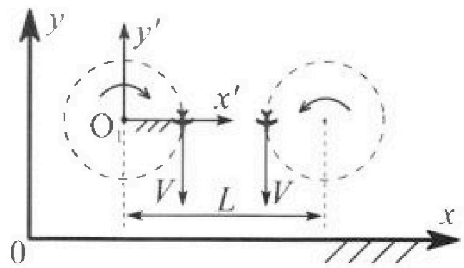
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

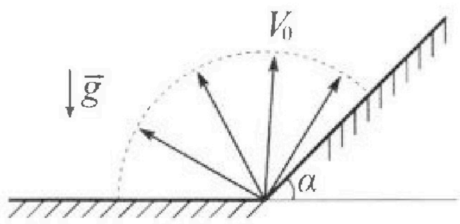


1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

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

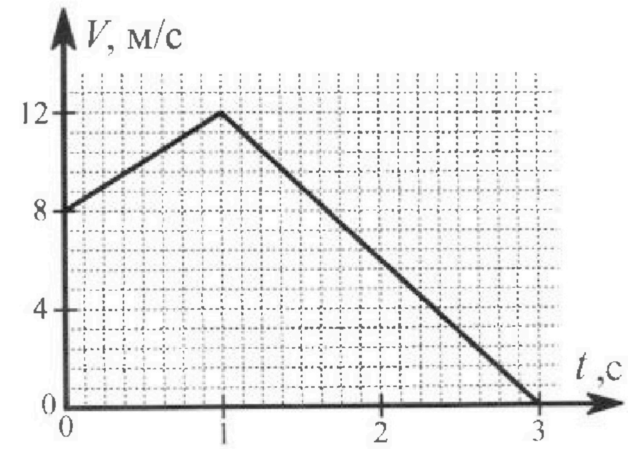
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.



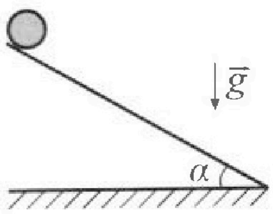
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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?

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 $\frac{N_Г}{N_К}$ 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 н екоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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

Обозначим массу лётчика за m.
Обозначим вес лётчика за $\vec{P}$.
По третьему закону Ньютона, самолёт действует на пилота с силой $-\vec{P}$.
Рассмотрим силы, действующие на пилота.

При движении по окружности, радиуса R со скоростью V, возникает ускорение $|\vec{a}| = \frac{V^2}{R}$, где $\vec{a}$ направлено к центру окружности.
Обозначим горизонтальную составляющую вектора $\vec{P}$ за P_x, а вертикальную — за P_y.

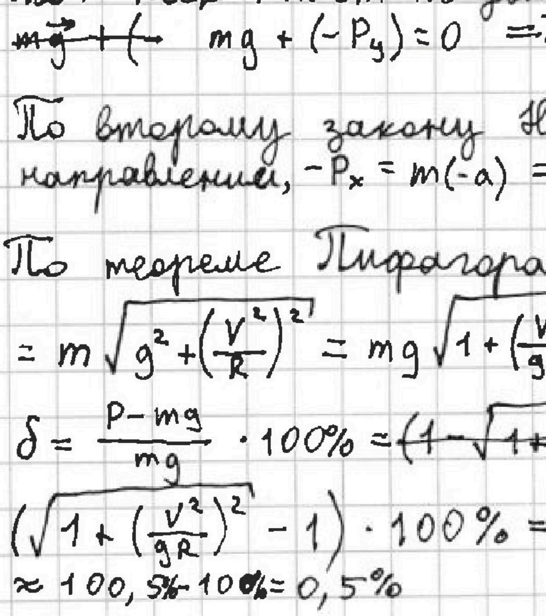
Так как пилот не движется вертикально, то
$\cancel{m\vec{g} + (}$ $mg + (-P_y) = 0 \Rightarrow P_y = mg$

По второму закону Ньютона в горизонтальном направлении, $-P_x = m(-a) \Rightarrow P_x = ma = \frac{mV^2}{R}$

По теореме Пифагора, $|\vec{P}| = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mV^2}{R}\right)^2} =$
$= m\sqrt{g^2 + \left(\frac{V^2}{R}\right)^2} = mg\sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2}$

$\delta = \frac{P - mg}{mg} \cdot 100\% = \cancel{\left(1 - \sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \sqrt{1{,}01}\right) \cdot}$
$\left(\sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1{,}01} - 1\right) \cdot 100\% = \sqrt{10100\%} - 100\% =$
$\approx 100{,}5\% - 100\% = 0{,}5\%$

Ответ: $\delta = 0{,}5\%$



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!

Угловая скорость вращения системы отсчёта $x'O_1y'$ равна $\omega = \frac{V}{R}$. (Равна угловой скорости левого самолёта)

Правый самолёт находится на расстоянии $D = L - R$ от центра вращения O_1.

Тогда скорость неподвижной точки, помещённой в ту же точку, что и второй самолёт $\vec{v}_н$ в системе отсчёта $x'O_1y'$ равна $\omega D = V\frac{L-R}{R}$ и направлена (на рисунке) вверх, против движения самолёта. Скорость самолёта относительно этой точки равна $\vec{V}$, значит скорость ~~самоле~~ второго самолёта во ~~врас~~ вращающейся СО равна $\vec{V} + \vec{v}_н = \vec{U}$

Так как $\vec{v}_н$ и $\vec{U}$ направлена параллельно V, то

$$U = v_н - V = V\frac{L-R}{R} - V = V\frac{L-2R}{R} = (60 м/с)\frac{1800 м - 720 м}{360 м} =$$

$= 180$ м/с и $\vec{U}$ направлено вдоль y' в положительном направлении.

Ответ: $U = 180$ м/с, направлен вектор $\vec{U}$ вдоль оси y', в положительном направлении.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 3

Пусть масса некоторого осколка равна m, ~~а~~ вертикальная скорость — v_y, а максимальная высота подъёма — h. Тогда, по закону сохранения энергии,

$\frac{mv_y^2}{2} = mgh$ (Энергия горизонтального движения одна и та же, поэтому её можно не учитывать)

$h = \frac{v_y^2}{2g}$, отсюда, чем больше v_y, тем больше h,

значит $H = \frac{V_0^2}{2g}$

$V_0^2 = 2gH$

$$\boxed{V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{м}{с^2} \cdot 45\,м} = \sqrt{900\,\frac{м^2}{с^2}} = 30\,м/с}$$

Из основного тригонометрического тождества,

$$\left.\begin{array}{r} \sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Rightarrow \cos^2\alpha = 1 - \sin^2\alpha \\ \cos^2\alpha > 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$$

$\cos\alpha = \sqrt{1-0{,}8^2} = \sqrt{1-0{,}64} = \sqrt{0{,}36} = 0{,}6$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{0{,}8}{0{,}6} = \frac{4}{3}$

Пусть некоторый осколок полетел ~~со скор~~ под углом β к горизонту к горке. Тогда горизонтальная составляющая $v_x = V_0\cos\beta$, а вертикальная — $v_y = V_0\sin\beta$. $(\beta > \alpha;\ \beta < \frac{\pi}{2})$

Запишем закон движения осколка.

$x(t) = v_x t = V_0 t\cos\beta$

$y(t) = v_y t - \frac{gt^2}{2} = V_0 t\sin\beta - \frac{gt^2}{2}$

Рассмотрим момент времени t, когда осколок упадёт на горку $(t > 0)$

Тогда $\frac{y(t)}{x(t)} = \operatorname{tg}\alpha$

$y(t) = x(t)\cdot \operatorname{tg}\alpha$

$V_0 \cancel{t} \sin\beta - \frac{g t^{\cancel{2}}}{2} = V_0 \cancel{t} \cos\beta \operatorname{tg}\alpha$

$gt = 2V_0 \sin\beta - 2V_0\cos\beta \operatorname{tg}\alpha$

$t = \frac{2V_0(\sin\beta - \cos\beta \operatorname{tg}\alpha)}{g}$

Тогда координата x точки падения равна

$x(t) = \frac{2V_0^2 \cos\beta(\sin\beta - \cos\beta \operatorname{tg}\alpha)}{g} = \frac{V_0^2(\sin 2\beta - 2\operatorname{tg}\alpha\cdot\cos^2\beta)}{g}$

Тогда расстояние S, на котором тело упадёт на склон равно $\frac{x(t)}{\cos\alpha}$

$S = \frac{x(t)}{\cos\alpha} = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}\cdot(\sin 2\beta - 2\operatorname{tg}\alpha\cdot\cos^2\beta)$

Значит, если S максимально, то значение выражения $\sin 2\beta - 2\operatorname{tg}\alpha\cos^2\beta$ тоже максимально.

Подставив $\frac{4}{3}$ вместо $\operatorname{tg}\alpha$, получим $\sin 2\beta - \frac{8}{3}\cos^2\beta$. Найдём экстремумы, вычислив производную данного выражения по β.

$f(\beta) = \sin 2\beta - \frac{8}{3}\cos^2\beta$

$f'(\beta) = 2\cos 2\beta + \frac{8}{3}\sin 2\beta$

$f'(\beta) = 0$

$\cos 2\beta = -\frac{4}{3}\sin 2\beta$ (так как $\beta \in (\alpha; \frac{\pi}{2})$, то $2\beta \in (2\alpha; \pi)$, значит $\sin 2\beta > 0$, а $\cos(2\beta) < 0$) ($2\alpha > \frac{\pi}{2}$)

$\sin^2 2\beta + \cos^2 2\beta = 1$

$\sin^2 2\beta + \frac{16}{9}\sin^2 2\beta = 1$

$\sin^2 2\beta = \frac{9}{25}$

$\sin 2\beta = \frac{3}{5} = 0,6$

$\cos 2\beta = -\frac{4}{3}\sin 2\beta = -0{,}8$

$$\cos^2\beta = \frac{1+\cos 2\beta}{2} = 0{,}1$$

$$S = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}\left(\sin 2\beta - 2\,tg\,\alpha\,\cos^2\beta\right) =$$

$$= \frac{V_0^2}{g\cdot 0{,}6}\left(0{,}6 - \frac{8}{3}\cdot 0{,}1\right) = \frac{5V_0^2}{9g} = \frac{5\cdot\left(30\frac{м}{с}\right)^2}{9\cdot 10\frac{м}{с^2}} = 50\,м$$

Ответ: $V_0 = 30\,м/с$

$S = 50\,м$

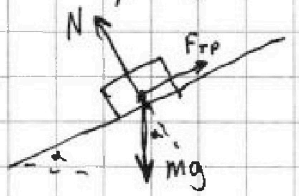
Так как шайба сначала ускорялась, а потом замедлялась, значит шайба сначала двигалась вниз, а потом – вверх.
Обозначим коэффициент трения шайбы о плоскость за μ, а массу шайбы за m.

Определим из графика ускорение до столкновения

$a_1 = \dfrac{12\frac{м}{с} - 8\frac{м}{с}}{1с - 0с} = 4\ \frac{м}{с^2}$ и ускорение после столкновения

$a_2 = \dfrac{12\frac{м}{с} - 0\frac{м}{с}}{3с - 1с} = 6\ \frac{м}{с^2}$.

Выразим a_1 через μ и α.



Так как шайба не ~~изме~~ движется перпендикулярно плоскости, то

$N + F_{тр}\cdot 0 = mg\cos\alpha$

$N = mg\cos\alpha$

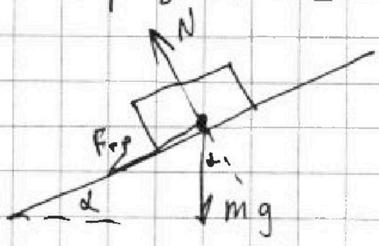
$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

$mg\sin\alpha - F_{тр} = ma_1$ (из второго закона Ньютона)

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

$a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

Выразим a_2 через μ и α.



Аналогично, $N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$

$mg\sin\alpha + F_{тр} = ma_2$

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

$a_2 = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

Из этих выражений, $a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha$, значит

$\sin\alpha = \dfrac{a_1 + a_2}{2g} = \dfrac{4\frac{м}{с^2} + 6\frac{м}{с^2}}{2\cdot 10\frac{м}{с^2}} = 0,5$

Отсюда $\alpha = 30°$

Ответ: $\boxed{\sin\alpha = 0{,}5}$

Во втором опыте бочка движется без проскальзывания, значит сила трения не совершает работы, значит работу совершают только консервативные силы, значит можно записать закон сохранения энергии.
Обозначим радиус бочки за R, массу бочки (без воды) за m, тогда масса воды равна $3m$.

Пусть бочка катится со скоростью v. Выведем её кинетическую энергию E_k.
Если бочка движется со скоростью v без проскальзывания, то вращается она с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ (только обод, вода не вращается, так как вода – идеальная жидкость. Тогда

$$E_k = E_п + E_{вр} = \frac{4mv^2}{2} + \frac{m(\omega R)^2}{2} = \frac{4mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{5mv^2}{2}$$

(сумма ~~кинетической~~ поступательной и вращательной)

Если бочка сместилась горизонтально на S, то вертикально – на $\frac{S}{\operatorname{tg}\alpha}$. По закону сохранения энергии, $4\cancel{m}g\frac{S}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{5\cancel{m}V^2}{2}$

$$V^2 = \frac{1{,}6gS}{\operatorname{tg}\alpha} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{1{,}6gS}{\operatorname{tg}\alpha}} = \sqrt{\frac{16\sqrt{3}}{3}}\ \frac{м}{с} = \frac{4}{\sqrt{3}}\ м/с$$

Ответ: ~~$V = \sqrt{\frac{16\sqrt{3}}{3}}\ \frac{м}{с}$~~ $\boxed{V = \frac{4}{\sqrt{3}}\ м/с}$

Так как для любого S, $V^2 = \frac{1{,}6g}{\operatorname{tg}\alpha}S$, то

$$a = \frac{V^2}{2S} = \frac{0{,}8g}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{0{,}8\sqrt{3}}{3}g = \frac{8\sqrt{3}}{3}\ \frac{м}{с^2}$$

Ответ: ~~$a = 0{,}8\sqrt{3}$~~ $\boxed{a = \frac{8\sqrt{3}}{3}\ \frac{м}{с^2}}$

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 ☐

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!

~~Выведем Обозначим количество гелия (в молях)~~

~~за ν_{He}, а количество кисло~~

Выведем формулу изменения внутренней энергии газа через изменение температуры ΔT.

$$\Delta U = \Delta U_г + \Delta U_к = \frac{3}{2} N_г k \Delta T + \frac{5}{2} N_к k \Delta T = \left(\frac{3}{2} N_г + \frac{5}{2} N_к\right) k \Delta T$$

Обозначим за ΔU_1 изменение внутренней энергии смеси в изохорическом процессе, а за ΔU_2 – в изобарическом.

$$\left(\frac{3}{2} N_г + \frac{5}{2} N_к\right) k \Delta T_1 = \Delta U_1 = Q$$

(так как газ не совершает работы, то, по первому закону термодинамики, $\Delta U_1 = Q$)

$$\frac{3}{2} N_г + \frac{5}{2} N_к = \frac{Q}{k \Delta T_1}$$

$$\Delta U_2 = \left(\frac{3}{2} N_г + \frac{5}{2} N_к\right) k \Delta T_2 = \frac{Q}{k \Delta T_1} \cdot k \Delta T_2 = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

По первому закону термодинамики,

$$Q = \Delta U_2 + A$$

$$A = Q - \Delta U_2 = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

$$= 960 \text{ Дж} \cdot \frac{48 K - 30 K}{48 K} = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960 \text{ Дж}}{48 K} = 20 \frac{\text{Дж}}{K}$$

Так как в изобарическом процессе температура изменилась на ΔT_2, то

$$A = (N_г + N_к) k \Delta T_2$$

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

Отсюда $N_{\text{г}} + N_{\text{к}} = \dfrac{A}{k\Delta T_2}$

$$\begin{cases} \frac{3}{2}N_{\text{г}} + \frac{5}{2}N_{\text{к}} = \frac{Q}{k\Delta T_1} \text{ (как выведено ранее)} \\ N_{\text{г}} + N_{\text{к}} = \frac{A}{k\Delta T_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3N_{\text{г}} + 5N_{\text{к}} = \frac{2Q}{k\Delta T_1} \\ N_{\text{г}} = \frac{A}{k\Delta T_2} - N_{\text{к}} \end{cases}$$

$$\cancel{\frac{3A}{k\Delta T_2} - 3N_{\text{к}} + 5N_{\text{к}} = \frac{2Q}{k\Delta T_1}}$$

$$2N_{\text{к}} = \frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2},$$ вернёмся к системе.

$$2N_{\text{г}} = \frac{2A}{k\Delta T_2} - 2N_{\text{к}} = \frac{2A}{k\Delta T_2} - \left(\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2}\right) = \frac{5A}{k\Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}$$

(домножили равенство $N_{\text{г}} = \frac{A}{k\Delta T_2} - N_{\text{к}}$ на 2)

(подставили вместо A выведенное выражение)

$$\frac{N_{\text{г}}}{N_{\text{к}}} = \frac{2N_{\text{г}}}{2N_{\text{к}}} = \frac{\frac{5A}{k\Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}}{\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2}} = \frac{\frac{5Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{k\Delta T_1 \Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}}{\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{k\Delta T_1 \Delta T_2}} =$$

$$= \frac{5\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2} - 2}{2 - 3\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}} = \frac{5 \cdot \frac{3}{5} - 2}{2 - 3 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{1}{2 - 1{,}8} = \frac{1}{0{,}2} = 5$$

Ответ: $A = 360$ Дж

$C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$\frac{N_{\text{г}}}{N_{\text{к}}} = 5$

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

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

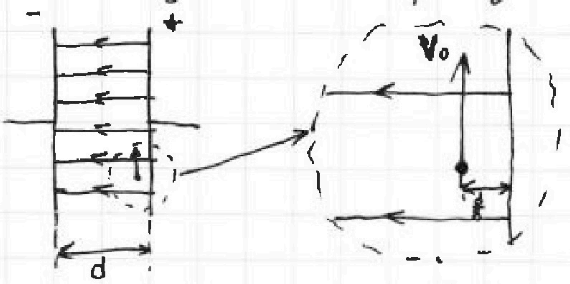
СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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!

Обозначим за $\vec{E}$ напряжённость электростатического поля между обкладками плоского конденсатора.

(Так как конденсатор плоский, то напряжённость равна $\vec{E}$ в любой точке между обкладками)

$\vec{E}$ направлено от положительно заряженной обкладки к отрицательно заряженной.



Тогда на частицу действует сила, равная $q\vec{E}$ (т.к. $q>0$), значит ускорение $\vec{a}$ частицы равно $\frac{q\vec{E}}{m} = \gamma\vec{E}$, направлено влево, то есть перпендикулярно скорости,

а значит $a = \frac{V_0^2}{R}$

$\gamma E = \frac{V_0^2}{R}$

$E = \frac{V_0^2}{\gamma R}$

Тогда $U = d \cdot E = \frac{d V_0^2}{\gamma R}$

Обозначим напряжение между начальной и конечной точкой частицы за U_1. $U_1 = (\frac{d}{2} - \frac{d}{8})E = \frac{3dV_0^2}{8\gamma R}$

Тогда, при переносе частицы поле совершило работу, равную $A = U_1 \cdot q = \frac{3dV_0^2 q}{8\gamma R} = \frac{3dV_0^2 m}{8R}$

Тогда, из закона сохранения энергии,

$m\frac{V^2}{2} = m\frac{V_0^2}{2} + A \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{3dV_0^2}{4R}$

$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3dV_0^2}{4R}} = V_0\sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$

Ответ: $U = \frac{dV_0^2}{\gamma R}$; $V = V_0\sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$

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 __

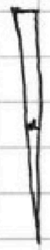
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{10100}$

105×105: 525, 105, 11025

$100{,}5 \times 100{,}5$: 5025, 1005, $10100{,}25$

$\frac{\cancel{1800}}{\cancel{360}} = 5$



~~sin~~ $\mathrm{tg}\,\alpha = 0{,}1$

$\sin\alpha = 0{,}1$

~~cos α~~

$t = \frac{v}{a}$

$v = at$

$S = \frac{at^2}{2}$

$S = \frac{v^2}{2a}$ $a = \frac{v^2}{2S}$

$\frac{5-2}{1} = 3$

$1080 : 360 = 3$

$\cos 2\beta = -0{,}8$

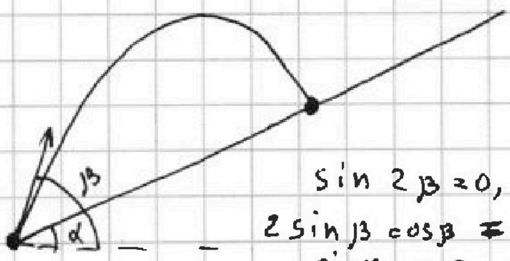
$\frac{mV_0^2}{2} = mgH$ ~~cos² 2α~~ $-\frac{4}{3}\cdot\frac{3}{5} = -0{,}8$

$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2\cdot10\cdot45} = \sqrt{900} = 30\,м/с$

$\cos^2\beta + \frac{0{,}09}{\cos^2\beta} = 1$ $\cos^4\beta - \cos^2\beta + 0{,}09 = 0$

$v_x = v_0\cos\beta$

$v_y = v_0\sin\beta$



~~$v_x =$~~ $x(t) =$ ~~$v_0\cos\beta$~~ $v_0 t\cos\beta$

$\sin 2\beta = 0{,}6$

$2\sin\beta\cos\beta = 0{,}6$

$\sin\beta\cos\beta = 0{,}3$

$\cos\beta = \frac{0{,}3}{\sin\beta}$

$y(t) = v_0 t\sin\beta - \frac{gt^2}{2}$

~~$\frac{x(t)}{y(t)} =$~~ $\frac{y(t)}{x(t)} = \mathrm{tg}\,\alpha$

$(\sin 2\beta)' = 2\cos 2\beta$

$(\cos^2\beta)' = 2\cos\beta\cdot(-\sin\beta) =$

$= -2\sin\beta\cos\beta =$

$= -\sin 2\beta$

$v_0\cancel{t}\sin\beta = v_0\cancel{t}\cos\beta\,\mathrm{tg}\,\alpha + \frac{gt^{\cancel{2}}}{2}$

$gt = 2v_0(\sin\beta - \cos\beta\,\mathrm{tg}\,\alpha)$

$t = \frac{2v_0(\sin\beta - \cos\beta\,\mathrm{tg}\,\alpha)}{g}$ ~~$\sin\beta - \cos\beta\,\mathrm{tg}\,\alpha$~~

~~$x(t) =$~~ $x(t) = \frac{2v_0^2(\sin\beta\cos\beta - \cos^2\beta\,\mathrm{tg}\,\alpha)}{g} =$

$= \frac{v_0^2(\sin 2\beta - 2\cos^2\beta\cdot\mathrm{tg}\,\alpha)}{g}$

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 __ 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!

$\sin 2\beta = 0{,}6$

$\cos 2\beta = -0{,}8$

$\cos^2\beta - ?$

$\sin\beta\cos\beta = 0{,}3$

$\cos^2\beta - \sin^2\beta = -0{,}8$

$\cos^2\beta - \left(\frac{0{,}3}{\cos^2\beta}\right)^2 = -0{,}8$

$(\cos^2\beta)^2 + 0{,}8\cos^2\beta + 0{,}09 = 0$

$D = 0{,}64 + 0{,}36 = 1$

$48 - 30 = 18$

$\frac{18}{48} = \frac{3}{8}$

$960 : 8 = 120$

$120 \cdot 3 = 360$

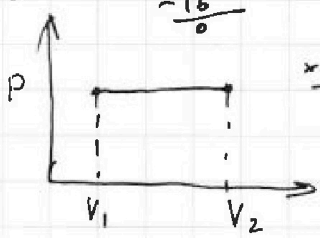
$\frac{1+\cos 2\beta}{2}$

$\frac{1-0{,}8}{2} = 0{,}1$

$\frac{-1+0{,}8}{2} = -0{,}9$

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

шаг



~~cos~~

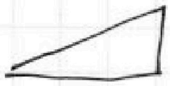
$\cos 2\alpha = \sqrt{1-\sin^2 2\alpha} = \sqrt{1-4\sin^2\alpha\cos^2\alpha}$

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

$\frac{4}{\sqrt{3}} \ ? \ 4{,}1$

$\frac{256}{\sqrt{3}}$

$p(V_2 - V_1) = pV_2 - pV_1 = \nu RT_2 - \nu RT_1 = \nu R\Delta T_2$



$0{,}5$

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

$\cancel{\frac{3}{4} - 0{,}25 = \frac{1}{2}}$

$\frac{\frac{1}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{9}$

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

$aR = v^2$

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

$\frac{3}{5} - \frac{8}{30} = \frac{18-8}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$

$\frac{5 \cdot 30^2}{9 \cdot 10} = \frac{5 \cdot \cancel{30} \cdot \cancel{30}}{\cancel{9} \cdot \cancel{10}} = 50$

$\cancel{\nu_{He} + \nu_{O_2}}$

$\left(\frac{3}{2}\nu_{He} + \frac{5}{2}\nu_{O_2}\right) R\Delta T_1 = Q$

$3\nu_{He} + 5\nu_{O_2} = \frac{2Q}{R\Delta T_1}$

$\cancel{3\nu_{He} + 5\nu_{O_2} = \frac{Q}{R\Delta T}}$

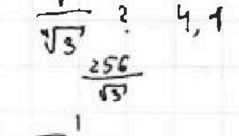
$960 \cdot 18 = 7680 + 960 = 17280$

$17280 : 48 = 360$

$960 : 48 = 20$

$a_1 = 4\ \frac{м}{с^2}$

$a_2 = 6\ \frac{м}{с^2}$



$N = mg\cos\alpha$

$\mu N - mg\sin\alpha = ma_1$

$\mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha = ma_1$

$a_1 = g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$

$a_2 = g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

$a_2 - a_1 = 2g\sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{a_2 - a_1}{2g} = \frac{6-4}{2 \cdot 10} = 0{,}1$