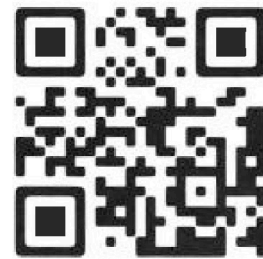




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

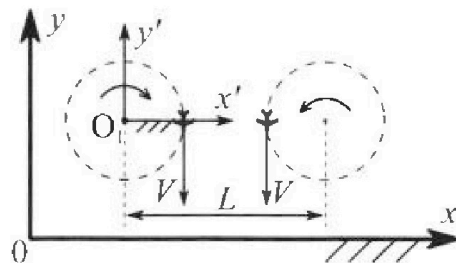
## Вариант 10-03

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/с<sup>2</sup>.

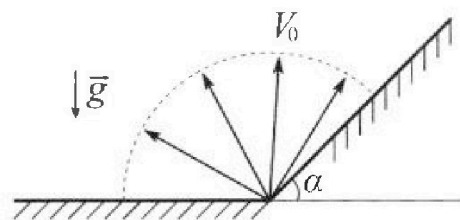
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

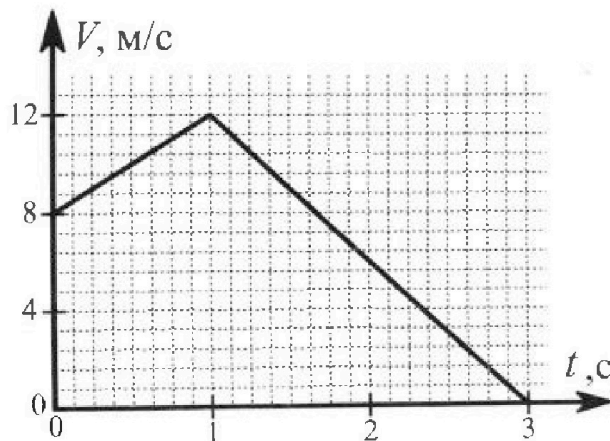
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



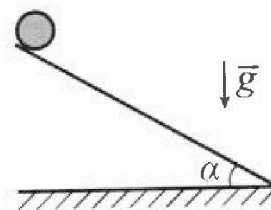
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\mu$  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  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$  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?



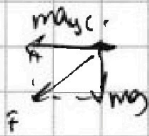
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



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

$$= \sqrt{m^2 \left( \frac{V^4}{R^2} + g^2 \right)} = m \sqrt{\frac{60^4}{300^2} + 10^2} = m \sqrt{\frac{3600^2}{300^2} + 10^2} =$$

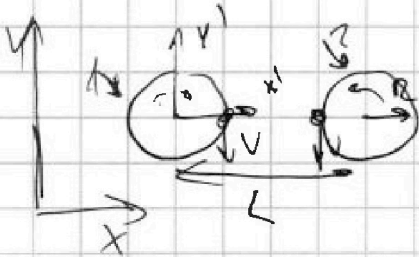
$$= m \sqrt{100 + 100} = 10\sqrt{2} m$$

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

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

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

2.



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

$$2) a_{n_{x'}} = \frac{V^2}{R}$$

При переходе в  $x'y'$ :  $a_{n_{x'}} = 0$

$\Rightarrow$  тем же образом

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

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





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

1.  $H_{max} = H = 45 \text{ м} \Rightarrow H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow gt^2 - \frac{gt^2}{2} = H$   
 $t = \text{время полета}$   $v_0 - gt = 0 \Rightarrow v_0 = gt$   
 $\frac{gt^2}{2} = H \Rightarrow t^2 = \frac{2H}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2Hg} = \sqrt{2 \cdot 45 \cdot 10} = 30 \text{ м/с}$



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

$v_{x'} = \sin \beta v_0$   
 $g_{y'} = \cos \alpha g$ ,  $g_{x'} = \sin \alpha g$ ,  $v_{x'} = \cos \beta v_0$

~~$S = v_0 \cos \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$~~   $S = v_0 \cos \beta \tau - \frac{g \sin \alpha \tau^2}{2}$ ,  $\tau$  - время полета

$0 = v_0 \sin \beta \tau - \frac{g \cos \alpha \tau^2}{2} \Rightarrow v_0 \sin \beta = \frac{g \cos \alpha \tau}{2} \Rightarrow$

$\tau = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow S = \frac{v_0 \cos \beta \cdot 2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot 4 v_0^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos^2 \alpha} =$

$= \frac{2 v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$

$= \frac{v_0^2 (\sin 2\beta - 2 \sin \alpha \sin^2 \beta)}{g \cos^2 \alpha} \Rightarrow \text{при } S_{max}: \sin 2\beta - 2 \sin \alpha \sin^2 \beta \rightarrow \max$

$\tan \alpha = \frac{5}{4}$ ,  $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ ,  $\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin 2\beta - \frac{8}{3} \sin^2 \beta \rightarrow \max$

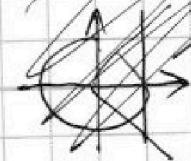
~~$2 \sin \beta \cos \beta - \frac{8}{3} \sin^2 \beta \rightarrow \max$~~

~~$2 \cos \beta - \frac{8}{3} \sin \beta \rightarrow \max$~~

~~$\cos \beta \rightarrow \max, \sin \beta \rightarrow \min \Rightarrow \beta = 0$~~

~~$\cos \beta = 1, \sin \beta = 0, \beta = 0$~~

~~$(v_0 \cos \beta) \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} = S_{max}$~~





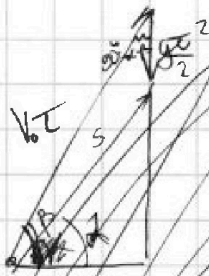


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$v_0 \cos(\alpha + \alpha) = \sin \alpha$$

$$\rightarrow \max \text{ for } v_0 \cos(\alpha + \alpha) \sin \alpha \rightarrow \max$$

$$\cos(2\alpha) \cdot v_0 \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \sin \alpha \rightarrow \max$$

$$\cos(2\alpha) \cdot \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

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

$$\cos^2 \alpha - \frac{4}{3} \cos^2 \alpha = 0$$

$$2 \sin^2 \alpha = \frac{8}{3} \sin^2 \alpha$$

$$\sin 2\alpha = \frac{8}{3} \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \frac{4}{3} \cos^2 \alpha - \frac{4}{3} \sin^2 \alpha \rightarrow \frac{4}{3} \cos^2 \alpha - \frac{4}{3} \sin^2 \alpha = 0$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\rightarrow \alpha = 90^\circ, \beta = 45^\circ \quad S = \frac{v_0^2 (\sin 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha)}{g \cos \alpha} =$$

$$\frac{v_0^2 (1 - \frac{8 \sin^2 \alpha}{3})}{g \cos \alpha} = \frac{g \cos \alpha (1 - \frac{4 \sqrt{2}}{3})}{10 \cdot \frac{3}{5}} = 150 (1 - \frac{4 \sqrt{2}}{3})$$

$$\sin 2\alpha - \frac{8}{3} \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

$$-2 \sin \alpha \cos \alpha - \frac{16}{3} \cos \alpha = 0$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = -\frac{8}{3} \cos \alpha \rightarrow \sin \alpha = -\frac{8}{3} \quad ?$$

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!


$$\frac{5m\cancel{v}^2}{2} - \frac{4m\cancel{g}S}{\sqrt{3}} = -\frac{4}{5\cancel{v}} m\cancel{g} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

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

~~$$v = \sqrt{\frac{8}{5} + \frac{16}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{8\sqrt{3} + 16}{5\sqrt{3}}}$$~~

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

3. 

$$mg = \sin 4 \cdot mg - \frac{1}{5\sqrt{3}} mg \cos 4 \Rightarrow$$

$$a = 4 \sin 4 - \frac{4}{5\sqrt{3}} \cos 4 = \frac{4}{2} \cdot 10 - \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{5\sqrt{3} \cdot 2} \cdot 10 =$$

$$= 20 - \frac{20}{5} = \frac{5 \cdot 20 - 20}{5} = \frac{4 \cdot 20}{5} = 16 \text{ м/с}^2$$

4. 

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



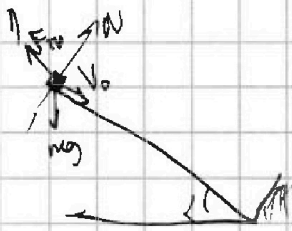


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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



$v_0 = 0 \text{ м/с}$  (по условию)

1)  $\sin \alpha mg - F_{тр} = ma_1$

$\cos \alpha mg = N \Rightarrow$

$\sin \alpha mg - \mu \cos \alpha mg = ma_1$

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)  $ma_2 = F_{тр} + \sin \alpha mg$

$N = \cos \alpha mg \Rightarrow ma_2 = m(g \cos \alpha \mu + \sin \alpha mg)$

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

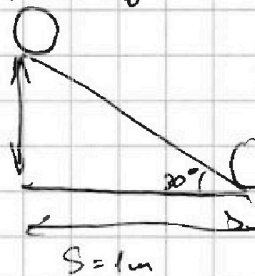
$\cos \alpha \mu + \sin \alpha = \frac{a_2}{g} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \Rightarrow$

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

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

$m \cdot \cos \alpha = 4m/5$

2.  $\frac{4}{\sqrt{3}} = h$



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

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

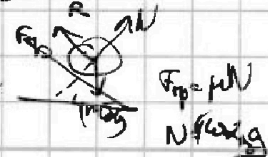
7. задача

$E_2 = \frac{4m \cdot v^2}{2} + \frac{J \omega^2}{2}$ ;  $J = mR^2$

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

$\Rightarrow E_2 = \frac{4m \cdot v^2}{2} + \frac{mR^2 \cdot v^2}{2R^2} = \frac{5m \cdot v^2}{2}$

Апп:



$E_2 - E_1 = A_{тр} = -F_{тр} S = -\mu mg \cos \alpha S \Rightarrow$





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!

$$1. \quad T \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \alpha \Rightarrow \nu_{He} = \alpha \nu_{O_2}$$

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

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

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

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

$$\Rightarrow 24\alpha + 40 = 25\alpha + 35 \Rightarrow 5 = \alpha \Rightarrow \nu_{He} = \alpha \nu_{O_2} \Rightarrow$$

$$\boxed{\nu_{He} = 5 \nu_{O_2}}$$

$$A = p \Delta V = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2 = 6 \nu_{O_2} R \Delta T_2, \quad Q = \nu_{O_2} R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \right)$$

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

$$= \frac{3 \cdot 480}{8} = \frac{3 \cdot 240}{2} = 3 \cdot 120 = \boxed{360 \text{ Дж}}$$

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

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

$$3. \quad \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \alpha, \quad \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \nu_{He}, \quad \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \nu_{O_2} \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \boxed{5}$$

Ответ: 1.  $A = 360 \text{ Дж} = \frac{3}{8} Q$  2.  $C_V = \frac{5}{3} R$  3.  $\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = 5$

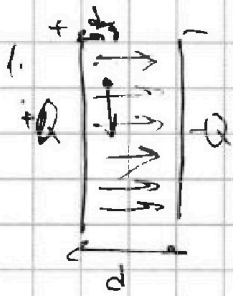


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$F = Eq$$

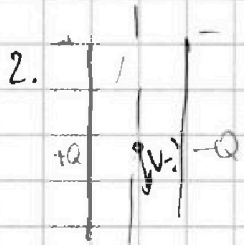
$$W_0$$

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

$$F = E \cdot q = \frac{Q \cdot q \cdot m}{\epsilon_0 S} = m a_{\text{ус.}}$$

$$\frac{Qq}{\epsilon_0 S} = a_{\text{ус.}} = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{V_0^2}{R}$$

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



$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{q \cdot Q}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{2} + \frac{qQ}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{7d}{8} + \frac{Q \cdot Q}{2\epsilon_0 S} d =$$

$$= \frac{mv_0^2}{2} + \frac{qQd}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 S}$$

$$W_1 = \frac{mv^2}{2} + \frac{qQd}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 S}, \quad A = qE \cdot \frac{2}{3}d = \frac{3Rd}{4\epsilon_0 S}$$

$$W_1 - W_0 = A \Rightarrow \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{qQ \cdot 3Qd}{8\epsilon_0 S}$$

$$v^2 = \frac{3Qd}{4\epsilon_0 S} + v_0^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2 d}{R} + v_0^2 = v_0^2 \left( 1 + \frac{3d}{4R} \right)$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$$

Ответ: 1.  $U = \frac{V_0^2 d}{R}$  2.  $v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$

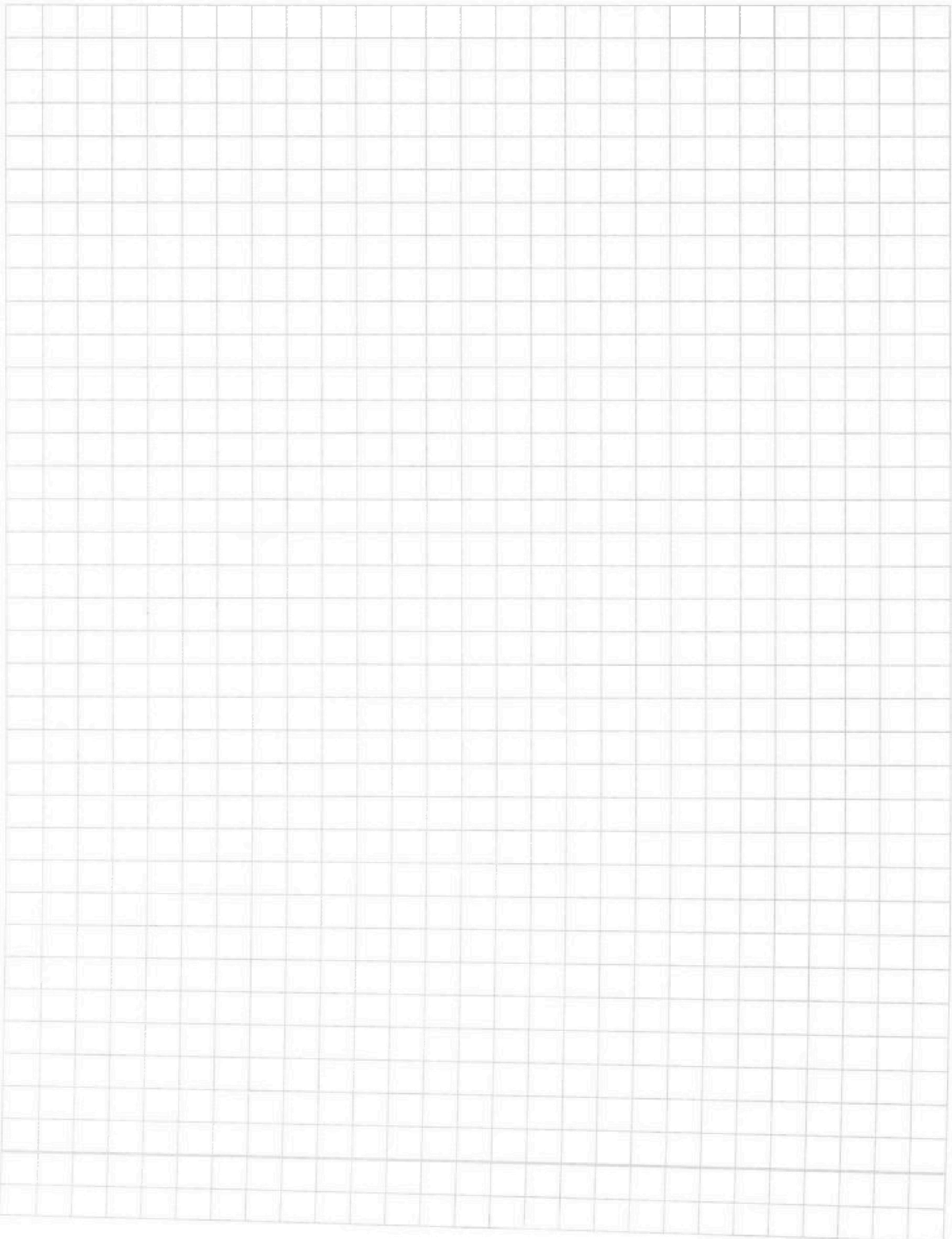


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





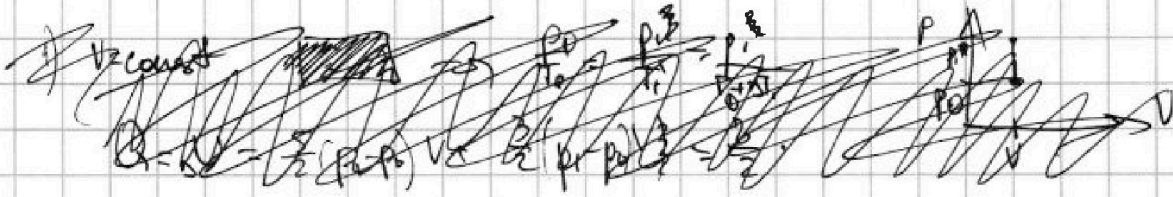


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.  $p = \text{const}$ ,  $Q = 960 \text{ Дж}$ ,  $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$

$p = p_{\text{He}} + p_{\text{O}_2}$

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

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \frac{p_{\text{He}} R \Delta T_2}{p(V_2 - V_1)} + \frac{5}{2} \frac{p_{\text{O}_2} R \Delta T_2}{p_2(V_2 - V_1)} = \left( \frac{3}{2} p_{\text{He}} + \frac{5}{2} p_{\text{O}_2} \right) (V_2 - V_1)$$

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

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

~~$A = p(V_2 - V_1) = p_{\text{He}}(V_2 - V_1) + p_{\text{O}_2}(V_2 - V_1)$~~

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

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

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

2.  $v = \text{const} \rightarrow Q = A_1 + \Delta U = c_v (v_{\text{He}} + v_{\text{O}_2}) \Delta T_1 = \left( \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \right) v_{\text{O}_2} R \Delta T_1 = Q$

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

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

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



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
<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!

