



Олимпиада «Физтех» по физике,
36 февраль 2024

Вариант 10-03



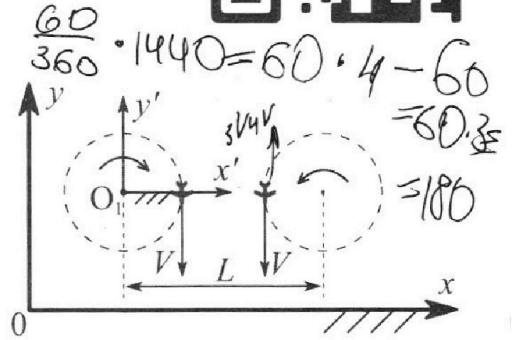
$$36 \cdot 4 = 144$$

$$\frac{60}{360} \cdot 1440 = 60 \cdot 4 = 240$$

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби

и радикалы.

$$\frac{3}{5} + \frac{36}{180} = \frac{3}{5} + \frac{2}{10} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$$



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 $g=10 \text{ м/с}^2$.

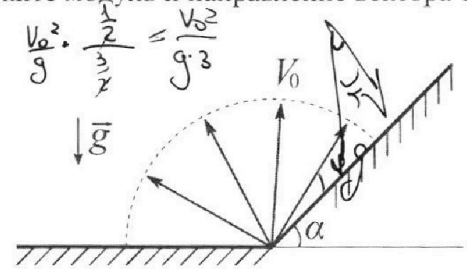
1) На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

$$1 - \sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

В некоторый момент времени самолеты 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.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

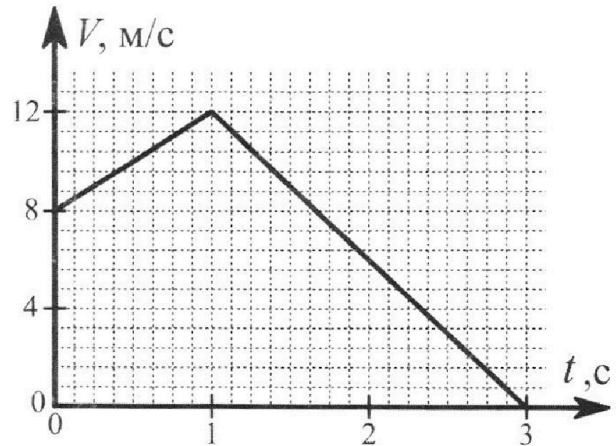
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения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



1) Найдите начальную скорость V_0 осколков.

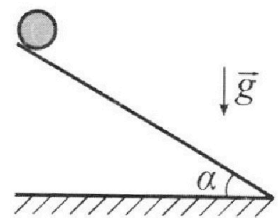
2) На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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 $S = 1 \text{ м}$?

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.

- Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
Найдите отношение $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\frac{10}{16} = \sqrt{\frac{30}{48}}$$

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 нек оторое 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?

$$\frac{15}{2} + \frac{5}{2} = 10$$

$$\frac{25}{2} + \frac{7}{2} = 16$$

ma

$$kF \cdot \frac{u}{c^2} \cdot m = I \cdot ER$$

$$mg \sin \alpha$$

$$kF \cdot \frac{u}{c^2} \cdot m = kF \cdot u_2 \cdot \frac{1}{c^2}$$

$$\frac{3200}{1280} \cdot \frac{96}{2}$$

$$\frac{3200}{288} \cdot \frac{96}{-320}$$

Handwritten calculations and diagrams:

- $c = \frac{v}{\rho}$
- $\sqrt{2} \approx 1,42$
- Diagram of a capacitor with a particle trajectory between plates at distance $d/8$.
- Diagram of a particle trajectory with radius of curvature R .
- Arithmetic problems: $42 \times 42 = 1764$, $42 \times 33 = 1386$, $42 \times 142 = 5964$, $42 \times 26 = 1092$, $142 \times 3 = 426$, $142 \times 26 = 3692$, $42 \times 142 = 5964$, $142 \times 3 = 426$, $142 \times 26 = 3692$, $42 \times 142 = 5964$, $142 \times 3 = 426$, $142 \times 26 = 3692$.



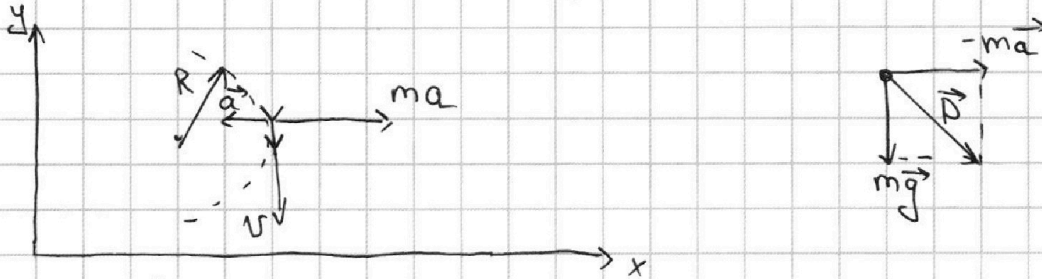
1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача 1.

$V = 60 \text{ м/с}$ $R = 360 \text{ м}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$



1) $\vec{P} = m\vec{g} - m\vec{a}$

2) a - центростремительное ускорение.

$P = \sqrt{g^2 + a^2} \cdot m$

$ma = m \frac{v^2}{R}$ $a = \frac{v^2}{R}$

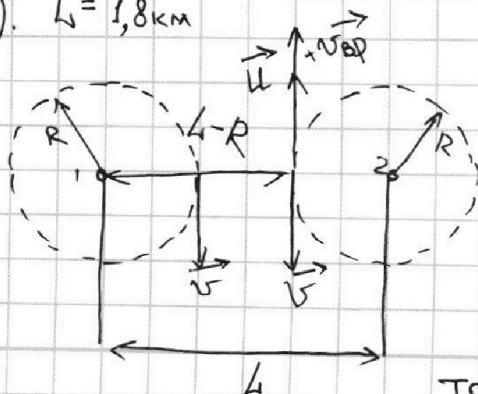
3) $\delta = 100\% \cdot \left(1 - \frac{mg}{P}\right) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{g}{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}\right) =$

$= 100\% \cdot \left(1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \left(\frac{60 \cdot 60}{360}\right)^2}}\right) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{10}{\sqrt{100 + 100}}\right) =$

$= 100\% \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 100\% \cdot \left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right) = 100\% \cdot \frac{2-\sqrt{2}}{2}$

$\delta = \left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% \approx 30\% \quad (1)$

4) $L = 1,8 \text{ км}$



Для нахождения скорости \vec{v} перейдем во вращающуюся со $x'O'y'$

$\omega = v/R$

Пре переходе нурию из каждой точки выдать соответствующую скорость $v_{вр}$



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!

$\vec{u} = \vec{v}_{вр} + \vec{v}$ (пусть \vec{u} направлено в положительном направлении оси y)

$$u = \frac{v}{R}(L-R) - v = v \left(\frac{L-2R}{R} \right) = v \left(\frac{L}{R} - 2 \right) =$$
$$= v \left(\frac{1800}{360} - 2 \right) = v \cdot 3 = 3v = 180 \text{ м/с (2)}$$

т.к. $u > 0 \Rightarrow$ оно действительно направлено в положительном направлении оси y

Ответ: ~~$\delta = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \cdot 100\% \approx 30\%$~~ $\delta = \left(\frac{2-\sqrt{2}}{2} \right) 100\% \approx 30\%$

$u = 180 \text{ м/с}$, направлено в положительном направлении оси oy .



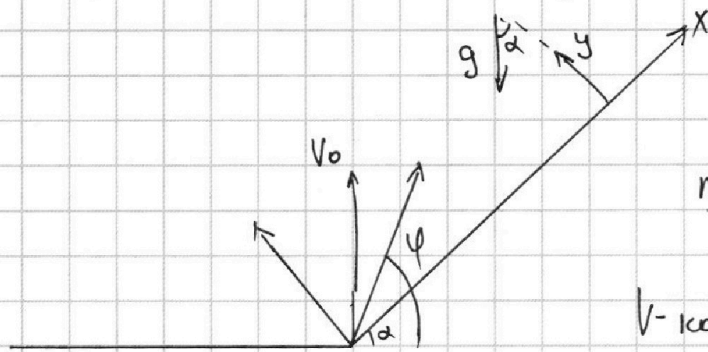
1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача 2.

$$\sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = 0,6 \quad H = 45 \text{ м} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$



1) из закона сохранения энергии =>

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV^2}{2}$$

V - конечная скорость

$H_{\max} \rightarrow V = 0 \Leftrightarrow$ достигается осколком, летящим вертикально вверх.

$$\frac{V_0^2}{2} = gH \quad V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с} = V_0(1)$$

2. Введем угол φ так, как он показан на рисунке

(в этом пункте $\varphi \in [\alpha; 90^\circ)$, осколки пуценына падут друг на друга под углом не упадут на поверхность)

тогда ось y: $y(t) = V_0 \sin(\varphi - \alpha)t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$

у конечное = 0 $V_0 \sin(\varphi - \alpha) = \frac{g \cos^2 \alpha t}{2} \quad t = \frac{2V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$

ось x: $x(t) = V_0 \cos(\varphi - \alpha)t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} =$

$$= V_0 \cos(\varphi - \alpha) \cdot \frac{2V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin^2 \alpha}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha)}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \cos(\varphi - \alpha) \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{2V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha) \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi - 2\alpha) - 2 \sin^2(\varphi - \alpha) \operatorname{tg} \alpha \right)$$



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!

$$2 \sin^2(\varphi - \alpha) = 1 - \cos(2\varphi - 2\alpha)$$

$$x = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi - 2\alpha) - \operatorname{tg} \alpha + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi - 2\alpha) + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha \right)$$

$$x_{\max} \Rightarrow \max \sin(2\varphi - 2\alpha) + \cos(2\varphi - 2\alpha) \operatorname{tg} \alpha =$$

$$= \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \left(\sin(2\varphi - 2\alpha + \beta) \right) \Rightarrow$$

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

$$\Rightarrow \max = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot 1 = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$S = x_{\max} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) =$$

~~$$= \frac{900}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} \cdot 0,8 \cdot 0,8 = \frac{900 \cdot 64}{10 \cdot 36} = \frac{90 \cdot 64}{36} = \frac{18 \cdot 64}{6} = \frac{5 \cdot 64}{2} = 5 \cdot 32 =$$~~

$$= \frac{900}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} \cdot 0,2 = \frac{900 \cdot 20}{10 \cdot 36} = \frac{90 \cdot 20}{36} = \frac{15 \cdot 20}{6} = \frac{5 \cdot 20}{2} = 50 \text{ м} = S_{(2)}$$

Ответ: $v_0 = 30 \text{ м/с}$; $S = 50 \text{ м}$.

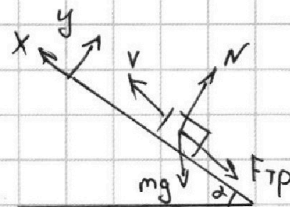
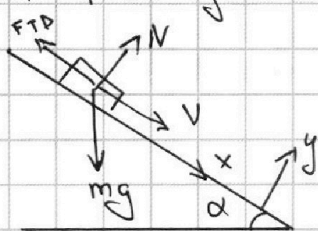


1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача 3.
1) т.к на первом участке шайба разгоняется \Rightarrow движение вниз по наклонной пл.



$$N = mg \cos \alpha \quad (0y)$$

$$a_{x1} = \frac{12-8}{1} = 4 \text{ м/с}^2 \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$a_{x2} = \frac{0-12}{2} = -6 \text{ м/с}^2$$

$$m a_{x1} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

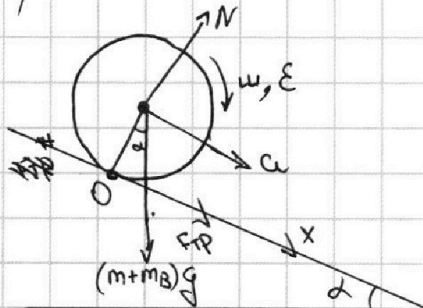
$$m a_{x2} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$m(a_{x1} - a_{x2}) = 2mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} - a_{x2} = 2g \sin \alpha \quad \sin \alpha = \frac{a_{x1} - a_{x2}}{2g} = \frac{4+6}{2 \cdot 10} = 0,5$$

$$\sin \alpha = 0,5 \quad \alpha = 30^\circ$$

2) $m_B = 3m$ m - масса бочки m_B - масса вогна



кула точно направлена сила трения мы не знаем.

отн. т.О. ~~...~~

$$(m_B + m) g \sin \alpha \cdot R = I \epsilon$$

$$(m_B + m) g \sin \alpha R = (m + \frac{1}{2} m_B) R^2 \epsilon$$

$$I = m R^2 + \frac{1}{2} m_B R^2$$

момент инерции

$$a_{\tau} = \epsilon R = a \leftarrow \text{ускорение центра масс}$$

$$(m_B + m) g \sin \alpha = (m + \frac{1}{2} m_B) \cdot \epsilon R = (m + \frac{1}{2} m_B) \cdot a$$

$$a = \frac{m_B + m}{m + \frac{1}{2} m_B} g \sin \alpha = \frac{3m + m}{m + 1,5m} \cdot \frac{1}{2} g = \frac{4}{5} g = 8 \text{ м/с}^2$$

$$s = 1 \text{ м} = \frac{v^2}{2a} \quad v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 8} = 4 \text{ м/с} = v \quad (2)$$



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
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!

$$a = 8 \text{ м/с}^2 \quad (3)$$

$$N = (m_B + m) g \cos \alpha$$

3) без проскальзывания $\Rightarrow F_{\text{тр}} \text{ покоя} \leq \mu N \leq \mu (m_B + m) g \cos \alpha$

Второй закон Ньютона ось X:

$$(m + m_B) g \sin \alpha + F_{\text{тр}} = (m + m_B) a$$

$$\cancel{F_{\text{тр}}} \quad F_{\text{тр}} = (m + m_B)(a - g \sin \alpha) \leq \mu (m_B + m) g \cos \alpha$$

$$a - g \sin \alpha \leq \mu g \cos \alpha$$

$$\cancel{8} \quad \mu \geq \frac{a - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{8 - 10 \cdot 0,5}{10 \sqrt{3}} \cdot 2$$

$$= \frac{0,8 - 0,5}{\sqrt{3}} \cdot 2 = \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{6}{10\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{10} = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{5}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,5$

2) $V = 4 \text{ м/с}$

3) $a = 8 \text{ м/с}^2$

4) $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{5}$

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.

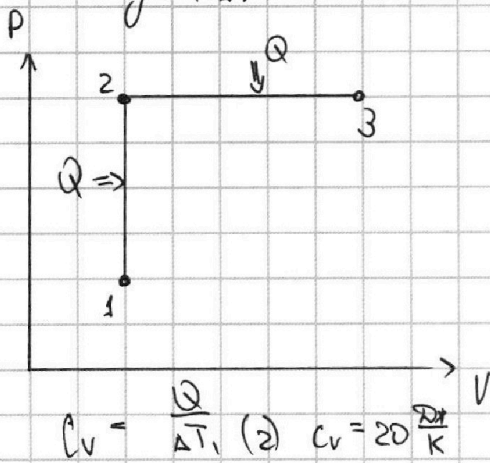


1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача 4.



1) ν_{He} - кол-во гелия

ν_{O_2} - кол-во кислорода

$$2) \frac{N_{\Gamma}}{N_{K}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \alpha$$

3) Первое начало термодинамики.

$$Q_{12} = Q = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{3}{2} \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R$$

$$Q_{23} = Q = A_{23} + \Delta U_{23} = A_{23} + \nu C_V \Delta T_2$$

~~4)~~

$$A_{23} = Q - \nu C_V \Delta T_2 = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$A_{23} = 960 \left(1 - \frac{30}{48} \right) = 960 \cdot \left(\frac{18}{48} \right) = 960 \cdot \frac{3}{8} = \frac{480 \cdot 3}{4} = \frac{120 \cdot 3}{1}$$

$$A = A_{23} = 360 \text{ Дж (1)}$$

$$Q_{23} = C_p \Delta T_2 \quad C_p = \frac{Q_{23}}{\Delta T_2} = \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$C_p = \frac{5}{2} \nu_{He} R + \frac{7}{2} \nu_{O_2} R \quad \alpha = \frac{N_{\Gamma}}{N_{K}}$$

$$\frac{C_p}{C_V} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{\frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2}}{\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2}} = \frac{\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2}}{\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2}} = \frac{48}{30} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{25}{2} \alpha + \frac{35}{2} = \frac{24}{2} \alpha + \frac{40}{2} \quad \frac{1}{2} \alpha = \frac{5}{2} \quad \alpha = 5$$

Ответ: $A = 360 \text{ Дж}$, $C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$, $\frac{N_{\Gamma}}{N_{K}} = 5$

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.



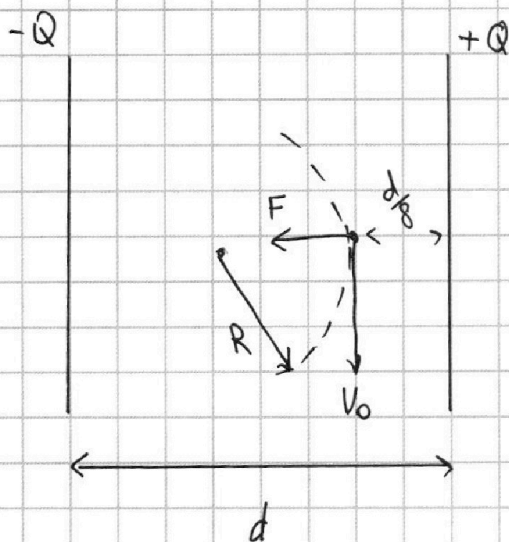
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

1 из 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!

Задача 5.



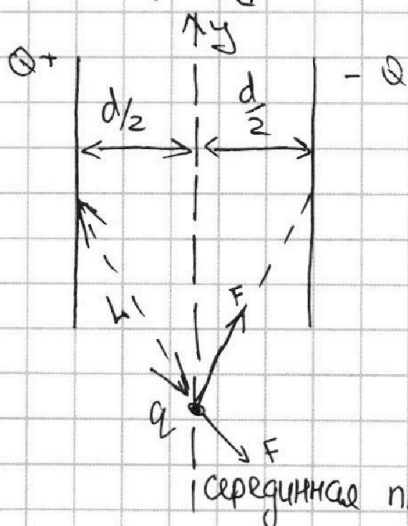
$$F = ma \quad a = \frac{v_0^2}{R}$$

положительно заряженная частица ($y > 0$) отталкивается с $+Q$ и притягивается с $-Q$

$$\begin{aligned} F &= F_{от} + F_{пр} = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 + \frac{kQq}{49d^2} \cdot 64 = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \left(64 + \frac{64}{49} \right) = \frac{kQq}{d^2} \cdot \left(\frac{64 \cdot 50}{49} \right) = F \end{aligned}$$

$$a = \frac{F}{m} \quad \frac{v_0^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{3200}{49}$$

$$V = \frac{kQ}{d} \quad \frac{kQ}{d} = \frac{49 v_0^2 d}{3200 \gamma R} = V(1)$$



ускорение по оси y равно 0

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + E_{qH} = \frac{mv^2}{2} + E_{qK}$$

E_q - потенциальная энергия

$$E_{qK} = -\frac{kQq}{L^2} - \frac{k(-Q)q}{L^2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + E_{qH} = \frac{mv^2}{2} \quad v_0^2 + \frac{2}{m} E_{qH} = v^2$$



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
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!

$$\begin{aligned} V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \left(-\frac{kQq}{d} \cdot 8 - \frac{k(-Q)q}{7d} \cdot 8 \right) &= V^2 = \\ &= V_0^2 + \frac{2}{m} \left(\frac{kQq}{d} \cdot 8 \left(\frac{1}{7} - 1 \right) \right) = V_0^2 + \frac{2}{m} \left(\frac{kQq}{d} \cdot 8 \cdot \left(-\frac{6}{7} \right) \right) = \\ &= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot \frac{kQq}{m} = V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot \frac{kQY}{m} = \\ &= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot kY \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{4gd^2}{3200 \cdot kY} = \\ &= V_0^2 - \frac{V_0^2 d}{R} \cdot \frac{96 \cdot 7}{3200} = V_0^2 \left(1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{7 \cdot 3 \cdot 32}{10 \cdot 32 \cdot 10} \right) = \\ &= V_0^2 \left(1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{21}{100} \right) = V^2 \end{aligned}$$

$$V = V_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{21}{100} \frac{d}{R}} \quad (2)$$

Ответ:
$$V = \frac{49 V_0^2 d}{3200 Y R}$$

$$V = V_0 \sqrt{1 - \frac{21}{100} \frac{d}{R}}$$



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!

Задача 4.

$$C_p = C_v + R$$

~~Решение~~

Первое начало термодинамики:

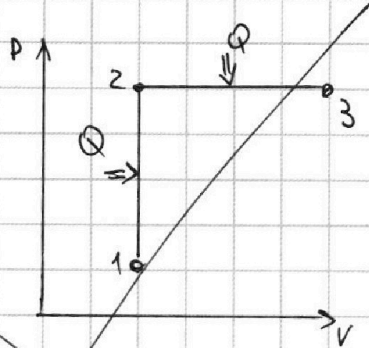
$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = C_v \cdot \Delta T_1 = Q$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = (C_v + R) \cdot \Delta T_2 = Q$$

~~Решение~~

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad (2)$$

$$A_{23} =$$





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.



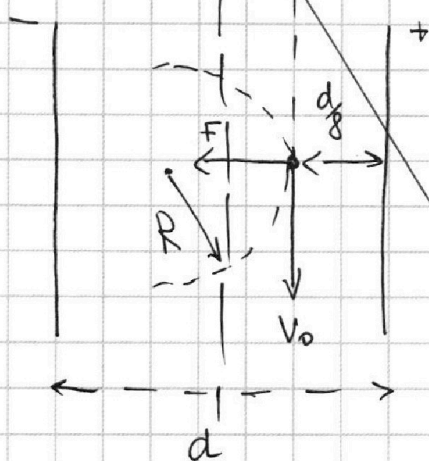
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Задача 5.

$$\gamma = \frac{q}{m} > 0$$

$q > 0 \leftarrow$ отталкивание с положительной заряженной обкладкой
серединная плоскость



$$F = ma \quad a = \frac{V_0^2}{R}$$

$$F = \frac{kqQ}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$

Q - заряд на конденсаторе

$$64 \frac{kqQ}{d^2} = m \frac{V_0^2}{R}$$

$$64 \frac{k\gamma Q}{d^2} = \frac{V_0^2}{R} \quad Q = \frac{V_0^2 d^2}{64k\gamma R} \quad (1)$$

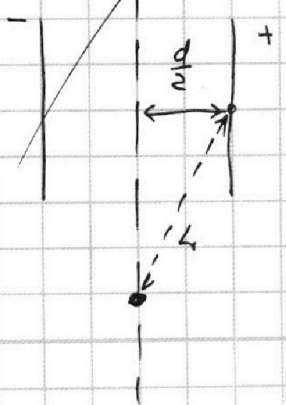
$$U = \frac{kQ}{d} = \frac{V_0^2 d}{64\gamma R} = U(z)$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out equations.~~

ЗСЭ: $F_{кин} + F_q = const$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{d^2} \cdot 64 = \frac{v^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{L^2}$$



$$-\frac{kQq}{L^2}$$



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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

10

$a < \sqrt{2}a$

$1 - \frac{1}{\sqrt{2}}$

$1 - \frac{1}{1,4}$

$0,42 = 0,3$

$2 \sin^2 \alpha = \cos 2\alpha$

$4 = 1 - \sin^2 \alpha$

$2 \sin^2 \alpha = \cos 2\alpha$

$4 + \frac{16}{9} - \frac{4}{3} = \frac{5}{3} = \frac{1}{3}$

$1 + \frac{4}{3} = \frac{7}{3}$

$2 \sin \alpha = 1$

$\sin \alpha = \frac{1}{2}$

$m g \sin \alpha - F = m \cdot \gamma$

$m g \sin \alpha + F = 6m$

$2 m g \sin \alpha = 10 m$

$g \sin \alpha = 5$

$\sin \alpha = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$

$\alpha = 30^\circ$

$2v^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{2v^2}{g} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$x = v \cos \alpha t - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$

$\frac{2v^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \cdot \text{tg} \alpha$

$1 + \frac{4}{3} = \frac{7}{3}$

$\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\frac{v^2}{\cos \alpha} \frac{\sqrt{1+\text{tg}^2 \alpha} - \text{tg} \alpha}{\cos \alpha}$

$\sin 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha \text{tg} \alpha =$

$= \sin 2\alpha - \text{tg} \alpha + \cos 2\alpha \text{tg} \alpha =$

$= \frac{\sin 2\alpha + \cos 2\alpha \text{tg} \alpha - \text{tg} \alpha}{\sqrt{1+\text{tg}^2 \alpha}}$

$1 + \frac{4}{3} = \frac{7}{3}$

$2 \sin \alpha = 1$

$\sin \alpha = \frac{1}{2}$

$m g \sin \alpha - F = m \cdot \gamma$

$m g \sin \alpha + F = 6m$

$2 m g \sin \alpha = 10 m$

$g \sin \alpha = 5$

$\sin \alpha = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$

$\alpha = 30^\circ$

$2v^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{2v^2}{g} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$x = v \cos \alpha t - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$

$\frac{2v^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \cdot \text{tg} \alpha$

$1 + \frac{4}{3} = \frac{7}{3}$

$\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\frac{v^2}{\cos \alpha} \frac{\sqrt{1+\text{tg}^2 \alpha} - \text{tg} \alpha}{\cos \alpha}$

$\sin 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha \text{tg} \alpha =$

$= \sin 2\alpha - \text{tg} \alpha + \cos 2\alpha \text{tg} \alpha =$

$= \frac{\sin 2\alpha + \cos 2\alpha \text{tg} \alpha - \text{tg} \alpha}{\sqrt{1+\text{tg}^2 \alpha}}$

$1 + \frac{4}{3} = \frac{7}{3}$

$2 \sin \alpha = 1$

$\sin \alpha = \frac{1}{2}$

$m g \sin \alpha - F = m \cdot \gamma$

$m g \sin \alpha + F = 6m$

$2 m g \sin \alpha = 10 m$

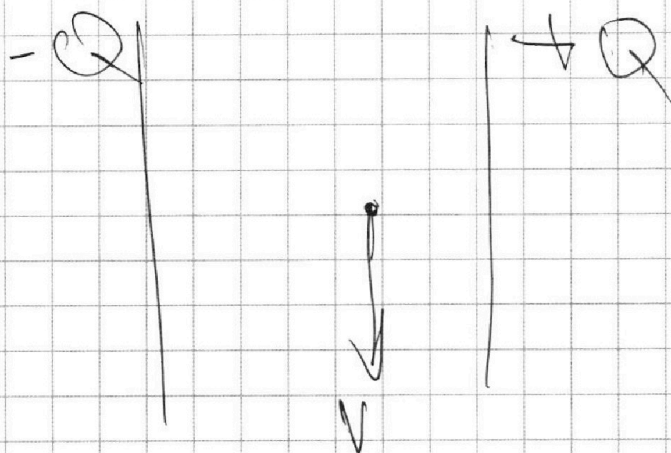


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$\frac{v^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{3200}{49}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 + \frac{kQq}{49d^2} \cdot 64$$

$$= \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49}$$

$$v = \frac{kQq}{d} \cdot \frac{49v^2 d}{\gamma R \cdot 3200}$$

$$v = v_0^2 + F_{\text{тяг}} \cdot \frac{d}{m}$$

$$F_{\text{тяг}} = -\frac{kQq}{a} g + \frac{kQq}{7d} g = -\frac{kQq}{d} \cdot \frac{64}{7}$$

$$-\frac{kQq}{d} \cdot g \cdot \frac{64}{7} = \frac{49}{7} \frac{kQq}{d}$$

$$v \neq v_0^2 \quad \frac{96}{7} \frac{kQq}{dm} \quad v_0 \left(1 + \frac{49 \cdot 96 d}{3200 \cdot 7} \right)$$

$$v_0 \left(1 + \frac{7 \cdot 3}{100} \right) = \frac{21}{100} \frac{d}{R}$$

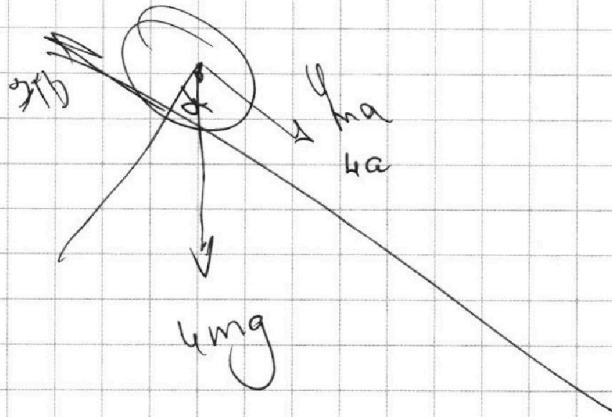


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$2mg + F_{тр} = 3mg$$

$$F_{тр} = mg \left(\mu \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$a = g + \frac{F_{тр}}{m}$$

$$0,5g = \frac{F_{тр}}{m}$$

$$F_{тр} = 0,5mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

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

$$\mu = \frac{0,5 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{3 \cdot 2}{10\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{10} = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$Q = \frac{Q}{A \Delta T} = \frac{960}{48} = 20$$

$$24\alpha + 20 = 25\alpha + 35$$

$$A = 960 - 20 \cdot 30$$

$$\alpha = 5$$

$$= 960 - 600 = 360$$