



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-06

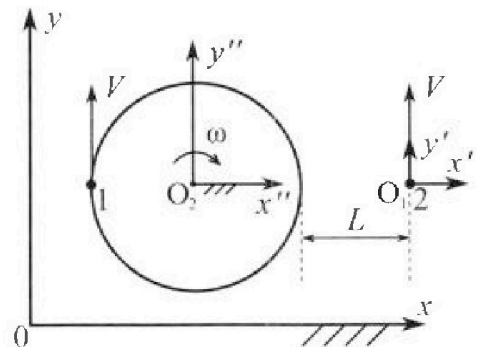
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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 $x \ll 1$.

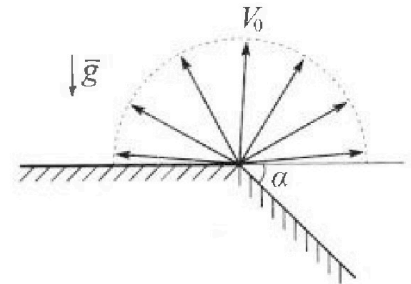


В неко торый момент времени школьники оказались на прямой, проходящей через центр карусели, (см. рис.), в этот момент второй школьник находится на расстоянии $L=9 \text{ м}$ от края карусели. Вектор скорости \vec{V} каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_1 первого школьника в подвижной системе отсчета $x'O_1y'$, связанной со вторым школьником. Система отсчета $x'O_1y'$ движется поступательно относительно лабораторной системы xOy .

3. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_2 второго школьника во вращающейся системе отсчета $x''O_2y''$, связанной с первым школьником. Точка O_2 – начало вращающейся системы отсчета. 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. Соппротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

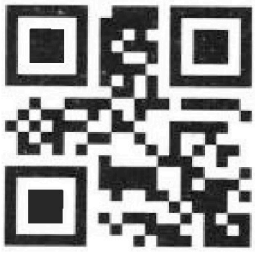
2. Найдите модуль S перемещения за время полета упавшего на склон осколка, наибольшее удаление которого от поверхности склона за время полёта $H = 48 \text{ м}$.

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.

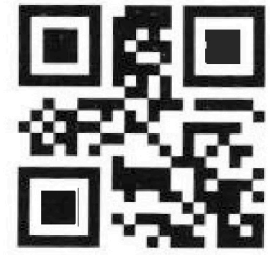
1. Во сколько m раз уменьшается давление газа в процессе сжатия?

2. Какое количество Q теплоты отведено от газа в процессе сжатия?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

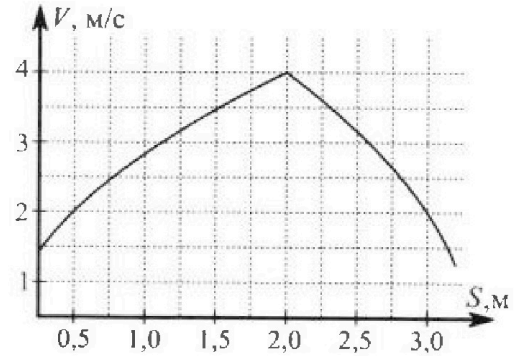
Вариант 10-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

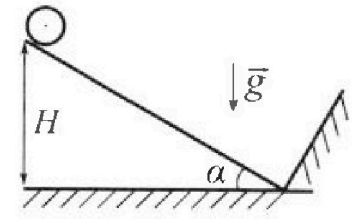
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу, которая приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Движение шайбы до и после соударения с гладкой стенкой, находящейся у основания наклонной плоскости, происходит вдоль одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости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

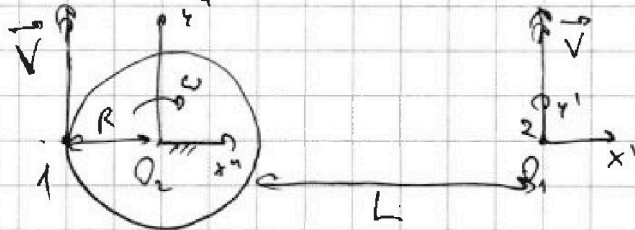
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

Дано:
 $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$
 $V = 3 \frac{\Delta}{\text{с}}$
 $q = 10 \frac{\Delta}{\text{с}}$
 $L = 9 \Delta$
 $\vec{U}_1 = ?$
 $\vec{U}_2 = ?$

Решение:



$$\frac{V}{R} = \omega \quad (R - \text{РАДИУС ОДН. РАДИА. ТОГО НАДЧУЛА})$$

$$R = \frac{V}{\omega} = 3 \Delta$$

ПЕРВЫЙ КООРДИНАТН. СИСТЕМА $O_1x_1y_1$ Т.К ОНА ПОСТУПАТЕЛЬНА, ТО КО ВСЕМ СКОРОСТЯМ ДОБАВИТСЯ ВЕКТОР $-\vec{V}$

$$\vec{U}_1 = \vec{V} + (-\vec{V}) = 0$$

ТЕПЕРЬ ПЕРЕЙДЕМ В СИСТЕМА $O_2x_2y_2$, Т.К ОНА ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ТО КО ВСЕМ ТУЧАМ ДОБАВИТСЯ УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ $-\omega$ ОТНОСИТЕЛЬНО В ТУЧКЕ O_2 .

ЗНАЧИТ:

$$\vec{U}_2 = \vec{V} + \vec{V}_0 \quad (\vec{V}_0 - \text{ВЕКТОР ВРАЩАТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ})$$

Т.К ВСЕ ТУЧКИ НАС ВЕДУТ ТОЧКА X , И УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ ω , ТО \vec{V}_0 БУДЕТ ПАРАЛЛЕЛЕН ПРЯМОЙ O_2X , В ПЛОСКОСТИ ВРАЩЕНИЯ И ВЕРНО ВСЕМ ω , ПРОТИВ НАСОНА СТРЕЛКИ И ПРАВО ВСЕМ ПО ЧАСОВОЙ ТАКЖЕ O_2y_1 НАПРАВЛ. ПЕРВИЧНОМУ O_2y_2 УКАЖЕТ В ПЛОСКОСТИ ВРАЩЕНИЯ $+\omega$, ЧТО \vec{V}_0 ПАРАЛЛЕЛ O_2y_1 . Т.К ω ПО ЧАСОВОЙ СТРЕЛКЕ, ЧТО $-\omega$ ПРОТИВ, А ЗНАЧИТ \vec{V}_0 СМЕРЯЕТ ОТ НАПРАВ. O_2y_1 , ЗНАЧИТ \vec{V}_0 СМЕРЯЕТ С O_2y_1

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



1 2 3 4 5 6 7

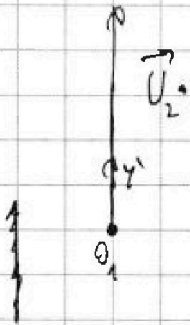
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$|\vec{V}_B| = \omega \cdot R_2 R_1 = \omega \cdot (R+L) = 1 \cdot (3+9) = 12 \frac{\Delta}{c}$$

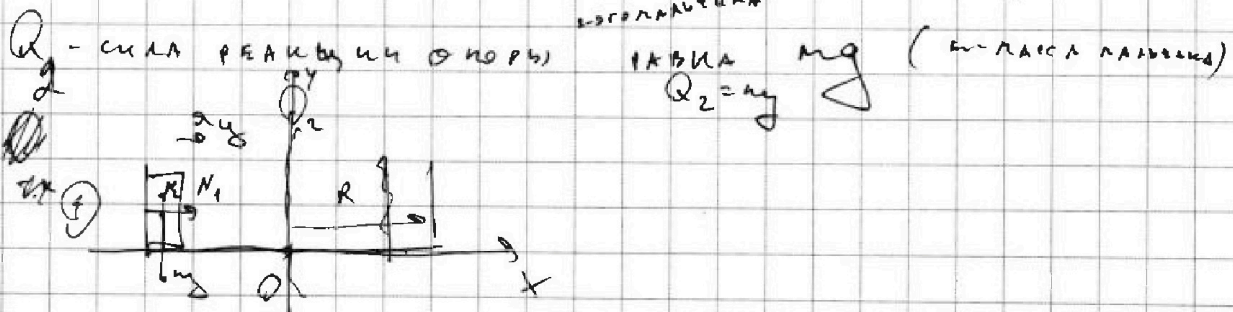
т.к. \vec{V} сонаправлен с $O_1 y'$ и \vec{V}_B сонаправлен с $O_1 y'$, АТЛАН

$$\vec{V}_2 = \vec{V} + \vec{V}_B, \text{ то } |\vec{V}_2| = |\vec{V}| + |\vec{V}_B| = v + v_B = 3 + 12 = 15 \frac{\Delta}{c}$$



т.к. сила трения ~~составляет~~ ^{очень мала} ~~мала~~, А

блочек не будет двигаться без ускорения, то



a_y - центростремительное ускорение ^{мальчика} a_y .

$$a_y = \omega^2 R = 3 \frac{\pi^2}{c^2}$$

①: закон Ньютона ^{и закон Кельтона} $N_1 = m a_y$

$$Q_x: m a_y = N_1$$

$$Q_y: 0 = N_2 - m g$$

$$N_2 = m g$$

$$Q_x = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = m \sqrt{a_y^2 + g^2}$$



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
3 из 3

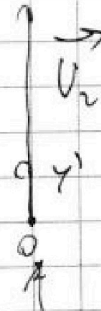
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{m \sqrt{v_2^2 + g^2} - mg}{m \sqrt{v_2^2 + g^2}} \cdot 100\% = \\ &= \frac{\sqrt{3^2 + 10^2} - 10}{\sqrt{3^2 + 10^2}} \cdot 100\% = \frac{10 \sqrt{1 + \left(\frac{3}{10}\right)^2} - 10}{10 \sqrt{1 + \left(\frac{3}{10}\right)^2}} \cdot 100\% = \\ &= \frac{\left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{3}{10}\right)^2\right) - 1}{\left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{3}{10}\right)^2\right)} \cdot 100\% = \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{9}{100} \cdot \left(1 - \frac{9}{200}\right) \cdot 100\% = \frac{9}{2} \cdot \frac{191}{200} \% = \\ &= \frac{1719}{400} \% \end{aligned}$$

ОТВЕТ: $\delta = \frac{1719}{400} \% \approx \frac{42975}{10000} \approx 4,3\%$

$$\vec{V}_1 = 0$$

$$|\vec{V}_2| = 15 \frac{m}{c}$$





1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА 1 из 3

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!

Дано:

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

$$H = 4,8 \text{ м}$$

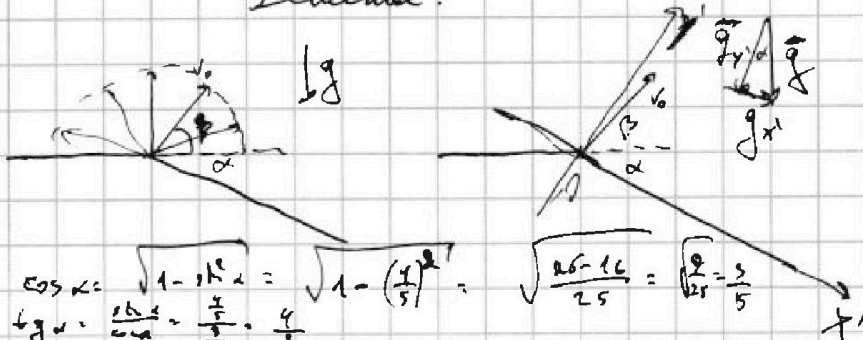
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = ?$$

$$S = ?$$

$$S_{\text{max}} = ?$$

Решение:



СКАЖЕМ ЧТО КАКОЙ-ТО ОСКОЛОК ПОЛЕТЕЛ ПОД УГЛОМ β К ГОРИЗОНТАЛИ.

СКОРОСТЬ ОСКОЛКА

$$V_{0y'} = V_0 \sin(\alpha + \beta) \quad (V_{0y'} - \text{проекция } V_0 \text{ на ось } Oy' \text{ (аналогично другой проекции с осью } Oy))$$

$$g_{y'} = g \cos \alpha$$

$$V_{0y'} = g_{y'} t_1 \quad (t_1 - \text{время за которое осколок подлетит к максимальной высоте на плоскости склона})$$

$$t_1 = \frac{V_{0y'}}{g_{y'}} = \frac{V_0 \sin(\alpha + \beta)}{g \cos \alpha}$$

$$H_m = \frac{g_{y'} t_1^2}{2} \quad (H_m - \text{максимальная высота полета осколка на плоскости склона})$$

$$H_m = \frac{g_{y'} \cdot V_{0y'}^2}{2 g_{y'}^2} = \frac{V_{0y'}^2}{2 g_{y'}} = \frac{V_0^2 \sin^2(\alpha + \beta)}{2 g \cos \alpha}$$

ИЗМЕНИ УГЛ β ПРИ КОТОРОМ H_m МАКСИМАЛЬНА СРЯДОК СРЕДИ ОСКОЛКОВ

$$0 = H'_m = \frac{V_0}{2 g \cos \alpha} \sin(2(\alpha + \beta_0)) = \frac{V_0}{2 g \cos \alpha} \sin(2(\alpha + \beta_0))$$

$$0 = \sin(2(\alpha + \beta_0)) \quad \text{т.к. } \sin(2(\alpha + \beta_0)) \text{ может быть } \pi \text{ либо } 0$$

ОСКОЛОК УЛЕТЕТ НА ГОРИЗОНТАЛЬ, ТО: $0 < 2(\alpha + \beta_0) < \pi \Rightarrow$

$$\Rightarrow \pi = 2(\alpha + \beta_0)$$

$$\beta_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha \Rightarrow \sin(\alpha + \beta_0) = \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2(\alpha + \beta_0)}{2 g \cos \alpha} = \frac{V_0^2}{2 g \cos \alpha}$$



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 3

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

$$V_0^2 = 2gH \cos \alpha$$

$$V_0 = \sqrt{2gH \cos \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{48}{3} \cdot \frac{3}{5}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = V_{0x1} t_1$$

$$t_{1g} = \frac{V_{0y1}}{g_{y1}} = \frac{V_0 \sin(\alpha + \beta)}{g \cos \alpha} \quad (\text{проекции с коор. } O_1Z_1 \text{ - } O_1O_2 \text{ и } O_1X_1 \text{ - } O_1O_2 \text{ и } O_1Y_1 \text{ - } O_1O_2 \text{ по } O_1 \text{ к горизонту})$$

$$= \frac{V_0}{g \cos \alpha}$$

$$V_{0x1} = V_0 \cos(\alpha + \beta) = V_0 \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$$

$$g_{y1} = g \sin \alpha$$

$$S = V_{0x1} \cdot 2t_{1g} + \frac{g_{x1}(2t_{1g})^2}{2} = \frac{g_{x1}(2t_{1g})^2}{2} = \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 \cdot V_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{2g \cos^2 \alpha} = 4 \cdot \frac{2gH \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2g \cos^2 \alpha} = 4H \tan \alpha$$

($2t_{1g}$ - т.к. за t_{1g} осколок поднялся к максимальной высоте и за t_{1g} опустился на плоскость)

$$S = 4 \cdot 48 \cdot \frac{4}{3} = 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 4^2 = 16^2 = 256 \text{ м}$$

$$V_{0x1} = V_0 \cos(\alpha + \beta)$$

$$S_1 = V_{0x1} \cdot 2t_1 + \frac{g_{x1}(2t_1)^2}{2} = 2 \cdot \frac{V_0^2 \cos(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}{g \cos \alpha} +$$

$$+ 2g \sin \alpha \cdot \frac{V_0^2 \sin^2(\alpha + \beta)}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \sin^2(\alpha + \beta) + \frac{V_0^2 \sin(2(\alpha + \beta))}{g \cos \alpha}$$

или $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$ угол β_1 при котором достигаются максимальные

$S_1 = S_{\max}$

$$0 = S_1' = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \cos(2(\alpha + \beta)) \cdot 2 + \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \cdot 2 \sin(\alpha + \beta) \cos(\alpha + \beta)$$

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
3 ИЗ 3

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!

$$0 = \frac{2V_0}{g \cos \alpha} \cdot \cos(2(\alpha + \beta_1)) + \frac{2V_0}{g \cos \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \sin(2(\alpha + \beta_1))$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(2(\alpha + \beta_1)) = -\cos(2(\alpha + \beta_1))$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(2(\alpha + \beta_1)) = -1$$

$$\operatorname{tg}(2(\alpha + \beta_1)) = -\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = -\frac{3}{4} \quad \delta = 2(\alpha + \beta_1)$$

$$\operatorname{tg} \delta = -\frac{3}{4}$$

$$\frac{\sin \delta}{\cos \delta} = -\frac{3}{4}$$

$$\sin^2 \delta = \frac{9}{16} (1 - \sin^2 \delta)$$

$$\sin^2 \delta (1 + \frac{9}{16}) = \frac{9}{16}$$

$$\sin^2 \delta \cdot \frac{25}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\sin \delta = \pm \frac{3}{5}, \text{ так } \delta > 0, \text{ то } \sin \delta = \frac{3}{5}, \text{ т.к. } \operatorname{tg} \delta < 0, \text{ то } \delta \in (\frac{3\pi}{2}, \pi)$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{11}{2} + \arccos\left(\frac{3}{5}\right) = \frac{11}{2} + \alpha$$

$$2\alpha + 2\beta_1 = \frac{11}{2} + \alpha$$

$$\beta_1 = \frac{11}{4} - \frac{\alpha}{2}$$

$$S_{\max} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \sin^2(\alpha + \beta_1) + \frac{V_0^2 \sin(2(\alpha + \beta_1))}{g \cos \alpha}$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \alpha \sin^2\left(\frac{11}{4} + \frac{\alpha}{2}\right)}{g \cos^2 \alpha} + \frac{V_0^2 \sin\left(\frac{11}{2} + \alpha\right)}{g \cos \alpha}$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \left(\frac{1 - \cos\left(\frac{11}{2} + \alpha\right)}{2} \right) + \frac{V_0^2 \cos \alpha}{g \cos \alpha}$$

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

$$= \frac{24^2}{10} \cdot \frac{\left(\frac{4}{5} + 1\right)}{\frac{9}{25}} = 288 \text{ м}$$

$$\text{ОТВЕТ: } V_0 = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}; S = 256 \text{ м}; S_{\max} = 288 \text{ м}$$



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
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!

Дано:

$$A = \frac{5}{24} U_0$$

$$U_0 = 5,4 \text{ кДж}$$

~~А?~~
m? ρ ?
Q? ρ ?

Решение:

z - количество молекул со скоростью z параллельно на единицу площади

$$z \sim n \sqrt{T} \sim \frac{N}{V} \sqrt{T} \sim \frac{\sqrt{T}}{V}, \text{ т.к. } N = \text{const}$$

$$z = \text{const} \Rightarrow \frac{\sqrt{T}}{V} = \text{const}$$

$$pV = \nu RT$$

$$T = \frac{pV}{\nu R}$$

$$\frac{\sqrt{T}}{V} = \frac{\sqrt{\frac{pV}{\nu R}}}{V} = \frac{p^{\frac{1}{2}} V^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{\nu R}} = \text{const}$$

$$p^{\frac{1}{2}} V^{-\frac{1}{2}} = \text{const}$$

$$p V^{-1} = \text{const}$$

$$p \sim V \Rightarrow p = \alpha_0 V$$

~~A?~~ p_0, V_0, T_0 (свойства газа в начальном состоянии параллельно)

$$A = - \int_{V_0}^{\alpha_1 V_0} p dV = - \int_{V_0}^{\alpha_1 V_0} \alpha_0 V dV = - \alpha_0 \frac{(\alpha_1^2 V_0^2 - V_0^2)}{2} = \frac{\alpha_0 V_0^2}{2} (1 - \alpha_1^2)$$

(V - конечный объем вытесни через $\alpha_1 V_0$)
(ρ_1 - конечная плотность)

$$U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} \alpha_0 V_0^2$$

$$\frac{A}{U_0} = \frac{\frac{\alpha_0 V_0^2}{2} (1 - \alpha_1^2)}{\frac{3}{2} \alpha_0 V_0^2} = \frac{(1 - \alpha_1^2)}{3}$$

$$\frac{3A}{U_0} = 1 - \alpha_1^2 \Rightarrow \alpha_1^2 = 1 - \frac{3A}{U_0} \Rightarrow \alpha_1 = \sqrt{1 - \frac{3A}{U_0}} = \sqrt{\frac{U_0 - 3A}{U_0}}$$

$$p_1 = \alpha_0 V_1, \quad \alpha_0 \propto_1 V_0$$

$$p_0 = \alpha_0 V_0$$

$$M = \frac{p_0}{p_1} = \frac{1}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{U_0}{U_0 - 3A}} = \sqrt{\frac{U_0}{U_0 - \frac{3 \cdot 5}{24} U_0}} = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{5}{9}}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{4}{9}}} = \sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3}{2} = 1,5$$



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
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!

$$\begin{aligned} Q_n = -Q &= \Delta U + A = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_0 V_0) - A = \quad (Q_n - \text{подвращающая работа}) \\ &= \frac{3}{2}(\alpha_0 V_1^2 - \alpha_0 V_0^2) - A = \frac{3}{2}\alpha_0(\alpha_1^2 V_0^2 - V_0^2) = \frac{3}{2}\alpha_0 V_0^2(\alpha_1^2 - 1) = V_0(\alpha_1^2 - 1) \\ &= V_0\left(1 - \frac{2A}{V_0} - 1\right) = -2A - A = -4A \end{aligned}$$

$$Q = 4A = 4 \cdot \frac{5}{24} \cdot V_0 = 4 \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{0,2}{5} \cdot 4 \text{ Дж} = 4 \cdot \frac{5 \cdot 0,2}{24} \cdot 4 \text{ Дж} = 4 \text{ Дж}$$

$$\boxed{\text{ОТВЕТ: } m=1,5; Q=4 \text{ Дж}}$$



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 6

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!

QR
ДАНО:

график $v(t)$

$$v = 4 \frac{\Delta}{c}$$

$$g = 10 \frac{\Delta}{c^2}$$

Решить

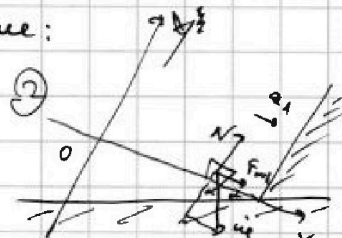
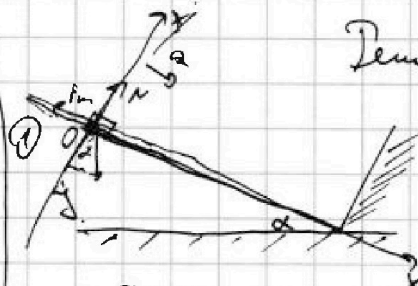
$$\left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = \frac{g \cos \alpha}{\mu}$$

$a = ?$

$\mu = ?$

$T = ?$

Решение:



по III закону Ньютона: (масса шара 561)
1. к $\vec{F}_p = m\vec{a}$ (F_p - результирующая всех сил при ускорении)

то $a = \frac{F_p}{m}$, а $A_{F_p} = F_p \cdot \Delta S$

$F_p = mg \sin \alpha$
Закон сохранения энергии:
(300) $\frac{mv_1^2}{2} + A_{F_p} = \frac{mv_2^2}{2}$ (скорость в точке 1 $v_1 = 2 \frac{\Delta}{c}$, скорость в точке 2 $v_2 = 4 \frac{\Delta}{c}$)

$$\frac{mv_1^2}{2} + m a (S_2 - S_1) = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$a = \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2(S_2 - S_1)} = \frac{(4^2 - 2^2)}{2(2 - 0,5)} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 1,5} = \frac{12}{3} = 4 \frac{\Delta}{c^2}$$

из III закона Ньютона касаясь

$$\Sigma X: m a = m g \sin \alpha - F_m$$

$$\Sigma Y: 0 = N - m g \cos \alpha$$

$$N = m g \cos \alpha$$

$$F_m = \mu N = \mu m g \cos \alpha, \text{ т.к. движение есть}$$

$$m a = m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

2: т.к. по III закону Ньютона:

$$\vec{F}_{p1} = m \vec{a}_1 \text{ (} F_{p1} \text{ - резулт. всех сил при замедлении)}$$

$$\Rightarrow F_{p1} = m a_1, \text{ а } A_{F_{p1}} = -F_{p1} \Delta S = -m a_1 \Delta S, \text{ т.к. } \Delta S \text{ - изменение пути, а сила направлена против движения при замедлении.}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 6

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!

5 сд):

$$\frac{m'V_1'^2}{2} + A_{\text{ФР}_1} = \frac{m'V_2'^2}{2} \quad \left(\begin{array}{l} \text{СКОРОСТЬ В ТОЧКЕ 1: } V_1' = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow S_1' = 2 \text{ м} \\ \text{СКОРОСТЬ В ТОЧКЕ 2: } V_2' = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow S_2' = 3 \text{ м} \end{array} \right)$$

(ДО ЧТОБЫ УСТАБИЛИТЬ,
ПОСЛЕ ЗАМЕРЯЛИ ЧИР)

$$\frac{m'V_1'^2}{2} - m'a_1(S_2' - S_1') = \frac{m'V_2'^2}{2}$$

$$a_1(S_2' - S_1') = \frac{V_1'^2 - V_2'^2}{2}$$

$$a_1 = \frac{V_1'^2 - V_2'^2}{2(S_2' - S_1')} = \frac{4^2 - 2^2}{2(3 - 2)} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 1} = \frac{12}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

из III ЗАКОНА НЬЮТОНА О СЧ

$$\text{Ox: } m'a_1 = m'g \sin \alpha + F_{\text{м1}}$$

$$\text{Oy: } 0 = N - m'g \cos \alpha$$

$$N = m'g \cos \alpha$$

$$F_{\text{м1}} = \mu N = \mu m'g \cos \alpha, \text{ т.к. АВНТ ВКНН ЕСТЬ.}$$

$$m'a_1 = m'g \sin \alpha + \mu m'g \cos \alpha$$

$$\text{б) } a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\text{б) + а): } a_1 + a = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a}{2g} = \frac{4 + 6}{2 \cdot 10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{а) } a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\mu = \frac{a_1 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 10 \cdot \frac{1}{2}}{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{5\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{15}$$

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.



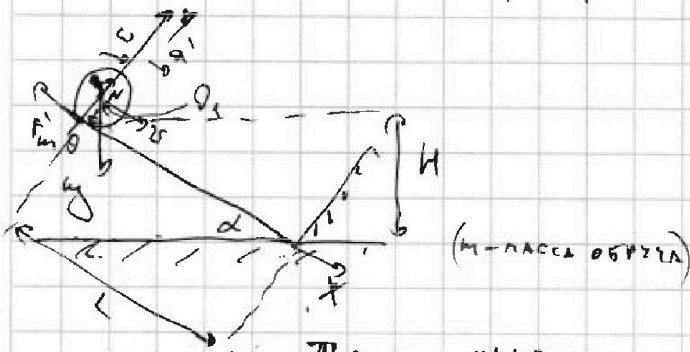
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 6

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!

Т.к. при скольжении $\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| = \frac{g \cos \alpha}{R}$ (относ. точки Q_1) ~~то~~, то $\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| \cdot I = F_{m1}' R$

(F_{m1}' - сила трения при скольжении)



Запишем III закон Ньютона на оси:

$$O_x: m a' = m g \sin \alpha - F_{m1}'$$

$$O_y: N = m g \cos \alpha$$

$$F_{m1}' = \mu N = \mu m g \cos \alpha, \text{ т.к. } F_{m1}' \text{ - при скольжении}$$

$$\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| I = F_{m1}' R$$

$$\frac{\mu g \cos \alpha}{R} I = \mu m g \cos \alpha R$$

$$I = m R^2$$

ε - угловое ускорение обрыва при катании (ω - угловая скорость, v - скорость)

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

$$\frac{a'}{R} = \varepsilon$$

$$\varepsilon I = F_{m1}' R, \text{ в } \textcircled{O}_1$$

$$\frac{a'}{R} m R^2 = F_{m1}' R$$

$$F_{m1}' = m a'$$

$$m a' = m g \sin \alpha - m a'$$

$$a' = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 1}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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
4 ИЗ 6

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!

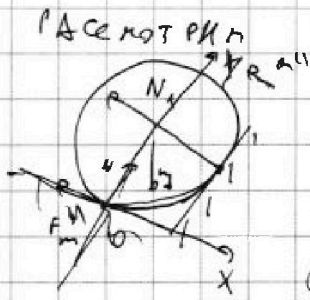
$$L = \frac{a' t_1^2}{2} \quad (\text{т.к. и начальная скорость } 0)$$

$$V = a' t_1$$

$$t_1 = \frac{V}{a'}$$

$$L = \frac{a'}{2} \cdot \frac{V^2}{a'^2} = \frac{V^2}{2a'}$$

$$H = L \sin \alpha = \frac{V^2}{2a'} \sin \alpha = \frac{4^2}{2 \cdot 5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ м}$$



ПАСЕКОТРИН ПОЛОЖИТ ПУАРА:
запишем 2 уравнения к этому состоянию:
(F_{mx}'' - проекция F_m'' на ось Ox)

$$Ox: m a' = N_1 - F_{mx}'' - mg \sin \alpha$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

т.к. соударения очень быстрые N_1 много больше

любой константы $\Rightarrow N_1 \gg mg \sin \alpha$

$$N_1 \gg mg \sin \alpha > mg \cos \alpha = N$$

~~Вместо~~ $|F_{mx}''| \leq N$ - сравним с N

$$N_1 \gg |F_{mx}''|$$

значит $m a' = N_1$, а значит

во время удара есть только ускорения поступательное
вдоль все составляющие силы $\neq 0$ направлены
много меньше N_1 и за малое время не успеют измениться

значениям закон сохранения энергии

$$E_B + \frac{mV^2}{2} = E_B + \frac{m(V')^2}{2} \quad (E_B - \text{энергия вращательная на шарике})$$

$(V' = |V|)$, но направление в другую сторону значит $\Delta v = 2V$

обрату кинулся в обратную сторону, а значит $\Delta v = 2V$
в обратную сторону со скоростью V .

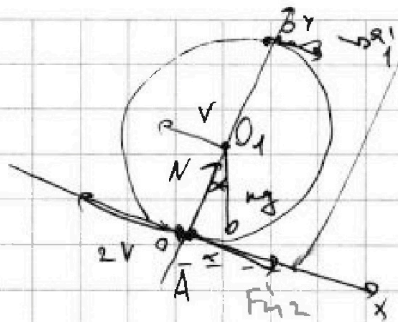
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 ИЗ 6

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!



Тогда касательная скорость в точке $\omega = \frac{v}{R}$ (с-м по часовой стрелке)

A - точка касания сферы и плоскости

т.к. плоскость параллельна поверхности, то $\sum F_x = \frac{mg \cos \alpha}{R}$

II закон Ньютона на ось;

$$O_x: m a_1' = mg \sin \alpha + F_{m2}'$$

$$O_y: 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

т.к. плоскость параллельна поверхности $F_{m2}' = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$$m a_1' = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1' = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

v_1 - скорость центра, радиус пока не известен, просчитываем дальше.

ω_1 - то же самое для угловой скорости.

$$v_1(t) = v - a_1' t = v - g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

$$\omega_1(t) = \frac{v}{R} - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t}{R}$$

v_A - скорость точки A пока не знаем, просчитываем дальше.

$$v_A(t) = v_1(t) + \omega_1 R(t) = v - g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t + v - \mu g \cos \alpha t = 2v - g (\sin \alpha + 2\mu \cos \alpha) t$$

$v_A(t_0) = 0$ t_0 - время когда точка A остановится



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
6 ИЗ 6

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!

$$0 = 2V - g(\sin \alpha + 2\mu \cos \alpha) t_0$$
$$t_0 = \frac{2V}{g(\sin \alpha + 2\mu \cos \alpha)} = \frac{2 \cdot 4}{10 \left(\frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} = \frac{4}{5 \cdot \left(\frac{1}{2} + 1 \right)}$$
$$= \frac{4}{\frac{5}{2} + 1} = \frac{4}{\frac{7}{2}} = \frac{8}{7} \text{ с}$$

$v_1(t_k) = 0$ (время за которое обрзу осталося 5 м
(и дошел до максимальной высоты) если всё это время
прескать обрзу)

$$v = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t_k$$
$$t_k = \frac{v}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{4}{10 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} = \frac{4}{5 + 1} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ с}$$

$t_k < t_0$, значит всё время t_k - обрзу скользит, значит

$$T = t_k = \frac{2}{3} \text{ с}$$

ОТВЕТ: $a = g \frac{\Delta}{2}$ ($\mu = 1/2$); $T = \frac{2}{3} \text{ с}$



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
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!

$$F_2 = \frac{2\pi GmM}{S} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,64 \cdot 10^{-11} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{0,5} =$$
$$= 16 \cdot 12 \cdot 3,14 \cdot 6,64 \cdot 10^{-14} = 4021,2096 \cdot 10^{-14} \text{ Н} =$$
$$= 4,0212096 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$$

$$\text{ОТВЕТ: } F_1 = 3,2 \text{ Н}$$

$$F_2 = 4,0212096 \cdot 10^{-12} \text{ Н} \approx 4 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$$

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!

Дано:

$$S = 0,5 \text{ м}^2$$

$$Q = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q = -3,54 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$M = 4 \text{ мкг}$$

$$m = 12 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$$

$$d \ll 0,5 \text{ м}$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

Решение:

a - сторона квадрата

$$S = a^2$$

$$a = \sqrt{S} = \sqrt{0,5} \text{ м} \quad a^2 = 0,5$$

$$\sqrt{0,49} < \sqrt{0,5}$$

$$0,7 < \sqrt{0,5} \Rightarrow a > 0,7$$

$$a > 0,7 \gg d \Rightarrow a \gg d \quad \text{значит можно считать}$$

что для заряда пластина - это бесконечная

плоскость.

$$E_n = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad \text{- напряженность бесконечной плоскости.}$$

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$F_{1 \text{ на } q} = |E_n q| = \frac{|Q q|}{2\epsilon_0 S} \quad \text{сила взаимодействия зарядов на поверхности плоскости}$$

по закону Ньютона сила одного происхождения

действует в обратном направлении, а значит $F_1 = F_{1 \text{ на } q} = \frac{|Q q|}{2\epsilon_0 S}$

$$F_1 = \frac{Qq}{2\epsilon_0 S} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \cdot (-3,54 \cdot 10^{-9})}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,5} = \frac{28,32}{8,85} = \frac{3,4 \cdot 10^{-17}}{8,85 \cdot 10^{-12}} = \frac{3,4 \cdot 10^{-5}}{8,85} = \frac{3,4}{8,85} \cdot 10^{-5} = 0,38 \cdot 10^{-5} = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

по аналогии между силой кулона и гравитационной:

$$q = \frac{M}{2\epsilon_1} \quad (\epsilon_1 \text{ - масса на единицу объема})$$

$$m = \frac{M}{S}$$

$$F_{2 \text{ на } q} = \frac{q^2}{2\epsilon_1 S} = \frac{M^2}{2\epsilon_1 S^2} = \frac{m M}{2\epsilon_1 S} = \frac{2\epsilon_1 G m M}{S}$$

по закону Ньютона $F_2 = F_{2 \text{ на } q} = \frac{2\epsilon_1 G m M}{S}$

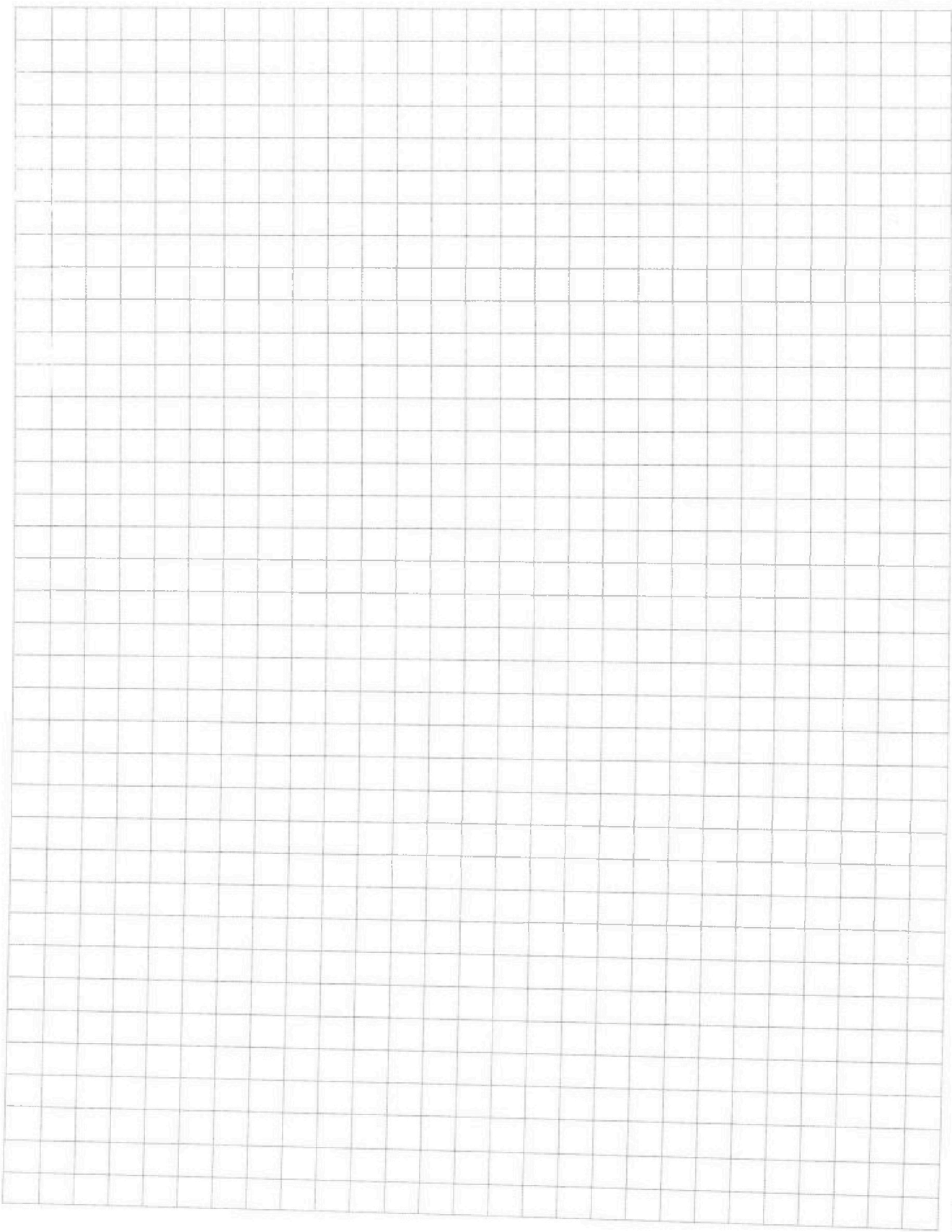


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

$$2 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 3 = \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 3^2} = \sqrt{4^3 \cdot 3^2} = \sqrt{2^6 \cdot 3^2} = 8 \cdot 3$$

$$\begin{array}{r} 885 \overline{) 5} \\ 5 \\ \hline 32 \\ 35 \\ \hline 38 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 2832 \overline{) 3} \\ 27 \\ \hline 13 \\ -12 \\ \hline 1 \\ 2 \\ 24 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{8}{16}$$

$$\begin{array}{r} 12 \overline{) 24} \\ 24 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97 \\ + 97 \\ \hline 194 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2832 \overline{) 885} \\ 5664 \\ \hline 3186 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54 \overline{) 27} \\ 54 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 285 \overline{) 3} \\ 285 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 36} \\ 20 \\ \hline 16 \\ + 16 \\ \hline 32 \\ + 16 \\ \hline 48 \\ + 16 \\ \hline 64 \\ + 16 \\ \hline 80 \\ + 16 \\ \hline 96 \\ + 16 \\ \hline 112 \\ + 16 \\ \hline 128 \\ + 16 \\ \hline 144 \\ + 16 \\ \hline 160 \\ + 16 \\ \hline 176 \\ + 16 \\ \hline 192 \\ + 16 \\ \hline 208 \\ + 16 \\ \hline 224 \\ + 16 \\ \hline 240 \\ + 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

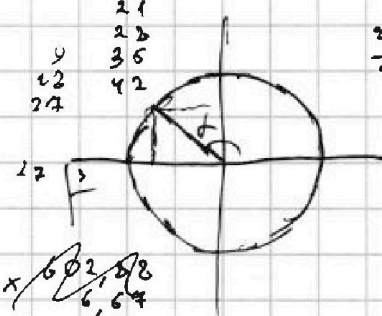
$$\begin{array}{r} 24 \overline{) 48} \\ 48 \\ \hline 0 \end{array}$$

5 1
10 1
15 1
20 1
25 1
30 1
35 1

3
6
9
12
15
18
21
24
27

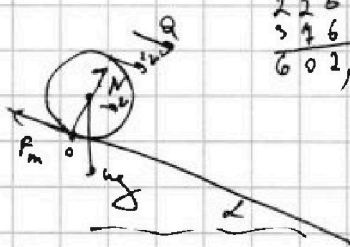
$$\begin{array}{r} 41 \\ 81 \\ 161 \\ 201 \\ 246 \\ 282 \\ 326 \\ 363 \\ 404 \\ 444 \\ 484 \\ 524 \\ 564 \\ 604 \\ 644 \\ 684 \\ 724 \\ 764 \\ 804 \\ 844 \\ 884 \\ 924 \\ 964 \\ 1004 \end{array}$$

7
14
21
28
35
42



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

$$A = \frac{V}{\omega} = 9 \text{ m}$$



$$I = m R^2$$

$$\text{slip } \mu = \frac{F_m}{F_N} = \frac{F_m}{mg \cos \alpha}$$

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

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

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

$$\Sigma I = F_m R$$

$$\frac{9}{R} \cdot m R^2 = F_m R$$

$$F_m = 9 \text{ m}$$

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

$$\frac{a}{R} = \epsilon$$

$$\frac{100}{191}$$

$$\begin{array}{r} 3,54 \\ \times 43 \\ \hline 13182 \\ + 14112 \\ \hline 152934 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{9m}{2}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 100}{2}} = \sqrt{450} = 21,21$$

$$m a = mg \sin \alpha - F_m = mg \sin \alpha - 9m$$

$$2\alpha = g \sin \alpha$$

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

$$100 + 9 = 109$$

$$\begin{array}{r} 154 \\ 265 \\ \times 602,28 \\ \hline 922016 \\ 361328 \\ \hline 922016 \\ 361328 \\ \hline 40212096 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1419 \\ \times 25 \\ \hline 35475 \\ + 14190 \\ \hline 35475 \\ + 14190 \\ \hline 42975 \end{array}$$