text{O}_2}(V_2 - V_1)}$$

$$1) V = \text{const} \rightarrow Q = \Delta U_1 = \frac{3}{2} p_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} R \Delta T_1 =$$

$$= \left(\frac{3}{2} p_{\text{He}} + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{3}{2} p_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = \frac{3}{2} p_{\text{He}} (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} (V_2 - V_1) =$$

$$p_{\text{He}} V_1 + \frac{3}{2} p_{\text{O}_2} V_1 = \frac{3}{2} p_{\text{He}} V_1 + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} V_1$$

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

$$7 \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{O}_2}} = 2 \alpha \Rightarrow$$

$$2. V = \text{const} \rightarrow Q = A_1 + \Delta U = C_V (V_{\text{He}} + V_{\text{O}_2}) \Delta T_1 = \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right) V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = Q$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} V_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = \frac{3}{2} (V_{\text{He}} + V_{\text{O}_2}) R \Delta T_1 + V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = C_V (V_{\text{He}} + V_{\text{O}_2}) \Delta T_1$$

$$\frac{3}{2} V_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = C_{V_{\text{O}_2}} V_{\text{O}_2} \Delta T_1 =$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{He}} + V_{\text{O}_2}} R = C_V$$

$$Q = \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right) V_{\text{O}_2} R \Delta T_1$$



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!

