



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

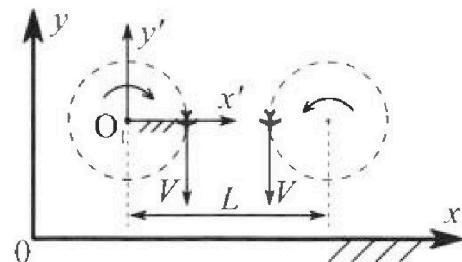


Вариант 10-03

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 $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

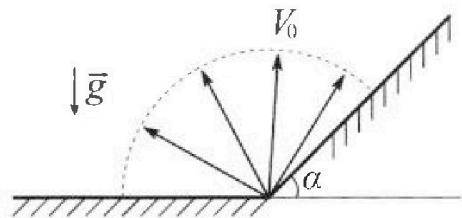
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени с самолетами оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

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

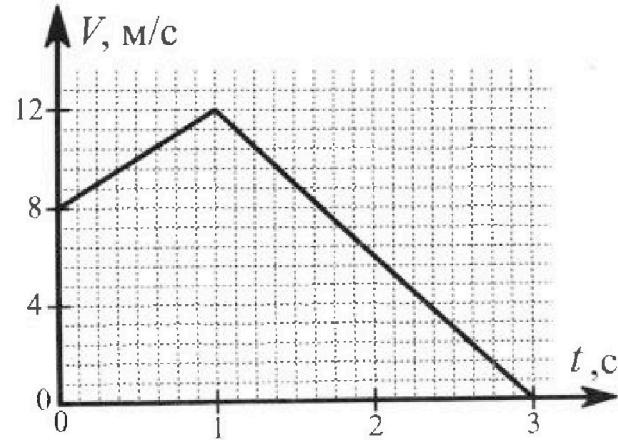
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения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



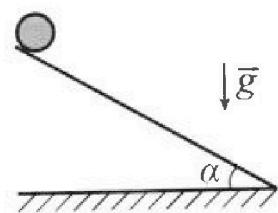
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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

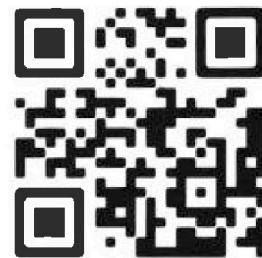


2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



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 А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_F}{N_K}$ 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 заржен, 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?



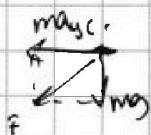
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.

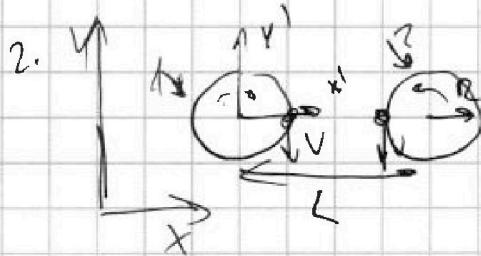


$$a_{\text{цв.}} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow F = \sqrt{m^2 a_{\text{цв.}}^2 + m^2 g^2} = \\ = \sqrt{m^2 \left(\frac{V^4}{R^2} + g^2 \right)} = m \sqrt{\frac{60^4}{3600^2} + 10^2} = m \sqrt{\frac{3600^2}{3600^2} + 10^2} = \\ = m \sqrt{100 + 100} = 10\sqrt{2} \text{ m}$$

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

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

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



$$\begin{aligned} 1) \quad a_{n_1} &= -\left| \frac{V^2}{R} \right| \rightarrow \\ 2) \quad a_{n_2} &= \frac{V^2}{R} \end{aligned}$$

При переходе от $x \rightarrow y$: $a_{n_2} = 0$

\rightarrow тем брашинг

$\Rightarrow |\vec{U}| = |\vec{V}|$, направления $\vec{n}_1 Oy$ и $\vec{n}_2 Oy$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

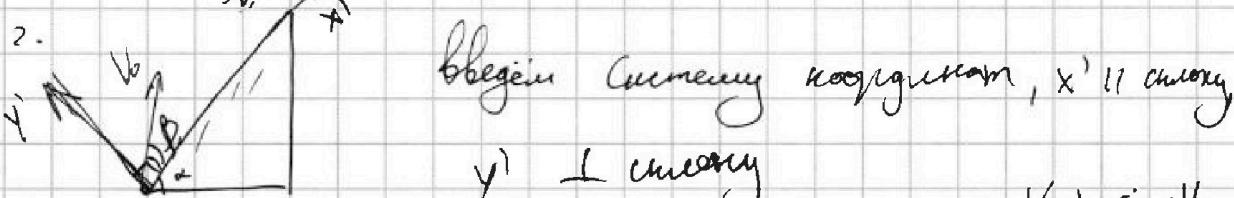
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$1. \quad H_{\max} = H = 45 \text{ м} \Rightarrow H = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow g t^2 - \frac{V_0^2}{2} = H$$

$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

$$V_0 - gt = 0 \Rightarrow V_0 = gt$$

$$\frac{V_0^2}{2} = H \Rightarrow V_0^2 = \frac{2Hg}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2Hg} = \sqrt{2 \cdot 45 \cdot 10} = 30 \text{ м/с}$$



$y' \perp$ сию

$$V_{0y'} = \sin \beta V_0$$

$$V_{0x'} = \cos \beta V_0$$

~~$$S = V_0 \cos \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin^2 \beta}{2}, t - \text{время полёта}$$~~

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

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

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

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

$\tan \alpha: S = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{2 g \cos^2 \beta} \Rightarrow \sin 2\beta = \frac{2 g \cos^2 \beta}{V_0^2}$

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

~~$$\sin^2 \beta \cos^2 \beta \left(2 \cos^2 \beta - \frac{8}{3} \sin^2 \beta \right) \rightarrow \max$$~~
~~$$2 \cos^2 \beta = \frac{8}{3} \sin^2 \beta \rightarrow \max$$~~
~~$$\cos^2 \beta \rightarrow \max, \sin^2 \beta \rightarrow \min \Rightarrow \cos^2 \beta = 1, \sin^2 \beta = 0 \Rightarrow \cos \beta = 1, \sin \beta = 0 \Rightarrow \beta = 0^\circ$$~~
~~$$\cos^2 \beta = 1, \sin^2 \beta = 0 \Rightarrow \beta = 0^\circ$$~~

~~$$(V_0^2 / 2 g) \cdot 2 \cos^2 \beta = S_{\max}$$~~



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\text{Diagram shows a right-angled triangle } ABC \text{ with the right angle at vertex } C. \text{ The hypotenuse } AB = V_0 t. \text{ The angle at vertex } A \text{ is } \alpha, \text{ at vertex } C \text{ is } \beta, \text{ and at vertex } B \text{ is } \gamma. \text{ The vertical leg } BC = s, \text{ the horizontal leg } AC = V_0 t \sin(\alpha), \text{ and the hypotenuse } AB = V_0 t. \text{ The angle at vertex } B \text{ is } \beta.$$

$$(V_0 t)^2 + (\frac{s}{\cos \beta})^2 = V_0^2 t^2 \Rightarrow s^2 = V_0^2 t^2 \cos^2 \beta \Rightarrow s = V_0 t \cos \beta$$

$$s = V_0 t \cos \beta \Rightarrow s_{\max} \rightarrow V_0 t \cos(\beta + \alpha) \sin \alpha \Rightarrow \max$$

$$\cos(\beta + \alpha) \cdot \sin \beta \Rightarrow \max$$

$$(\cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha) \sin \beta \Rightarrow \max \rightarrow \frac{3}{5} \cos \beta \sin \beta - \frac{4}{5} \sin^2 \beta \Rightarrow \max$$

$$\cos^2 \beta - \frac{7}{5} \cos \beta \sin \beta = 0 \Rightarrow \cos^2 \beta - \frac{7}{5} \cos \beta \sin \beta = 0 \Rightarrow \cos \beta = \frac{7}{5} \sin \beta \Rightarrow \tan \beta = \frac{5}{7}$$

$$\sin 2\beta = \frac{8}{3} \sin^2 \beta \Rightarrow \max$$

$$\sin 2\beta = \frac{8}{3} \sin^2 \beta \Rightarrow \max$$

$$2\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

$$s = V_0^2 t^2 \left(\sin^2 \beta - \frac{2}{3} \sin^2 \beta \right) =$$

$$s = \frac{V_0^2 t^2}{3} \left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{V_0^2 t^2}{3} \left(1 - \frac{4\sqrt{2}}{3} \right) =$$

$$s = \frac{V_0^2 t^2}{3} \left(1 - \frac{4\sqrt{2}}{3} \right) =$$

$$\sin 2\beta = \frac{8}{3} \sin^2 \beta \Rightarrow \max$$

$$-2 \sin \beta \cos \beta - 2 \frac{8}{3} \cos^2 \beta = 0$$

$$\sin \beta \cos \beta = -\frac{8}{3} \cos^2 \beta \Rightarrow \sin \beta < -1 \quad ?$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\frac{5\sqrt{3}V^2}{2} - \frac{4\sqrt{3}gS}{\sqrt{3}} = -\frac{4}{5\sqrt{3}} \cancel{mg} \cdot \cancel{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

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

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

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

3.

$$mg = \sin \alpha \cdot 4\sqrt{3}g - \frac{1}{5\sqrt{3}} \cancel{4\sqrt{3}g} \text{ and } \Rightarrow$$

$$a = 4\sin \alpha g - \frac{4}{5\sqrt{3}} \cos \alpha g = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 - \frac{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{3}}{5\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot 10 =$$

$$= 20 - \frac{20}{5} = \frac{5 \cdot 20 - 20}{5} = \frac{4 \cdot 20^2}{8} = 16 \text{ m/s}^2$$

4.



Antworten: 1. $\frac{1}{2}$ 2. $2\sqrt{\frac{2(\sqrt{3} + 10)}{5\sqrt{3}}}$ 3. 16 m/s^2

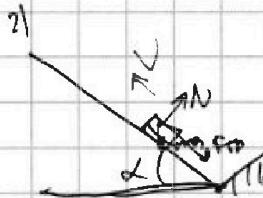
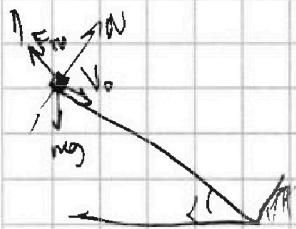


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$V_0 = 10 \text{ м/c (по заданию)}$$

$$1) \sin\alpha mg - F_{tp} = ma_1$$

$$\sin\alpha mg = N \Rightarrow$$

По заданию:

$$100 + a_1 \cdot 1 = 12 \Rightarrow a_1 = 4 \text{ м/c}^2 \rightarrow \mu g (\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = ma_1$$

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

$$2) ma_2 = F_{tp} + \sin\alpha mg$$

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

По заданию: $12 - a_2 \cdot 2 = 0 \Rightarrow a_2 = 6 \text{ м/c}^2 \rightarrow$

$$\cos\alpha \mu + \sin\alpha \mu = \frac{a_2}{g} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \rightarrow \begin{cases} \sin\alpha - \mu \cos\alpha = \frac{2}{5} \\ \sin\alpha + \mu \cos\alpha = \frac{3}{5} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\sin\alpha = 1 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \mu = \frac{3}{5} - \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{6\sqrt{3}}$$

$$mg \cos\alpha = 4 \text{ м/s}$$

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

$$\frac{s}{\sqrt{3}} = h \quad \text{У V-?} \quad E_1 = 4mgh = \frac{4m\sqrt{g}s}{\sqrt{3}} \quad 7. \text{ Время}$$

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

$$\Rightarrow E_2 = \frac{4m\omega^2 V^2}{2} + \frac{m\omega^2 R^2 \cdot V^2}{2} = \frac{5m\omega^2 V^2}{2}, A_{tp} = \frac{F_{tp}}{mg} = \frac{F_{tp}}{N \cos\alpha}$$

$$E_2 - E_1 = A_{tp} = -F_s = -M m \sin\alpha g \Rightarrow$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1. \quad 7 \quad \frac{\gamma_{\text{ре}}}{\gamma_{O_2}} = \alpha \rightarrow \gamma_{\text{ре}} = \alpha \gamma_{O_2}$$

$$1) V = \text{const}, \quad U_i = Q = \frac{3}{2} \gamma_{\text{ре}} R_a T_1 + \frac{5}{2} \gamma_{O_2} R_a T_1 = \gamma_{O_2} R_a T_1 \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \right)$$

$$2) p = \text{const}, \quad Q = p_a V + \frac{3}{2} \gamma_{\text{ре}} R_a T_2 + \frac{5}{2} \gamma_{O_2} R_a T_2 = \\ (\gamma_{\text{ре}} + \gamma_{O_2}) R_a T_2$$

$$= \gamma_{O_2} R_a T_2 \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} + 1 + \alpha \right) = \gamma_{O_2} R_a T_2 \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)$$

$$\frac{Q}{A} = 1 = \frac{\delta T_1 \left(\alpha \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \right)}{\delta T_2 \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)} = \frac{\frac{48}{18} \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right)}{\frac{36}{18} \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right)} = \frac{8 \alpha (3\alpha + 5)}{5 (5\alpha + 7)}$$

$$\Rightarrow 24\alpha + 40 = 25\alpha + 35 \Rightarrow 5 = \alpha \Rightarrow \gamma_{\text{ре}} = \alpha \gamma_{O_2} \Rightarrow$$

$$\underbrace{\gamma_{\text{ре}} = 5 \gamma_{O_2}}_0$$

$$A = p_a V = (\gamma_{\text{ре}} + \gamma_{O_2}) R_a T_2 = 6 \gamma_{O_2} R_a T_2, \quad Q = \gamma_{O_2} \Phi_a T_2 \left(\frac{5}{2} + \frac{7}{2} \right)$$

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

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

$$2. \quad Q = U_i = \frac{1}{2} \gamma_{O_2} R_a T_1 \left(\frac{3}{2} \cdot 5 + \frac{5}{2} \right) = 10 \gamma_{O_2} R_a T_1 = C_V \cdot \frac{1}{2} \gamma_{O_2} \cdot \delta T_1$$

$$10R = C_V \cdot \delta T_1 \Rightarrow C_V = \frac{10}{\delta T_1} R = \frac{5}{3} R$$

$$3. \quad \frac{N_F}{N_A} = \alpha, \quad \frac{N_F}{N_{O_2}} = \gamma_{\text{ре}}, \quad \frac{N_K}{N_A} = \gamma_{O_2} \Rightarrow \frac{N_F}{N_K} = \frac{\gamma_{\text{ре}}}{\gamma_{O_2}} = 5$$

Ответ: 1. $A = 360 \text{ Dm}^3 = \frac{3}{8} Q$ 2. $C_V = \frac{5}{3} R$ 3. $\frac{N_F}{N_K} = 5$

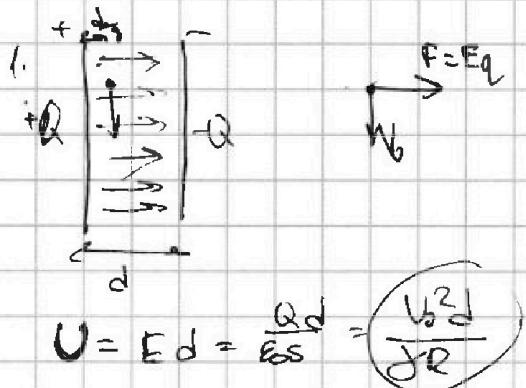


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$F = Eq \quad F = \frac{Q}{\epsilon_0 s} \leftarrow \begin{array}{l} \text{заряд конденсатора} \\ \text{на единицу поверхности} \end{array}$$

$$F = Eq = \frac{Q \cdot dm}{\epsilon_0 s} = ma_{\text{ус.}}$$

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

$$2. \quad W_0 = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{Q \cdot Q}{2\epsilon_0 s} \cdot \frac{1}{8} + \frac{Qd}{\epsilon_0 s} \cdot \frac{7d}{8} + \frac{Q \cdot Q}{2\epsilon_0 s} d =$$

$$= \frac{mV_0^2}{2} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s}$$

$$W_1 = \frac{mV^2}{2} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s} + \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s}, \quad A = qE \cdot \frac{2}{3} d = \frac{3Qd}{2\epsilon_0 s}$$

$$W_1 - W_0 = A \Rightarrow \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3Qd}{2\epsilon_0 s}$$

$$V^2 = \frac{3Qd}{4\epsilon_0 s} + V_0^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2 d}{2R} + V_0^2 = V_0^2 \left(1 + \frac{3d}{8R} \right)$$

$$V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{8R}}$$

$$\text{Ответ: 1. } U = \frac{V_0^2 d}{2R} \quad 2. \quad V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{8R}}$$



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!

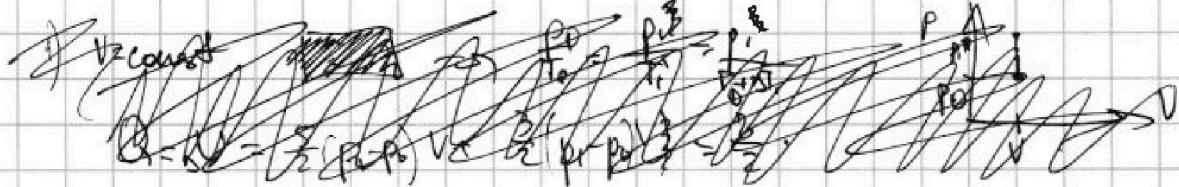


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

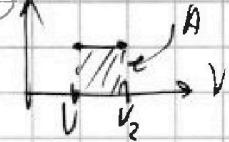


$$1. \quad \text{если } p = \text{const}, \quad Q = 960 \text{ Дж}, \quad T_2 = 300 \text{ K}$$

$$A = p(V_2 - V), \quad Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \underbrace{v_{me} R_{st} T_2}_{p(V_2 - V)} + \frac{5}{2} \underbrace{v_{O_2} R_{st} T_2}_{p_2(V_2 - V)} = \left(\frac{3}{2} p_{me} + \frac{5}{2} p_{O_2} \right) (V_2 - V)$$

$$Q = (p_{me} + p_{O_2})(V_2 - V) + \left(\frac{3}{2} p_{me} + \frac{5}{2} p_{O_2} \right) (V_2 - V) = \\ = \left(\frac{5}{2} p_{me} + \frac{7}{2} p_{O_2} \right) (V_2 - V) = (5p + p_{O_2}) (V_2 - V) = 5A + A_{O_2}$$



$$1) \quad V = \text{const} \rightarrow Q = \Delta U, \quad \Delta U = \underbrace{c_v (V_2 - V_1)}_{\text{не}} + \underbrace{c_{O_2} (V_2 - V_1)}_{\text{O_2}} = \\ = \underbrace{c_v p_{me}}_{\text{не}} + \frac{5}{2} c_{O_2} p_{O_2} (V_2 - V_1)$$

$$Q = \underbrace{c_{me} v_{me} R_{st} T_2}_{p_{me} + \frac{3}{2} p_{O_2} V} + \underbrace{c_{O_2} v_{O_2} R_{st} T_2}_{p_{O_2} + \frac{5}{2} p_{me} V} = \frac{5}{2} p_{me} (V_2 - V_1) + \frac{7}{2} p_{O_2} (V_2 - V_1) = \\ = \frac{5}{2} p_{me} \cancel{(V_2 - V_1)} + \frac{7}{2} p_{O_2} \cancel{(V_2 - V_1)} = \frac{5}{2} p_{me} \cancel{(V_2 - V_1)} + \frac{7}{2} p_{O_2} \cancel{(V_2 - V_1)} \Rightarrow \frac{5}{2} \frac{v_{me}}{v_{O_2}} = \alpha \Rightarrow$$

$$2. \quad V = \text{const} \rightarrow Q = A_i + \Delta U = c_v (v_{me} + v_{O_2}) \Delta T_1 = \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right) v_{O_2} R_{st} \Delta T_1 = Q$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} v_{me} R_{st} T_1 + \frac{5}{2} v_{O_2} R_{st} T_1 = \frac{3}{2} (v_{me} + v_{O_2}) R_{st} T_1 = v_{O_2} R_{st} T_1 = c_v (v_{O_2} \cancel{T_1})$$

$$\frac{3}{2} v_{me} R_{st} T_1 = c_{O_2} v_{O_2} R_{st} T_1 = \frac{3}{2} R + \frac{v_{O_2}}{v_{me} + v_{O_2}} R = c_v$$

$$Q = \left(\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2} \right) v_{O_2} R_{st} T_1$$



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!