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.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_Г}{N_K}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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 некоторое время после в ылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

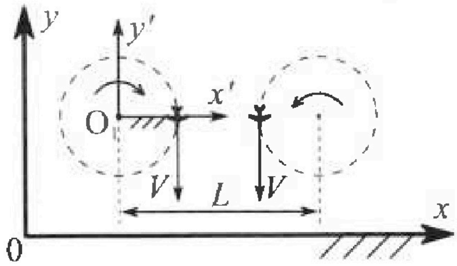
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

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/с^2.

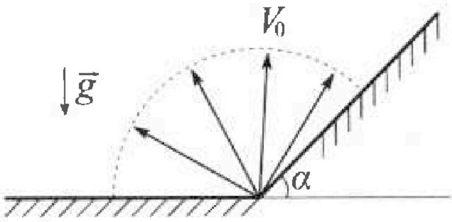


1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени са молеты 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.

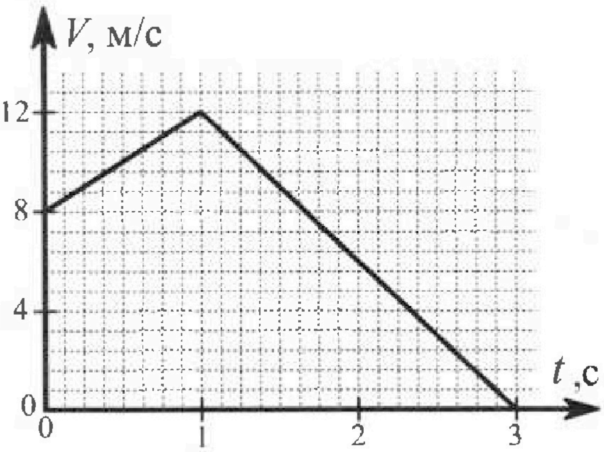
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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



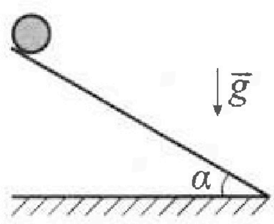
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. *В первом опыте* на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.



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

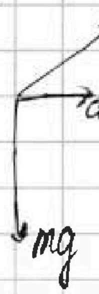
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в n = 3 раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно S = 1 м?
3. Найдите ускорение a, с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Задача №1

~~Задача~~ Рассмотрим силы, действующие на лётчика:



(для обоих лётчиков они одинаковые)

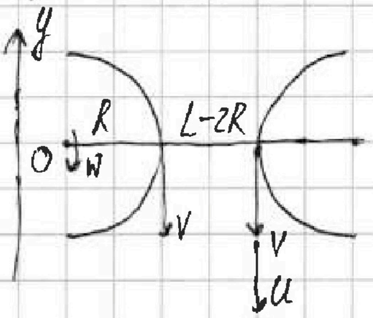
N – сила реакции со стороны самолёта

mg – сила тяжести. $|N| = |P|$, где P – вес лётчика

При этом лётчик движется по окружности ~~⇒~~ ⇒ нормальное ~~тангенсальное~~ ускорение $a = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \vec{N} = m\frac{V^2}{R} - \vec{mg} \Rightarrow |N| = \sqrt{m^2g^2 + m^2\frac{V^4}{R^2}} = P$

$\delta = \cancel{\ldots} - \frac{mg}{P} + 1 = 1 - \frac{1}{\sqrt{1+\frac{V^4}{R^2g^2}}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \boxed{\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}}$ – Ответ 1

$\delta = 100 \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$ – процентов



Пусть w – скорость вращения с.о.

$w = \frac{V}{R} \Rightarrow u = V - w(L-R) = V - \frac{V(L-R)}{R} =$

$= 2V - V\frac{L}{R} = \boxed{3V}$ и направлена вверх (в плоскости рисунка)

Ответ №2

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

$$4v_y^4 - 4v_y^2 v_0^2 + v_0^4\cos^2\alpha = 0$$

$$D = 16v_0^4 - 4\cdot 4\cdot v_0^4\cos^2\alpha = 16v_0^4\sin^2\alpha$$

$$v_y^2 = \frac{4v_0^2 \pm 4v_0^2\sin\alpha}{8} = v_0^2\,\frac{1\pm\sin\alpha}{2}$$

$$v_{y_{1,2}} = v_0\sqrt{\frac{1\pm\sin\alpha}{2}}$$ — экстремумы $\Rightarrow$

$$f(v_{y_1}) = v_0\sqrt{\frac{1+\sin\alpha}{2}}\cdot\sqrt{v_0^2 - v_0^2\frac{1+\sin\alpha}{2}} - v_0^2\,\frac{1+\sin\alpha}{2}\cdot tg\alpha = v_0^2\sqrt{\frac{1+\sin\alpha}{2}}\cdot\sqrt{\frac{2-1-\sin\alpha}{2}} - v_0^2\,\frac{1+\sin\alpha}{2}\,tg\alpha =$$

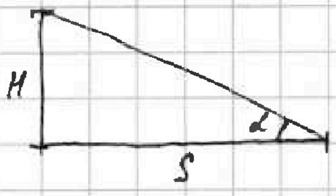
$$= v_0^2\left(\sqrt{\frac{(1+\sin\alpha)(1-\sin\alpha)}{4}} - \frac{1+\sin\alpha}{2}\,tg\alpha\right) = v_0^2\left(\frac{\cos\alpha}{2} - \frac{tg\alpha}{2} - \frac{\sin\alpha\, tg\alpha}{2}\right)$$

$$f(v_{y_2}) = v_0\sqrt{\frac{1-\sin\alpha}{2}}\cdot\sqrt{v_0^2 - v_0^2\frac{1-\sin\alpha}{2}} - v_0^2\,\frac{1-\sin\alpha}{2}\,tg\alpha = v_0^2\left(\frac{\cos\alpha}{2} - \frac{tg\alpha}{2} + \frac{\sin\alpha\, tg\alpha}{2}\right) \Rightarrow$$

$\Rightarrow f(v_{y_2}) > f(v_{y_1}) \Rightarrow f(v_{y_2})$ — максимум $\Rightarrow \dfrac{S_H}{2}g\cos\alpha = v_0^2\left(\dfrac{\cos\alpha}{2} - \dfrac{\sin\alpha}{2\cos\alpha} + \dfrac{\sin^2\alpha}{2\cos\alpha}\right)$

$S_H g\cos^2\alpha = v_0^2(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha - \sin\alpha) \Rightarrow S_{макс} = \boxed{\dfrac{v_0^2}{g}\cdot\dfrac{1-\sin\alpha}{\cos^2\alpha}\ \text{— Ответ 2}}$

По ЗСЭ: $mgH = \frac{mV^2}{2}$, где H – высота, на которую опустилась бочка, набрав скорость $V \Rightarrow V = \sqrt{2gH}$



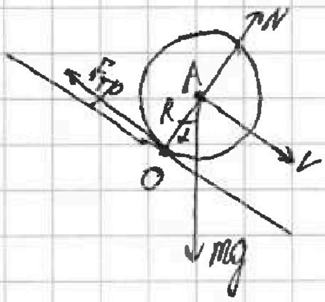
$H = S\,tg\,\alpha \Rightarrow V = \sqrt{2gS\,tg\,\alpha} = \sqrt{2\cdot 10\cdot 1\cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}$ м/с $=$

$= \boxed{2\sqrt{\frac{5}{\sqrt{3}}}\ \text{м/с} - \text{Ответ 2}}$

Бочка вращается относ. точки $O \Rightarrow$

$\Rightarrow a$ (см. вопрос 3) $= \gamma R$, R – радиус бочки

γ – угловое ускорение $\quad \gamma J_O = \sum M$



J_O – момент инерции $\quad \sum M$ – сумма моментов сил.

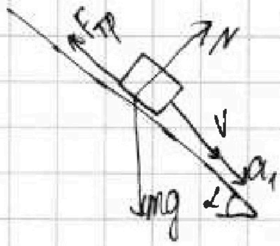
$M_N = M_{F_{тр}} = 0 \Rightarrow \sum M = M_{mg} = mgR\sin\alpha$

$J_O = mR^2 + J_A = mR^2 + \frac{1}{4}mR^2 + ?$

$a = R^2 mg\sin\alpha \cdot \frac{1}{J_O}$

Задача №3

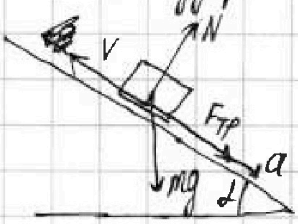
Посмотрим, какие силы действуют на шайбу вначале:



m – масса шайбы N – сила реакции опоры $F_{тр}$ – сила трения
a – ускорение μ – коэф трения

$$ma_1 = -F_{тр} + mg\sin\alpha = mg\sin\alpha - \mu N = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$$

и после удара:



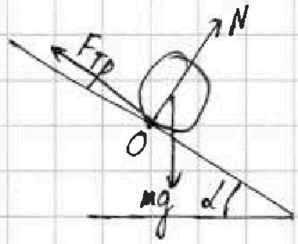
$$ma_2 = mg\sin\alpha + F_{тр} = mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha$$

$a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{a_1+a_2}{2g}$, найдём a_1 и a_2

из графика, как $\frac{|\Delta V|}{\Delta t}$: $a_1 = 4\,м/с^2$ $a_2 = 6\,м/с^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{\sin\alpha = 0{,}5 \text{ – Ответ №1}}$

Запишем силы, действующие на бочку:



m – масса бочки с водой. N и $F_{тр}$ – аналогично ~~перв~~ первому опыту. и μ

Бочка катится без проскальзования $\Rightarrow$

$\vec{mg} + \vec{F_{тр}} + \vec{N} = 0 \Rightarrow \vec{N} = mg\cos\alpha$ $F_{тр} \leq \mu N = \mu mg\cos\alpha$

$$F_{тр} = mg\sin\alpha \Rightarrow mg\sin\alpha \leq \mu mg\cos\alpha \Rightarrow \underline{\mu \geq tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{0{,}5}{\sqrt{1-0{,}25}} = \frac{1}{\sqrt{3}}}$$

Ответ 4

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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

Задача №4

Пускай $V=V_г=V_к$ – объём, $P=P_г+P_к$ – давление

гелий, кислород, суммарное

Тогда в изохорном процессе $Q=\Delta U_1+A_1=\Delta U_1+\int P dV=\Delta U_1=\Delta U_г+\Delta U_к=$

внут. энергия; работа; $\int P dV = 0$

$=\frac{3}{2}\nu_г R\Delta T_1+\frac{5}{2}\nu_к R\Delta T_1$ $Q=C_V\Delta T_1\Rightarrow C_V=\frac{Q}{\Delta T_1}=\boxed{20\ \frac{Дж}{К}\text{ – Ответ №2}}$

А в изобарном: ~~$Q=\Delta U_2+A=\Delta U_{2г}+\Delta U_{2к}+P_г\Delta V+P_к\Delta V=\ldots=$~~

~~$\frac{3}{2}\nu_г R\Delta T_2+\frac{5}{2}\nu_к R\Delta T_2+\nu_г R\Delta T_2+\nu_к R\Delta T_2$~~ $Q=\Delta U_2+A_2\Rightarrow A_2=Q-\Delta U_2=$

$=Q-\frac{3}{2}\nu_г R\Delta T_2-\frac{5}{2}\nu_к R\Delta T_2=Q-Q\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}=\boxed{360\text{ Дж – Ответ №1}}$

из изохорного

$A_2=A_{2г}+A_{2к}=P_г\Delta V+P_к\Delta V=\nu_г R\Delta T_2+\nu_к R\Delta T_2\Rightarrow \nu_г+\nu_к=\frac{A_2}{\Delta T_2 R}=x$

$3\nu_г+5\nu_к=\frac{2Q}{R\Delta T_1}=y\Rightarrow \frac{y-3x}{2}=\nu_к=\frac{N_к}{N_A}$ $x-\frac{y-3x}{2}=\frac{5x-y}{2}=\nu_г=\frac{N_г}{N_A}$

$\frac{N_г}{N_к}=\frac{\nu_г}{\nu_к}=\frac{5x-y}{y-3x}=\frac{5\frac{A_2}{\Delta T_2}-2\frac{Q}{\Delta T_1}}{2\frac{Q}{\Delta T_1}-3\frac{A_2}{\Delta T_2}}=\boxed{5\text{ – Ответ №3}}$

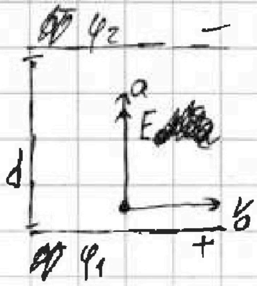
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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

Задача №5



E — поле создаваемое обкладками

a — ускорение частицы   m — масса   q — заряд

$$a=(E)\gamma \qquad R=\frac{V_0^2}{a}=\frac{V_0^2}{\gamma\cdot(E)}\Rightarrow E=\frac{V_0^2}{\gamma R}$$

$$U=\varphi_2-\varphi_1=(E)d=\boxed{\frac{V_0^2 d}{\gamma R}}$$ — ответ 1

ΔE — изменение кин. энергии частицы ΔW — пот. энергии.

$$\Delta E+\Delta W=0 \qquad \Delta E=\frac{mV^2}{2}-\frac{mV_0^2}{2} \qquad \Delta W=qE\cdot\left(-\frac{3}{8}d\right)\Rightarrow \frac{3}{8}dqE_1=\frac{m}{2}(V^2-V_0^2)$$

$$\frac{3}{4}d\gamma E=V^2-V_0^2\Rightarrow V=\sqrt{\frac{3}{4}d\gamma\cdot\frac{V_0^2}{\gamma R}+V_0^2}=V_0\sqrt{\frac{3d}{4R}+1}$$ — Ответ 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 ☐

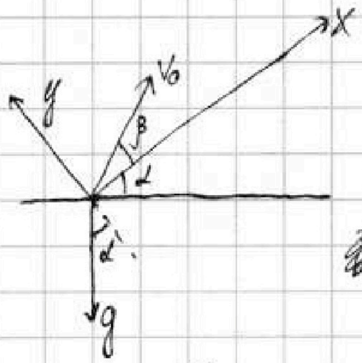
СТРАНИЦА 1 ИЗ 2

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

Наибольшая высота будет у того осколка, который полетел вертикально вверх. Тогда пусть он достиг этой высоты за время T_0, а его скорость в этот момент $=0 \Rightarrow V_0 = gT_0$

$H = V_0 T_0 - \frac{gT_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH} = \boxed{30\,м/с - Ответ\ 1}$



Запишем уравнения движения на оси x и y (см. рис.) для произвольного осколка:

по y: $y = V_y T - \frac{g\cos\alpha\, T^2}{2}$ y-координата по y, аналогично x — по x. V_x и V_y — проекции V_0 на оси, T — время полёта

по x: $x = V_x T - \frac{g\sin\alpha\, T^2}{2}$

$V_y; V_x \geq 0 \quad V_y^2 + V_x^2 = V_0^2$

Пусть t — момент времени, когда осколок упал на склон, тогда

$y(t) = 0$, а $x(t) = S \Rightarrow 2V_y = t\,g\cos\alpha$ $\cancel{S = V_x T - \frac{g\sin\alpha T^2}{2}}$ $S = V_x t - \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow t = \frac{2V_y}{g\cos\alpha} \Rightarrow S = \frac{2V_yV_x}{g\cos\alpha} - \frac{2V_y^2}{g\cos^2\alpha}\sin\alpha \Rightarrow V_yV_x - V_y^2\,tg\alpha = \frac{S}{2}g\cos\alpha$

$V_y\sqrt{V_0^2 - V_y^2} - V_y^2\,tg\alpha = \frac{S}{2}g\cos\alpha = f(V_y) \sim S$ Найдём экстремум $f(V_y)$

$f'(V_y) = -2V_y\,tg\alpha + \sqrt{V_0^2 - V_y^2} + V_y \cdot \frac{1}{2\sqrt{V_0^2 - V_y^2}} \cdot (-2V_y) = 0$

$2V_y\,tg\alpha + \frac{V_y^2}{\sqrt{V_0^2 - V_y^2}} = \sqrt{V_0^2 - V_y^2}$

$2V_y\,tg\alpha\sqrt{V_0^2 - V_y^2} + V_y^2 = V_0^2 - V_y^2$

$2V_y\,tg\alpha\sqrt{V_0^2 - V_y^2} = V_0^2 - 2V_y^2$

$4V_y^2V_0^2\,tg^2\alpha - 4V_y^4\,tg^2\alpha = V_0^4 + 4V_y^4 - 4V_0^2V_y^2$

$4V_y^2V_0^2(tg^2\alpha + 1) - 4V_y^4(tg^2\alpha + 1) - V_0^4 = 0$

$4V_y^2V_0^2 - 4V_y^4 - V_0^4\cos^2\alpha = 0$

$4V_y^4 - 4V_y^2V_0^2 + V_0^4\cos^2\alpha = 0$

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 __ ИЗ __

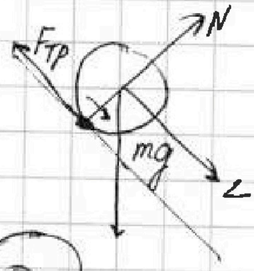
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

1

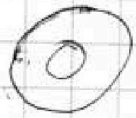
$Q = \Delta U + A \Rightarrow Q = \Delta U = C_V \Delta t$

$p\Delta V = 0$

$A = p\Delta V = p_1\Delta V_1 + p_2\Delta V_2 = \nu RT_1 + \nu RT_1$



$\varphi = \frac{W}{q} = \frac{Fr}{q} = Er$



$F_1 = k\frac{q^+ q}{(\frac{d}{8})^2}$ $F_2 = k\frac{q^- q}{(\frac{d}{8})^2}$

$\varphi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$

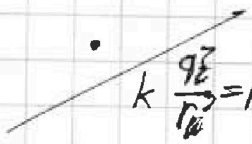
$a = \frac{F_1 + F_2}{m} = k\,q^+ + q^-$

$\oint E\,dS = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$E\,ab = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$\varepsilon_0 \sim \frac{1}{k}$ $\frac{1}{\varepsilon_0} \sim k \sim \frac{Fr^2}{q^2}$

$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{dF}{q}$



$F = \frac{E}{q}$

$k\frac{q^2}{r^2} = F$ $\frac{q}{\varepsilon_0} \sim \frac{Fr^2}{q}$

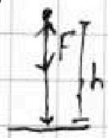
$E = k\frac{q}{r^2}$

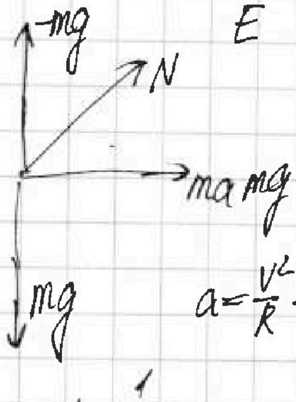
$\frac{1}{k} = \frac{q^2}{r^2 F} \sim \varepsilon_0$

$W = Fh = qEh$

E

$\varphi = \frac{W}{q} = Eh$



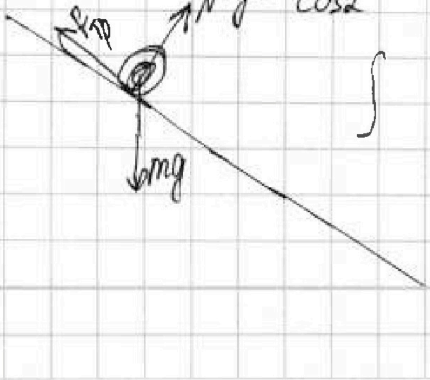


$N = \sqrt{2}mg$

$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{W_1 - W_2}{q} =$

$a = \frac{V^2}{R} = \frac{80 \cdot 80}{8 \cdot 8 \cdot 10} = g$

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} =$



$N = 100 \Rightarrow mg = \frac{100}{\sqrt{2}}$

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

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!

$x-\frac{y-3x}{2}=\frac{2x+3x-y}{2}$

$y=\frac{960}{48}\cdot 2=40$

$x=12$

$T\cdot g\cos\alpha=2V_y$ $\quad T=\frac{2V_y}{g\cos\alpha}$

~~$T\cdot g\sin\alpha\neq$~~

$V_y\sqrt{V_0^2-V_y^2}-V_y^2 tg\alpha$

$V_xT+\frac{T^2 g\sin\alpha}{2}=L$

~~$\frac{5\cdot 12-30}{30-3\cdot 12}$~~ $\frac{5\cdot 12-40}{40-3\cdot 12}=\frac{60-40}{40-36}=\frac{20}{4}=5$

1,42

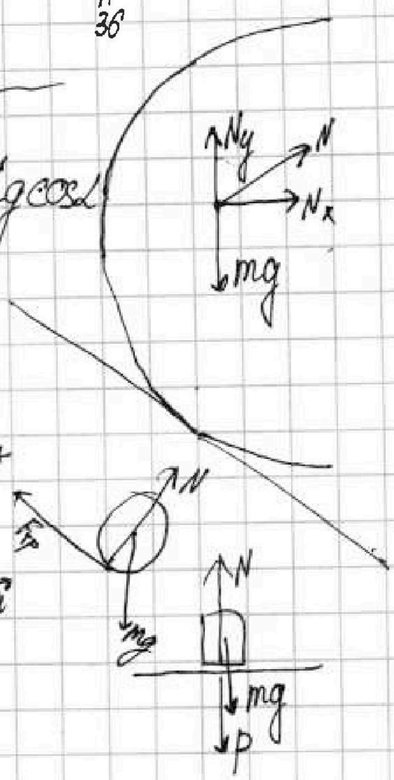
$\frac{2V_yV_x}{g\cos\alpha}+\frac{2V_y^2}{g\cos^2\alpha}\cdot\sin\alpha=L$

$48=\frac{960}{2}$ $\quad\frac{21}{71}$

$\frac{960}{48}=20$

~~$2\sqrt{V_0^2-V_y^2}\,V_y+2V_y^2\cdot tg\alpha=Lg\cos\alpha$~~

$2V_0^2\cos\beta\sin\beta+2V_0^2\sin^2\beta\cdot tg\alpha=Lg\cos\alpha$



$Q_r=\Delta U_r+$

$\sin 2\beta+2\sin^2\beta\, tg\alpha=\frac{Lg\cos\alpha}{V_0^2}$

$A=P\Delta V$

$\cos 2\beta\cdot 2+2tg\alpha\cdot 2\sin\beta\cos\beta=0$

$A=Q-U=$

$960-960\cdot\frac{3\cdot 5}{48\,8}$ $\quad\cos 2\beta+tg\alpha\sin 2\beta=0$ $\quad\leftarrow\ \pm\sin\alpha+$

$960\cdot(1-\frac{5}{8})=$ $\quad\sqrt{1-\sin^2 2\beta}=-tg\alpha\sin 2\beta$

$=960\cdot\frac{3}{8}=120\cdot 3=360$

$\vec{N}+m\vec{g}=m\vec{a}$

$1-\sin^2 2\beta=tg^2\alpha\sin^2 2\beta$

$\sum M_{0}^{\omega}=J$ $\quad 1=\sin^2 2\beta(1+tg^2\alpha)=\frac{\sin^2 2\beta}{\cos^2\alpha}$

$\cos^2\alpha=\sin^2 2\beta\Rightarrow\sin 2\beta=\cos\alpha=2\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha}$

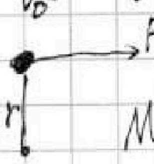
$\cos^2\alpha=4\sin^2\alpha-4\sin^4\alpha$

$4\sin^4\alpha-4\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=0$

$\frac{Lg\cos\alpha}{V_0^2}=\pm\cos\alpha+\frac{1}{2}+\frac{\sin\alpha}{2}$ $\quad D=16-4\cdot 4\cos^2\alpha=16\sin^2\alpha$

$\sin^2\alpha=\frac{4\pm 4\sin\alpha}{8}=\frac{1}{2}\pm\frac{\sin\alpha}{2}$

$141\times 141=19881$; $143\times 143=20449$; $142\times 142=19964$



$M=Fr$

$a=\frac{F}{m}$ $\quad aJ=M$

$\frac{F}{m}\cdot J=Fr$ $\quad J=mr$