



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-06

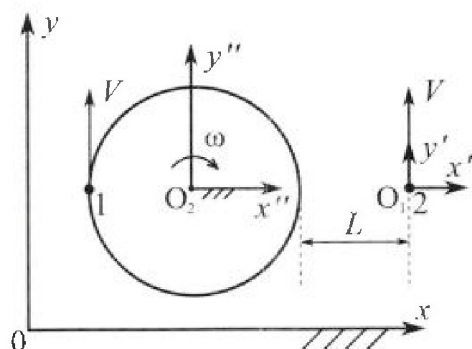
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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?

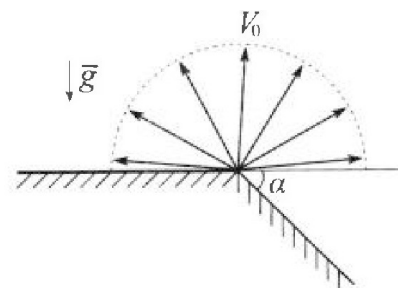
Указание: считайте, что $(1+x)^n \approx 1+n \cdot x$ при $x \ll 1$.



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.

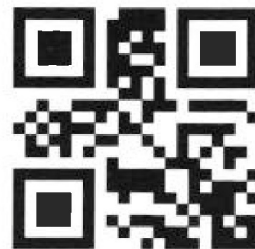
1. Во сколько n раз уменьшается давление газа в процессе сжатия?
2. Какое количество Q теплоты отведено от газа в процессе сжатия?



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

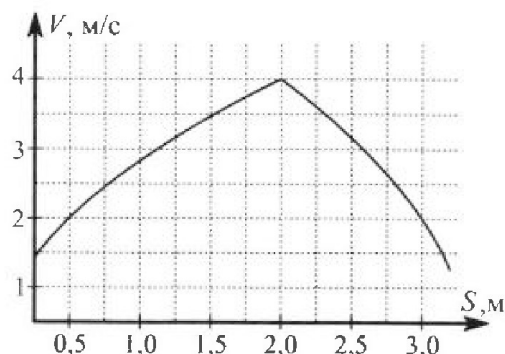
Вариант 10-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



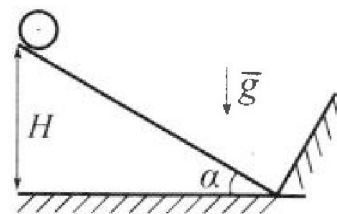
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу, которая приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Движение шайбы до и после соударения с гладкой стенкой, находящейся у основания наклонной плоскости, происходит вдоль одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости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

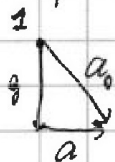
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

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

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



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

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

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

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

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

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

$$= 3 \text{ M/C} + 12 \text{ M/C} = 15 \text{ M/C.}$$

Ответ: $\delta = 4,5\%$; $|\vec{U}_1| = 0$; $|\vec{U}_2| = 15 \text{ M/C}$; $\vec{U}_2 \uparrow \uparrow \vec{g}$

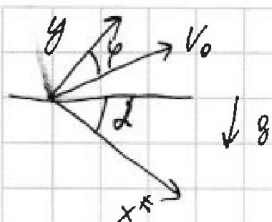


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

$$\max(V_y) = V_0$$

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

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

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

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

$$S = \frac{2 \cdot 24^2 \text{ м}^2 \cdot 0,8}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,62} = 256 \text{ м}$$

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

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

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

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



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!

$$\frac{N_{\text{coll}}}{St} \propto n v_{cp} \propto \frac{1}{V} v_{cp} \propto \frac{1}{V} \cdot \sqrt{T} \Rightarrow$$

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

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

$$\nu RT = pV$$

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

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

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

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

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

$$V_2^2 = \frac{28U_0}{27\alpha_1 \nu R} \quad V_2 = \sqrt{\frac{8U_0}{27\alpha_1 \nu R}}$$

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

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

~~$$\Delta U = \frac{5}{27} U_0$$~~

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



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: $m = 1,5$; $Q = 4 \text{ кДж}$.

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 $\Rightarrow v_x = 0$.



$$S_{1,2} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2S_{1,2}}$$

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

$$E_{обруч} = 2mV^2 = mgh$$

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

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

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{mVR}{mg \cos \alpha} \right) = 0$$

$$\Delta t = \frac{\omega R}{mg \cos \alpha} = \frac{V}{mg \cos \alpha}$$

$$S_{sp} = \int_0^V \left(\omega_0 - \frac{mg \cos \alpha}{R} \Delta t \right) \Delta t = \omega_0 t - \frac{mg \cos \alpha t^2}{2R} \Big|_0^V = \frac{\omega_0 V}{mg \cos \alpha} - \frac{V^2}{2R mg \cos \alpha} = \frac{V^2}{2R mg \cos \alpha}$$

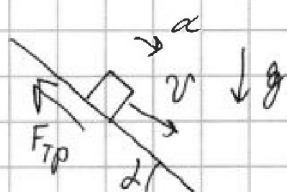
$$A_{sp} = S_{sp} \cdot mg \cos \alpha = \frac{V^2}{2R}$$



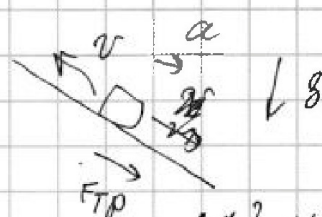
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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



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

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

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

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

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

$$a_{\text{допры}} = \frac{F}{m}$$

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

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

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

~~$$4 \cdot 3.57 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$$
$$4 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} \cdot 0.5 \cdot 10^{-2}$$~~



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.



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!

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

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

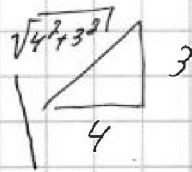
$$\cos^2 \varphi = \frac{\cos 2\varphi + 1}{2}$$

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

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

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

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



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

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

$$S_{\text{MAX}} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{0,36} \cdot 1,8 = \frac{5V_0^2}{g} = \frac{5 \cdot 24^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 288 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 24 \text{ м}/\text{с}; \quad S = 256 \text{ м}; \quad S_{\text{MAX}} = 288 \text{ м}.$$

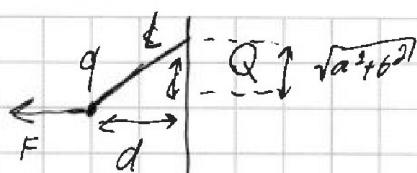


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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
☐

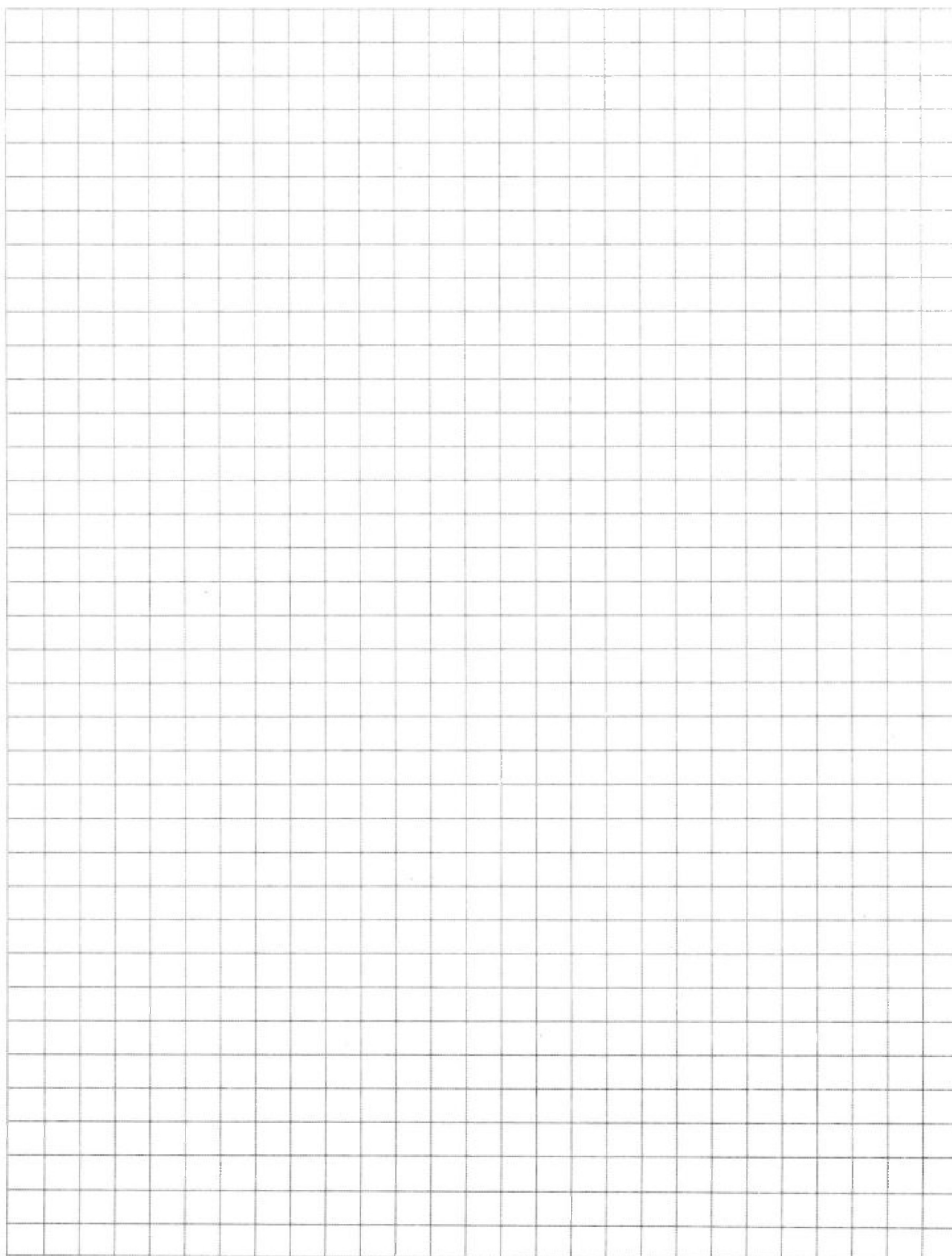
5
☐

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!

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

$$= \frac{1}{10} \left(\frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{16 \cos^2 \varphi}{36} \right) = 10 \left(\frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{4 \cos^2 \varphi}{9} \right) =$$

$$= 720 (8 \sin 2\varphi + 32 \cos^2 \varphi)$$

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

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

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

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

$$\frac{16 \cdot 4}{2 \cdot 1} = 6$$

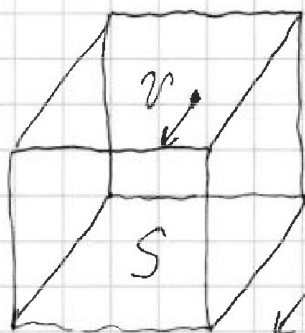
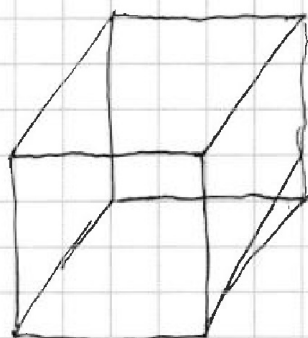
$$0,36 \cdot 5$$

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

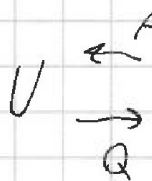
$$\frac{SL \cdot h}{L/v} = \frac{Shv}{L/v}$$

$$p = \frac{1}{3} K \cdot \langle v \rangle \cdot N$$

$$\frac{1}{3} = \frac{V}{L/v}$$



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



$$\Delta U = A - Q$$

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

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



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!

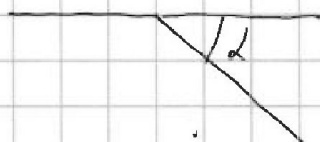
$$\omega = 1 \text{ c}^{-1}$$

$$V = 3 \text{ (m/c)}$$

$$R\omega = V$$

$$R = \frac{V}{\omega} = 3 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/c}^2$$



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

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

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

$$x'(t) = V_{x'0}t + \frac{gt^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

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

$$V_{y'0} \cdot \frac{V_{y'0}}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot V_{y'0}^2}{2g^2 \cos^2 \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{V_{y'0}^2}{g \cos \alpha} - \frac{V_{y'0}^2}{2g \cos \alpha} =$$

$$= \frac{V_{y'0}^2}{g \cos \alpha} - \frac{V_{y'0}^2}{2g \cos \alpha} =$$

$$\frac{576}{2} \cdot \frac{2 \cdot 6^2 \cdot 4^2 \cdot 8 \cdot 10^{-1}}{10 \cdot 6^2 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 2 \cdot 4^2 \cdot 8 = 16 \cdot 16 = 256$$

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

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

$$V = V_0 t + gt$$

$$\frac{S}{V} = \frac{\frac{gt^2}{2}}{gt} =$$

$$\frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{a} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a} = S$$

$$320 \cdot 0,8 = 256$$

$$\begin{array}{r} 2,38 \\ 3,64 \\ \hline 1,80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,90 \\ 3,25 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$x^2 \cdot 0,6 = 12 \quad \sqrt{12 \cdot 12 \cdot 4} = 12,2$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 48 \\ \hline 16 \\ 576 \\ \hline 16 \\ 576 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 16 \\ 16 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 8 \\ \hline 16 \\ 24 \\ \hline 256 \end{array}$$