



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-06

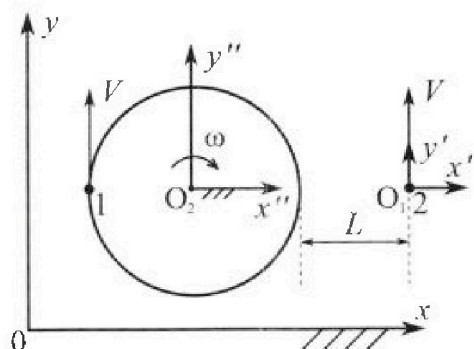


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Два школьника опытным путем изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с круговой частотой $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдают друг за другом. В лабораторной системе отсчета скорости школьников одинаковы по модулю и равны $V = 3 \text{ м/с}$. Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. На сколько δ процентов вес второго школьника меньше веса первого школьника?

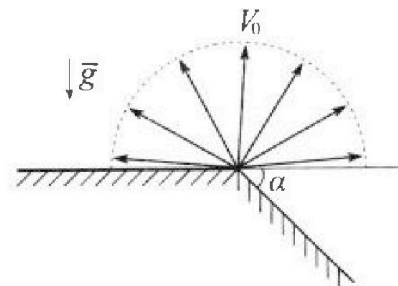
Указание: считайте, что $(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x$ при $x \ll 1$.



В некоторый момент времени школьники оказались на прямой, проходящей через центр карусели, (см. рис.), в этот момент второй школьник находится на расстоянии $L=9 \text{ м}$ от края карусели. Вектор скорости \vec{V} каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_1 первого школьника в подвижной системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной со вторым школьником. Система отсчёта $x'O_1y'$ движется поступательно относительно лабораторной системы xOy .
3. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_2 второго школьника во вращающейся системе отсчёта $x''O_2y''$, связанной с первым школьником. Точка O_2 – начало вращающейся системы отсчёта. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U}_2 .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее удаление от поверхности склона осколка, упавшего на склон, $H = 48 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите модуль S перемещения за время полета упавшего на склон осколка, наибольшее удаление которого от поверхности склона за время полёта $H = 48 \text{ м}$.
3. На каком максимальном расстоянии S_{max} от точки старта один из осколков упадет на склон?

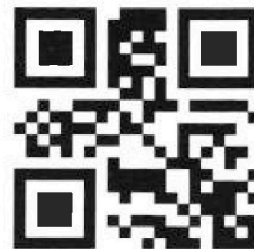
3. В процессе сжатия одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Внешние силы совершают работу $A = \frac{5}{27} U_0$, здесь $U_0 = 5,4 \text{ кДж}$ внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

1. Во сколько n раз уменьшается давление газа в процессе сжатия?
2. Какое количество Q теплоты отведено от газа в процессе сжатия?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

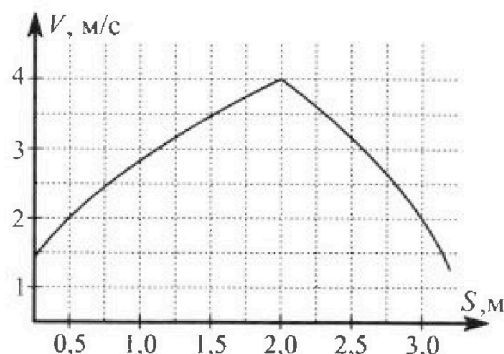
Вариант 10-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

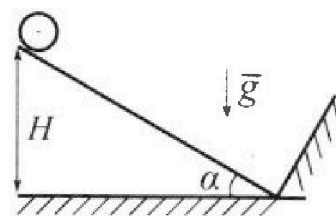
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу, которая приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Движение шайбы до и после соударения с гладкой стенкой, находящейся у основания наклонной плоскости, происходит вдоль одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче.

1. Найдите ускорение a , с которым шайба движется в процессе разгона.



Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. Перед абсолютно упругим соударением с гладкой стенкой центр обруча движется со скоростью $V = 4$ м/с.

2. Найдите вертикальное перемещение H центра обруча за время движения от старта до столкновения с гладкой стенкой.
3. Через какое время T после столкновения с гладкой стенкой центр обруча будет находиться на максимальной высоте?



В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении $\left| \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \right| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$. Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости равны. Радиус обруча $R \ll H$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью $S = 0,5$ м², по которой однородно распределен заряд $Q = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл, закреплен шарик, заряд которого $q = -3,54 \cdot 10^{-9}$ Кл. Масса пластины $M = 4$ кг, масса шарика $m = 12$ г. Расстояние d от шарика до пластины таково, что $d \ll 0,7$ м.

1. Найдите кулоновскую силу F_1 , с которой заряд шарика действует на заряд пластины.
2. Найдите гравитационную силу F_2 , с которой шарик действует на пластину.

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг². Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).



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.

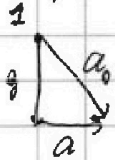
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$V = RW \Rightarrow R = V/W = 3 \text{ (м/с)} / 1 \text{ (с}^{-1}\text{)} = 3 \text{ м.}$$

$$a_1 = RW^2 = 3 \text{ (м)} \cdot 1^2 \cdot \text{с}^{-2} = 3 \text{ (м/с}^2\text{)}$$



$$a_0 = \sqrt{g^2 + a^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{gm}{\sqrt{g^2 + a^2}m} = \frac{g}{\sqrt{g^2 + a^2}} = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{a}{g}\right)^2} \right)^{-1} = \left(1 + \left(\frac{a}{g}\right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\approx \left(1 + \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{a^2}{g^2} \right) = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{9 \text{ м}^2/\text{с}^4}{100 \text{ м}^2/\text{с}^4} = 1 - 0,045 = 0,955$$

$$\delta = 100\% \cdot \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right) = 100\% \cdot (1 - 0,955) = 4,5\%$$

$$\vec{U}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 = 0$$

$$|\vec{U}_2| = |\vec{V}_1 - \vec{r} \times \vec{\omega}| = \vec{V}_1 + (L+R) \cdot \omega = 3 \text{ (м/с)} + (3 \text{ м} + 9 \text{ м}) \cdot 1 \text{ с}^{-1} =$$

$$= 3 \text{ м/с} + 12 \text{ м/с} = 15 \text{ м/с.}$$

Ответ: $\delta = 4,5\%$; $|\vec{U}_1| = 0$; $|\vec{U}_2| = 15 \text{ м/с}$; ~~$|\vec{U}_2| = 15 \text{ м/с}$~~

$$\vec{U}_2 \uparrow \uparrow \vec{y}'$$

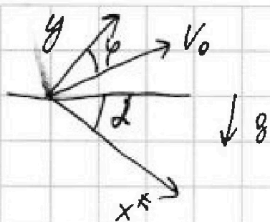


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$y(t) = V_y t - \frac{g t^2}{2} \cos^2 \alpha$$

$$x(t) = V_x t + \frac{g t^2}{2} \sin \alpha$$

$$\frac{\Delta y(t)}{\Delta t} = V_y - g t \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow t = \frac{V_y}{g \cos^2 \alpha}$$

$$y\left(\frac{V_y}{g \cos^2 \alpha}\right) = \frac{V_y^2}{g \cos^2 \alpha} - \frac{V_y^2}{2g \cos^2 \alpha} = \frac{V_y^2}{2g \cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$$

$$V_y \max(V_y) = V_0$$

$$\frac{V_0^2}{2g \cos^2 \alpha} = H \Rightarrow V_0 = \sqrt{2g \cos^2 \alpha H} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \cdot 48 \text{ м}} = 24 \text{ м/с}$$

$$y(t) = 0 \Rightarrow V_y t - \frac{g t^2}{2} \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow V_y - \frac{g t}{2} \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$(t \neq 0) \Rightarrow t = \frac{2V_y}{g \cos^2 \alpha} \quad (V_y = V_0)$$

$$x\left(\frac{2V_0}{g \cos^2 \alpha}\right) = S = 0 \cdot \frac{2V_0}{g \cos^2 \alpha} + \frac{g}{2} \cdot \frac{4V_0^2}{g^2 \cos^4 \alpha} \cdot \sin \alpha = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{2 \cdot 24^2 \text{ м}^2 \cdot 0,8}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6^2} = 256 \text{ м}$$

$$y(t; \varphi) = V_0 \cdot \cos \varphi t - \frac{g t^2}{2} \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow t = 0 \text{ или}$$

$$x\left(\frac{2V_0 \cos \varphi}{g \cos^2 \alpha}\right) = V_0 \sin \varphi \cdot \frac{2V_0 \cos \varphi}{g \cos^2 \alpha} + \frac{g}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \cos^2 \varphi}{g^2 \cos^4 \alpha} \cdot \sin \alpha = \frac{2V_0^2 \cos^2 \varphi \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} + \frac{2V_0^2 \cos^2 \varphi \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} =$$

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

$$S_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \left(\text{MAX} \left(\frac{\sin 2\varphi}{\cos^2 \alpha} + \frac{2 \cos^2 \varphi \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \right) \right)$$



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
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!

$$\frac{N_{\text{coll}}}{St} \propto n v_{\text{cp}} \propto \frac{N}{V} v_{\text{cp}} \propto \frac{N}{V} \cdot \sqrt{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{T}}{V} = \text{const.} \Rightarrow \sqrt{T} \propto V \Rightarrow T = \alpha_1 \cdot V^2$$

$$U_0 = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \alpha_1 V_0^2 = U_0 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2U_0}{3\nu R \alpha_1}}$$

$$\nu RT = pV$$

$$\nu R \cdot \alpha_1 V^2 = pV$$

$$p = \nu R \alpha_1 V$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p(V) \cdot dV = \int_{V_1}^{V_2} \nu R \alpha_1 V dV = \alpha_1 \nu R \cdot \frac{V^2}{2} \Big|_{V_1}^{V_2} = \alpha_1 \nu R \cdot \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

$$\alpha_1 \nu R \cdot \frac{V_2^2 - \frac{2U_0}{3\nu R \alpha_1}}{2} = -\frac{5}{27} U_0$$

$$\alpha_1 \nu R V_2^2 - \frac{2}{3} U_0 = -\frac{10}{27} U_0$$

~~$$V_2^2 = \frac{28U_0}{27\alpha_1 \nu R}$$~~
~~$$V_2 = \sqrt{\frac{28U_0}{27\alpha_1 \nu R}}$$~~
~~$$\frac{V_0}{2} = \frac{\nu R \alpha_1 V_0}{\nu R \alpha_1 V_0} = \frac{V_0}{2} = \sqrt{\frac{28U_0}{27\alpha_1 \nu R}} = \sqrt{\frac{28}{27}}$$~~

$$V_2 = \sqrt{\frac{8U_0}{27\alpha_1 \nu R}}$$

$$m = \frac{p_0}{p_2} = \frac{V_0 \cdot \nu R \alpha_1}{V_2 \cdot \nu R \alpha_1} = \frac{V_0}{V_2} = \frac{\sqrt{\frac{2U_0}{3\nu R \alpha_1}}}{\sqrt{\frac{8U_0}{27\alpha_1 \nu R}}} = \frac{\sqrt{\frac{27}{3}}}{\sqrt{\frac{8 \cdot 3}{27}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 27}}{\sqrt{8 \cdot 3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 27}{8 \cdot 3}} = \sqrt{\frac{9}{4}}$$

$$m = \frac{3}{2}$$

~~$$\Delta U = \frac{5}{27} U_0$$~~
~~$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T$$~~
~~$$\Delta U = \frac{5}{27} U_0 = \frac{3}{2} \nu R \alpha_1 V^2$$~~

$$\frac{U_2}{U_0} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \alpha_1 V_2^2}{\frac{3}{2} \nu R \alpha_1 V_0^2} = \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = \frac{1}{m^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow V_2 = \frac{2}{3} U_0 \Rightarrow \Delta U = -\frac{5}{9} U_0$$



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!

$$Q = A - \Delta U = \frac{5}{27} U_0 - \left(-\frac{5}{9} U_0 \right) = \left(\frac{5}{27} + \frac{5}{9} \right) U_0 = \frac{20}{27} U_0$$

$$Q = \frac{20}{27} \cdot 5,4 \text{ кДж} = 4 \text{ кДж}$$

Ответ: $m = 1,5$; $Q = 4 \text{ кДж}$.

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.

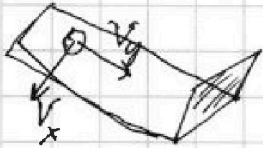


1 2 3 4 5 6 7

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!

при равномерном ускорении
движение шайбы до и после соударения вдоль
одной прямой $\Rightarrow v_x = 0$.



$$S_{1,2} = \frac{v_{1,2}^2 - v_{0,1}^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_{1,2}^2 - v_{0,1}^2}{2S_{1,2}}$$

$$a = \frac{4^2 \text{ м}^2/\text{с}^4 - 2^2 \text{ м}^2/\text{с}^4}{2 \cdot 1,5 \text{ м}} = \frac{12 \text{ м}^2/\text{с}^4}{3 \text{ м}} = 4 \text{ м}/\text{с}^2$$

$$E_{\text{обруч}} = 2mV^2 = mgh$$

~~$$H = \frac{v^2}{g} = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 1,6 \text{ м}$$~~

$$\omega_0 = \frac{v}{R}$$

~~$$\frac{m g \cos \alpha}{R} \Delta t = 0$$~~

~~$$\Delta t = \frac{\omega R}{m g \cos \alpha} = \frac{v}{m g \cos \alpha}$$~~

~~$$S_{\text{сп}} = \int_0^v \left(\omega_0 - \frac{m g \cos \alpha}{R} \Delta t \right) \Delta t = \omega_0 t - \frac{m g \cos \alpha t^2}{2R} = \frac{v^2}{2R m g \cos \alpha}$$~~

~~$$A_{\text{сп}} = S_{\text{сп}} \cdot m g \cos \alpha = \frac{v^2}{2R}$$~~

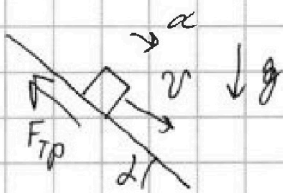


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

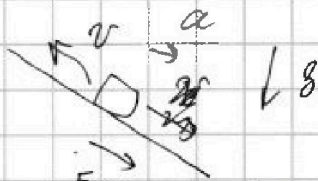
1 2 3 4 5 6 7

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!



$$a_1 = g \sin \alpha - \frac{mg \mu \cos \alpha}{m} = g \sin \alpha - g \mu \cos \alpha$$



$$a_2 = g \sin \alpha + \frac{mg \mu \cos \alpha}{m} = g \sin \alpha + g \mu \cos \alpha$$

$$a_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s} = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 2 \text{ м}} = 6 \text{ м}/\text{с}^2$$

$$a_1 + a_2 = 10 \text{ м}/\text{с}^2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$$

~~$$\mu = \frac{a_2 - g \sin \alpha}{\cos \alpha g} = \frac{6 \text{ м}/\text{с}^2 - 5 \text{ м}/\text{с}^2}{\sqrt{3}/2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2} = \frac{2\sqrt{3}}{30}$$~~

$$a_{\text{опр}} = \frac{F}{m}$$

$$T_0 = \frac{v}{a_{\text{опр}}} = \frac{mv}{F} = \frac{m \cdot v}{mg \mu \cos \alpha} = \frac{4 \text{ м}/\text{с}}{10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 4 \text{ с}$$

$$W_0 = \frac{v}{R} = T_0 \cdot \left(\frac{dv}{dt}\right) = \frac{m g \cos \alpha}{R} T_0 = \frac{m g \cos \alpha}{R} \cdot \frac{v}{g \mu \cos \alpha} = \frac{v}{R}$$

ОТВЕТ: $a = 4 \text{ м}/\text{с}^2$; $H = 1,6 \text{ м}$; $T = 4 \text{ с}$.

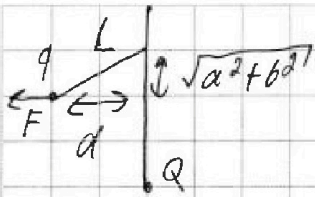
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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 нелопустима!



$$F' = \frac{d}{L} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{L^2} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 L^3}$$

$$F_1 = \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 S} \cdot \frac{1}{L^3} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 S} \cdot E(d)$$

$$F_2 = \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} (a^2 + b^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}}$$

~~$$E(d) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3.57 \cdot 10^{-9} \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}}{1.1^2} \cdot \frac{1}{0.5^2}$$~~



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!

$$\text{MAX} \left(\frac{\sin 2\varphi}{\cos^2 \varphi} + \frac{2 \cos^2 \varphi \sin \varphi}{\cos^2 \varphi} \right) = \text{MAX} \left(\frac{\sin 2\varphi}{0,6} + \frac{2 \cos^2 \varphi \cdot 0,8}{0,6^2} \right) =$$
$$= \frac{1}{0,36} \cdot \text{MAX} (0,6 \sin 2\varphi + 1,6 \cos^2 \varphi) = \frac{1}{0,36} \cdot \text{MAX} (0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8)$$

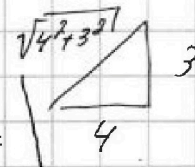
$$\cos^2(\varphi) = \frac{\cos 2\varphi + 1}{2}$$

$$= \frac{1}{0,36} \cdot \text{MAX} (0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8)$$

$$\Delta(0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8)_{\Delta\varphi} = 1,2 \cos 2\varphi - 1,6 \sin 2\varphi = 0$$

$$1,2 \cos 2\varphi = 1,6 \sin 2\varphi \Rightarrow \frac{\sin 2\varphi}{\cos 2\varphi} = \frac{1,2}{1,6} = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4}$$

$$\sin 2\varphi = \frac{3}{5}; \quad \cos 2\varphi = \frac{4}{5}$$



$$\text{MAX} (0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8) = 0,6 \cdot \frac{3}{5} + 0,8 \cdot \frac{4}{5} +$$

$$+ 0,8 = 0,36 + 0,64 + 0,8 = 1,8$$

$$S_{\text{MAX}} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{0,36} \cdot 1,8 = \frac{5v_0^2}{g} = \frac{5 \cdot 24^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 288 \text{ м}$$

ОТВЕТ: $v_0 = 24 \text{ м}/\text{с}$; $S = 256 \text{ м}$; $S_{\text{MAX}} = 288 \text{ м}$.

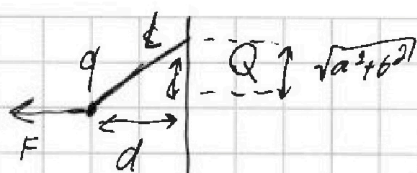


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$L \approx \sqrt{a^2 + b^2 + d^2}$$

$$F = \frac{d}{L} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{L^2} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{L^3}$$

$$\int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{L^3} db = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + b^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} db \approx$$

$$\approx \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \cdot \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot \left(1 + \frac{b^2}{a^2 + d^2}\right)^{-\frac{3}{2}} db \approx$$

$$\approx \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \cdot \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot \left(1 - \frac{3b^2}{2(a^2 + d^2)}\right) db =$$

$$= \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\int (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} da = \int (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot 2a \cdot \frac{1}{2a} da$$

$$du = 2a \cdot (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} da \quad u = (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{2a} = V$$

$$\Delta V = -\frac{1}{2a^2} da$$

$$-\frac{1}{2} (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2a} = \int \frac{1}{4a^2} (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}}$$

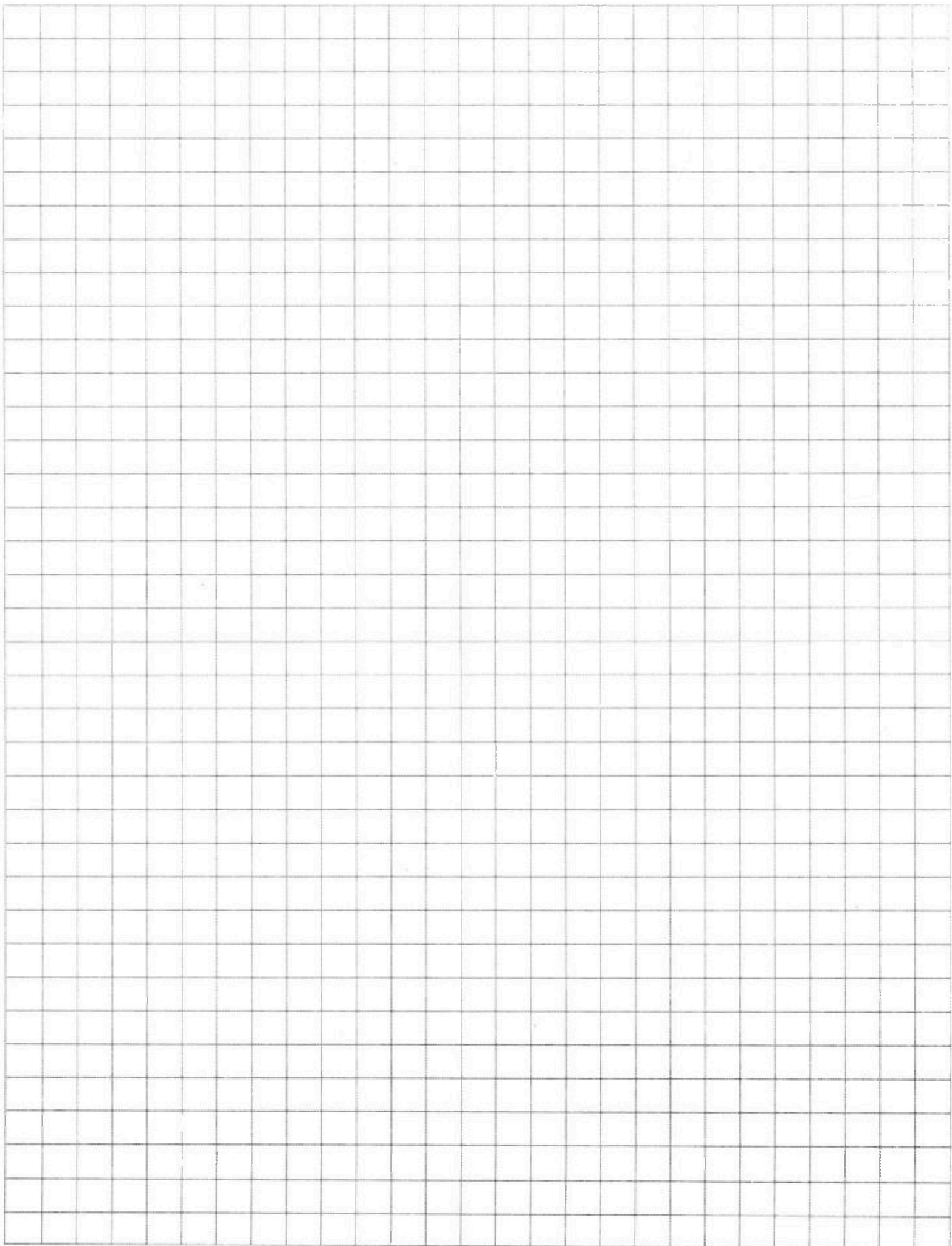


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\frac{\sin 2\varphi}{0,8} + \frac{2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot 0,8}{0,6^2} =$$

$$= 10 \left(\frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{16 \cos^2 \varphi}{36} \right) = 10 \left(\frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{4 \cos^2 \varphi}{9} \right) =$$

$$= 720 \left(\sin 2\varphi + 32 \cos^2 \varphi \right)$$

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

$$\cos^2 \varphi = \frac{\cos 2\varphi + 1}{2}$$

$$\frac{18}{10} \cdot \frac{100}{36} = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5$$

$$\begin{array}{r} 576 \overline{) 2} \\ 4 \overline{) 288} \\ 17 \\ -16 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\frac{16 \cdot 4}{2 \cdot 7} = 6$$

$$0,36 \cdot 5 = \frac{18}{5}$$

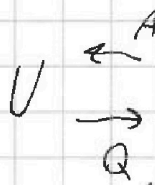
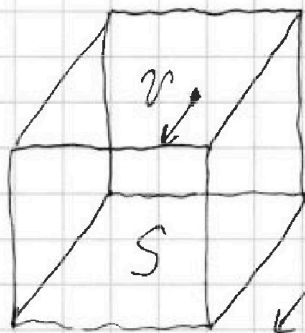
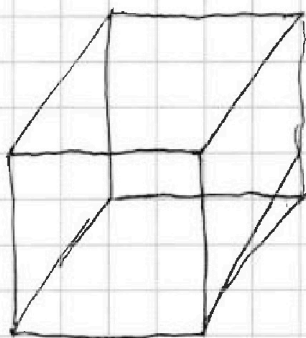
$$\frac{\sqrt{3}}{15} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{V}{R}$$

$$\frac{SL \cdot h}{L/v} = Shv$$

$$p = k \cdot \langle v \rangle \cdot N$$

$$\frac{SL \cdot h}{L/v} = Shv$$

$$\frac{10}{27} + \frac{18}{27} = \frac{28}{27}$$



$$\Delta U = A - Q$$

$$U = \frac{3}{2} NRT = \frac{m_0 v_{cp}^2}{2} \cdot N \cdot N_A \Rightarrow \frac{3}{2} kT = m_0 v_{cp}^2$$

$$v_{cp}^2 \propto T$$



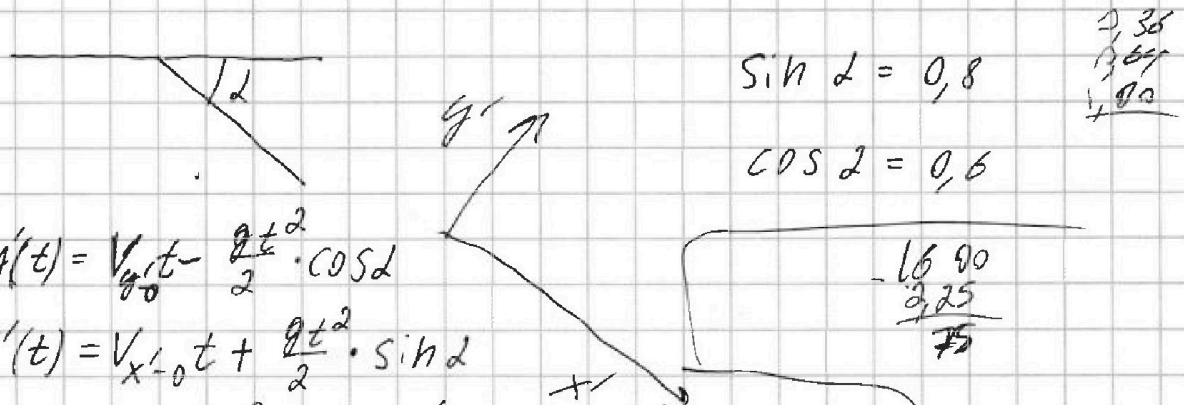
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$\omega = 1 \text{ c}^{-1}$ $V = 3 \text{ (m/c)}$ $R\omega = V$
 $g = 10 \text{ m/c}^2$ $R = \frac{V}{\omega} = 3 \text{ m}$



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

$y'(t) = V_{y'0}t - \frac{g t^2}{2} \cdot \cos \alpha$
 $x'(t) = V_{x'0}t + \frac{g t^2}{2} \cdot \sin \alpha$

$V_{y'0}t - \frac{g t^2}{2} \cdot \cos \alpha = 0$
 $V_{y'0} - \frac{g t}{2} \cdot \cos \alpha = 0$
 $t = \frac{2 V_{y'0}}{g \cos \alpha}$

$\frac{V_{y'0}^2}{g \cos \alpha} - \frac{g V_{y'0}^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = 0$
 $\frac{V_{y'0}^2}{g \cos \alpha} = \frac{V_{y'0}^2}{2 g \cos \alpha}$
 $\frac{2 \cdot 6^2 \cdot 4^2 \cdot 8 \cdot 10^{-1}}{10 \cdot 6^2 \cdot 10^{-2}} =$

$\times 20$
 $\frac{20}{0,6} = 12$ $\sqrt{12 \cdot 12 \cdot 4} = 12 \cdot 2$

$\frac{48}{6} = 8 \text{ c}$ $\frac{10 \cdot 8^2}{2} = \frac{320}{2} = 160$

$S = \frac{g t^2}{2} + V_0 t$

$V = V_0 t + g t$

$320 \cdot 0,8 = 256$
 $\frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{a} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a} = S$
 $\frac{S}{V} = \frac{\frac{g t^2}{2}}{g t} =$

Handwritten calculations and numbers: 12, 20, 0,6, 12, 2, 48, 6, 8, 10, 8^2, 2, 320, 2, 160, 320, 0,8, 256, 2, 256, 24, 176, 176, 0.