



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.

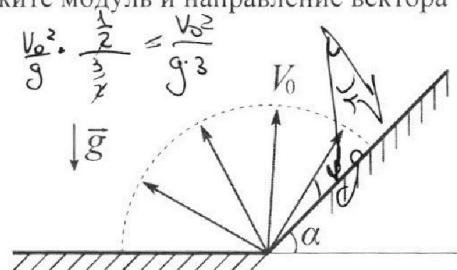
На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 1.5 \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha \quad 1 - \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha$$

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

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 $\vec{U}$.

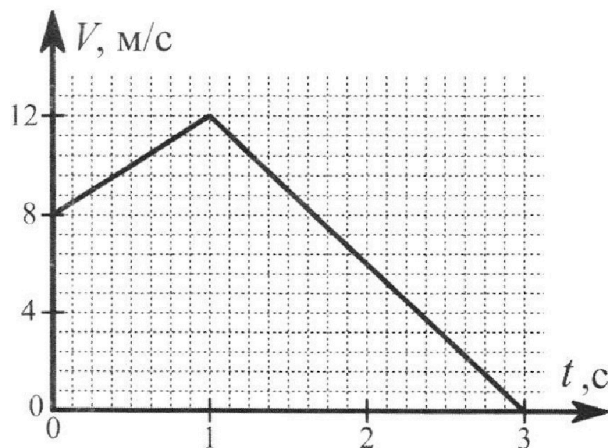
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g =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



Найдите начальную скорость V_0 осколков.

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.



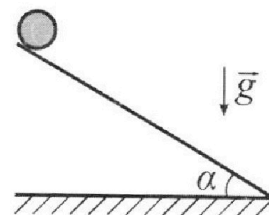
Найдите $\sin \alpha$, здесь α — угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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.

С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1$ м?

Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

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 $\frac{N_{He}}{N_K}$ 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

$$k\Gamma \cdot \frac{u}{c^2} \cdot u = I \cdot ER$$

$$mg \sin \alpha$$

$$k\Gamma \cdot \frac{u}{c^2} \cdot u = k\Gamma \cdot u^2 \cdot \frac{1}{c^2}$$

$$\frac{3200}{198} \cdot \frac{96}{2}$$

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

Handwritten calculations and diagrams for problem 5. The diagram shows a particle moving between two parallel plates of a capacitor. The particle's trajectory is curved, and the radius of curvature is labeled R . The distance between the plates is d , and the particle is at a distance $d/8$ from the positive plate. The particle's initial velocity is V_0 and its final velocity is V . The calculations involve finding the voltage U and the final velocity V using the given conditions and the radius of curvature R .



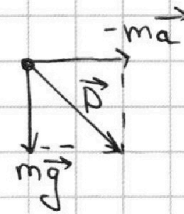
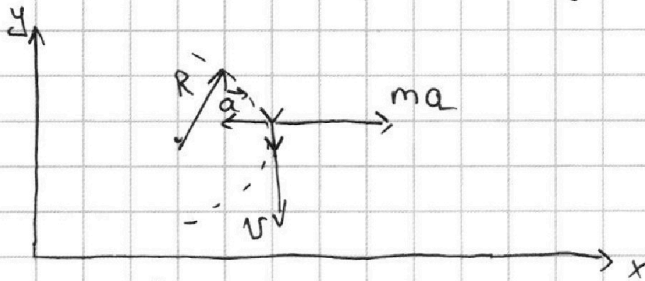
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.

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

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

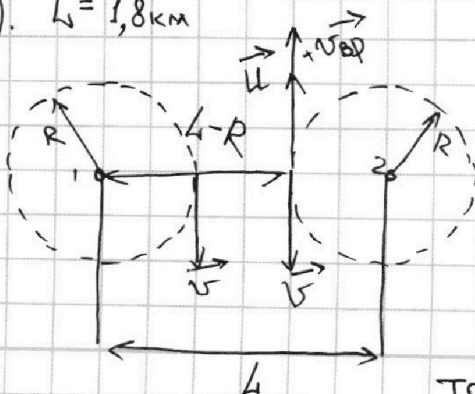
3) $\delta = 100\% \cdot \left(1 - \frac{mg}{P}\right) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{g}{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}\right) =$

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

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

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

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)

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

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

Ответ: ~~$\delta = \frac{(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{2}} \cdot 100\% \approx 29\%$~~ $\delta = \left| \frac{2-\sqrt{2}}{2} \right| \cdot 100\% \approx 30\%$

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



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

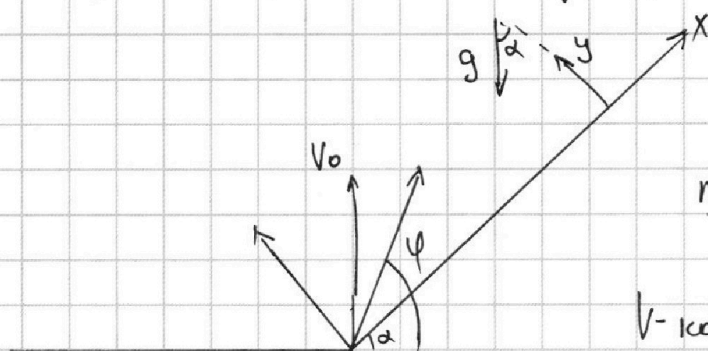
СТРАНИЦА
1 из 2

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.

$$\sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = 0,6$$

$$H = 45 \text{ м} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$



1) из закона сохранения энергии $\Rightarrow$

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

V - конечная скорость

$H_{\max} \rightarrow V = 0 \Leftarrow$ 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, пущенные под другим углом не упадут на поверхность)

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

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

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

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

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

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



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!

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

$$x = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi - 2\alpha) - \frac{1}{\tan \alpha} + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \tan \alpha \right) =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi - 2\alpha) + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \tan \alpha - \tan \alpha \right)$$

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

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

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

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

$$S = x_{\max} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \tan \alpha \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) =$$

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

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

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.
 $N = mg \cos \alpha$ (04)

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

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

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

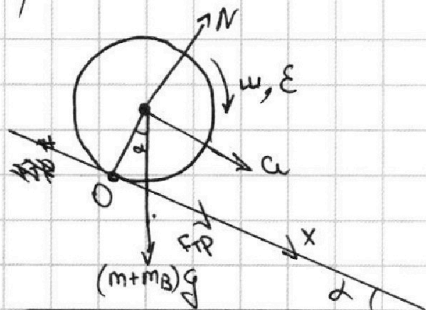
$$m a_{x2} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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

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



куда точно направлена сила трения мы не знаем.

отн. т.О.

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

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

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

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

Второй закон Ньютона ось X' :

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,5$

2) $V = 4 \text{ м/с}$

3) $a = 8 \text{ м/с}^2$

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

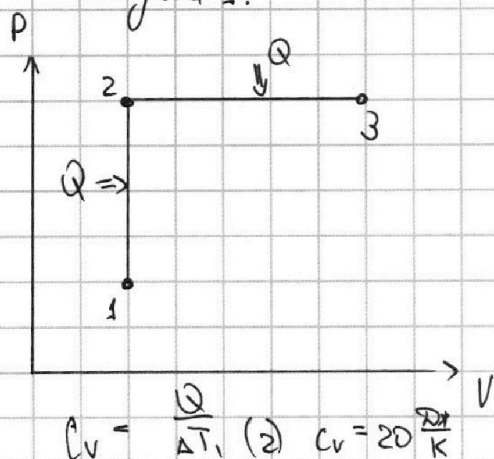


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

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

3) Первое начало термодинамики.

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

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

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

~~1)~~

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

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

$$A = A_{23} = 360 \text{ Дж (1)}$$

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

$$\alpha = \frac{N_{He}}{N_{O_2}}$$

$$C_P = \frac{5}{2} \nu_{He} R + \frac{7}{2} \nu_{O_2} R$$

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

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

$$\text{Ответ: } A = 360 \text{ Дж}, C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \frac{N_{He}}{N_{O_2}} = 5$$

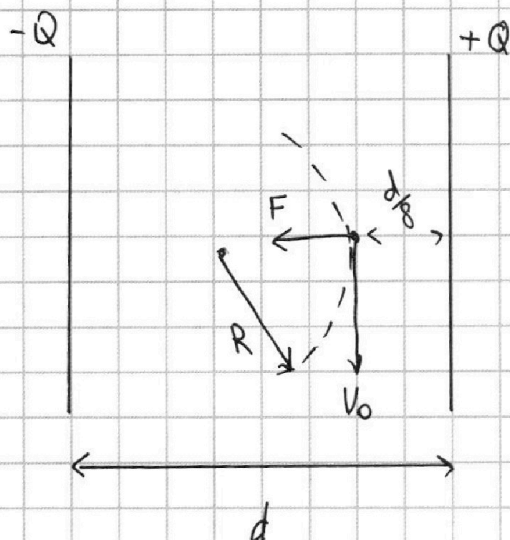


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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 ($q > 0$) отталкивается с $+Q$ и притягивается с $-Q$

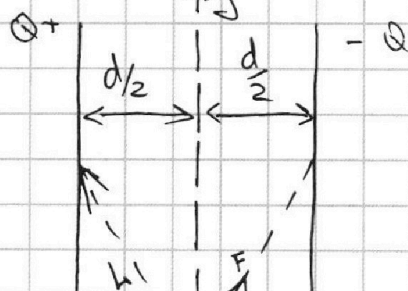
$$\begin{aligned} F &= F_{от} + F_{пр} = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 + \frac{kQq}{49d^2} \cdot 64 = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \left(64 + \frac{64}{49} \right) = \frac{kQq}{d^2} \cdot \left(\frac{64 \cdot 50}{49} \right) = F \end{aligned}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{3200}{49}$$

$$U = \frac{kQ}{d}$$

$$\frac{kQ}{d} = \frac{49 v_0^2 d}{3200 q R} = U(1)$$



ускорение по оси y равно 0

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + E_{qн} = \frac{mv^2}{2} + E_{qк}$$

E_q - потенциальная энергия

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

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

середина плоскость



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!

$$\begin{aligned} V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \left(-\frac{kQq}{d} \cdot 8 - \frac{k(-Q)q}{7d} \cdot 8 \right) &= V^2 = \\ &= V_0^2 + \frac{2}{m} \left(\frac{kQq}{d} \cdot 8 \left(\frac{1}{7} - 1 \right) \right) = V_0^2 + \frac{2}{m} \left(\frac{kQq}{d} \cdot 8 \cdot \left(-\frac{6}{7} \right) \right) = \\ &= V_0^2 - \frac{96}{m} \cdot \frac{kQq}{7d} = V_0^2 - \frac{96}{3200} \cdot \frac{kQY}{7d} = \\ &= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot kY \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{49d^2}{3200 \cdot kY} = \\ &= V_0^2 - \frac{V_0^2 d}{R} \cdot \frac{96 \cdot 7}{3200} = V_0^2 \left(1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{7 \cdot 3 \cdot 32}{10 \cdot 32 \cdot 10} \right) = \\ &= V_0^2 \left(1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{21}{100} \right) = V^2 \end{aligned}$$

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

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:

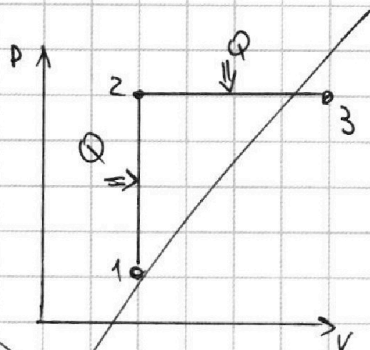
$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = C_v \cdot \Delta T_1 = Q$$

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

~~Решение~~

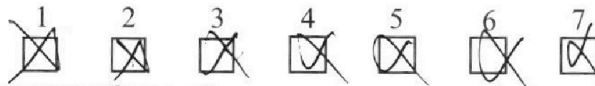
$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} (2)$$

$$A_{23} =$$





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.



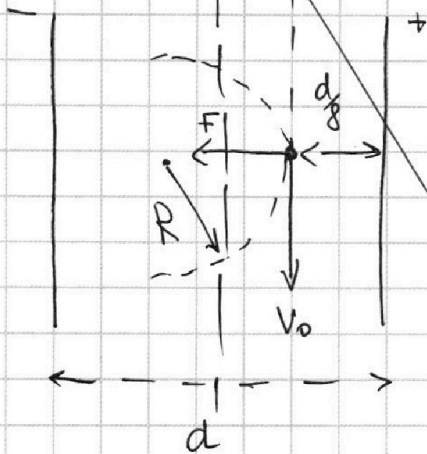
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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 положительно заряженной обкладкой
серединная плоскость



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

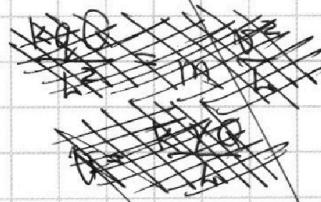
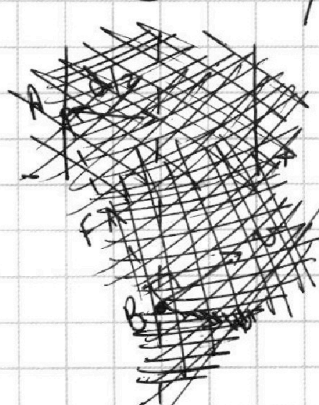
$$F = \frac{kqQ}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$

Q - заряд на конденсаторе

$$64 \frac{kqQ}{d^2} = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$64 \frac{k\gamma Q}{d^2} = \frac{v_0^2}{R} \quad Q = \frac{v_0^2 d^2}{64k\gamma R} \quad (1)$$

$$U = \frac{kQ}{d} = \frac{v_0^2 d}{64\gamma R} = U(z)$$

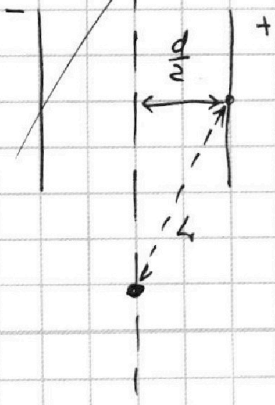


ЗСЭ: $F_{\text{кин}} + F_q = \text{const}$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{d^2} \cdot 64 = \frac{v^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{L^2}$$

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





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 10 $\frac{\sqrt{2}}{2}$

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

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

$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}$

$420 \overline{) 1142}$
 $284 \overline{) 02}$
 1360

$\sqrt{2as} =$

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

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

$10 \cdot 10$
 420
 -284
 136

$\frac{5}{3} - \frac{4}{3} = \frac{1}{3} \cdot 10$

$\frac{10}{6}$

$\frac{5}{9} \cdot 10 \cdot 30 \cdot 30$

$5 \cdot 10 \cdot 30$

$\frac{5}{10}$

$mg \sin \alpha \cdot R = I \varepsilon$

$\varepsilon R = m + 1,5m$

$= \frac{g \sin \alpha}{2,5}$

$\frac{5}{17}$

$\frac{10 \cdot 1}{2,5} = 4$

$y = 2 \text{ м/с}$

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

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

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

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

$2v^2$

$\frac{1}{\sqrt{3}} g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$2v^2$

$\frac{2v^2}{g}$

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

$\frac{2v^2 \cos \varphi \sin \varphi}{g \cos \alpha} - \frac{2v^2 \sin^2 \varphi}{g \cos \alpha} + g \alpha$

$1 + \frac{4}{3} \quad \frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\sin 2\varphi - 2 \sin^2 \varphi \tan \alpha =$

$= \sin 2\varphi - \tan \alpha + \cos 2\alpha \tan \alpha =$

$= \frac{\sin 2\varphi + \cos 2\alpha \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} - \tan \alpha$

$\frac{v^2}{g} \frac{1 + \tan^2 \alpha - \tan \alpha}{\cos \alpha}$

$1 + \frac{4}{3} \quad \frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}}$

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

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

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

$2mg \sin \alpha = 10m$

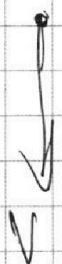
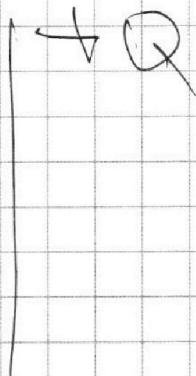
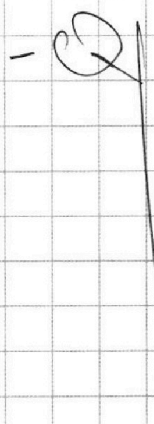


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

$$V = \frac{kQ}{d} \cdot \frac{49V^2 d}{\gamma R \cdot 3200}$$

$$V = V_0^2 + F_{\text{нел}} \cdot \frac{d}{m}$$

$$F_{\text{нел}} = -\frac{kQq}{a} \cdot 8 + \frac{kQq}{7d} \cdot 8 = -\frac{kQq \cdot 64}{d \cdot 7}$$

$$-\frac{kQq \cdot 8 \cdot 8}{d \cdot 7} = \frac{48}{7} \cdot \frac{kQq}{d}$$

$$V \neq V_0^2 \quad \frac{96}{7} \cdot \frac{kQq}{dm} \quad V_0 \left(1 + \frac{49 \cdot 96 d}{3200 \cdot 7} \right)$$

$$V_0 \left(1 + \frac{7 \cdot 3}{100} \right) = \frac{21}{100} \frac{d}{R}$$



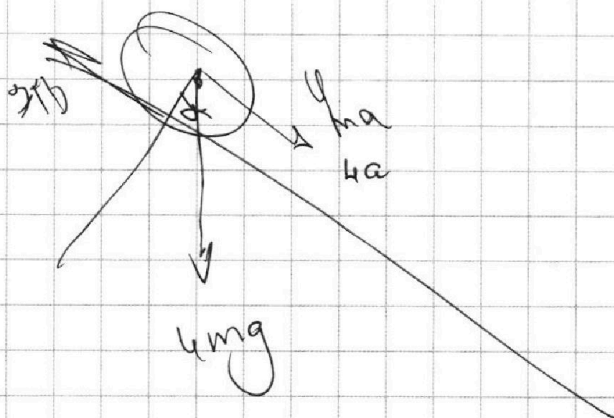
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$2mg + F_{\text{тр}} = 32mg$$

$$F_{\text{тр}} = 32mg - \mu \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} mg$$

$$a = g + \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

$$0,5g = \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

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

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

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

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

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

$$242 + 250 = 252 + 35$$

$$\alpha = 5$$

$$A = 960 - 20 \cdot 32 = 960 - 640 = 320$$