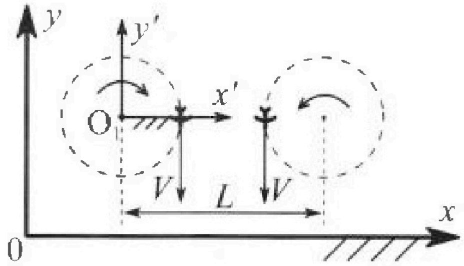
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

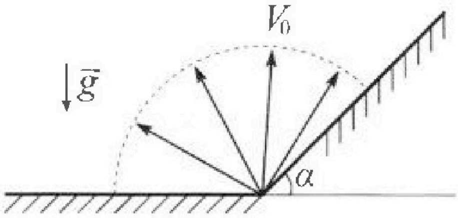


1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени с амолеты 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.

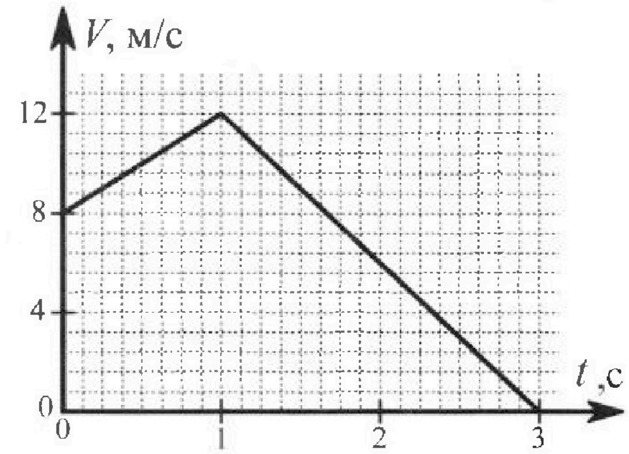
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.



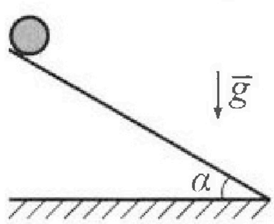
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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.

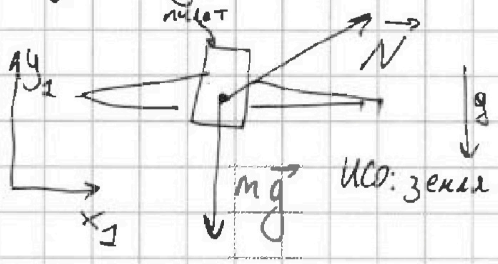
1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некоторое время посл е вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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

№1

1. На пилота со стороны самолёта действует сила N:

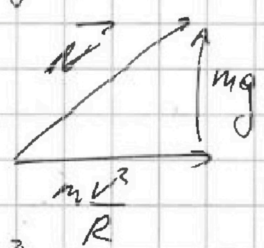


m - масса пилота.

По 2 з-ну Ньютона для пилота: $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$. Т.к. самолёт (и пилот) движутся в горизонтальной плоскости, т.е. $a_{y_1} = 0$. Т.к. самолёт (и пилот) движутся по окружности радиуса R, т.е. горизонтальная составляющая ускорения пилота есть центростремительное ускорение:

$a_{x_1} = \frac{V^2}{R}$. $\quad a_{y_1} = 0 \Leftrightarrow N_{y_1} = mg$

$a_{x_1} = \frac{V^2}{R} \Leftrightarrow N_{x_1} = m\frac{V^2}{R}$



По т. Пифагора: $N^2 = (mg)^2 + \left(m\frac{V^2}{R}\right)^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow N = m\sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}} = m\sqrt{100\frac{м^2}{с^4} + \left(\frac{3600}{360}\right)^2\frac{м^2}{с^2}} = m \cdot 10\sqrt{2}\,\frac{м}{с^2}$

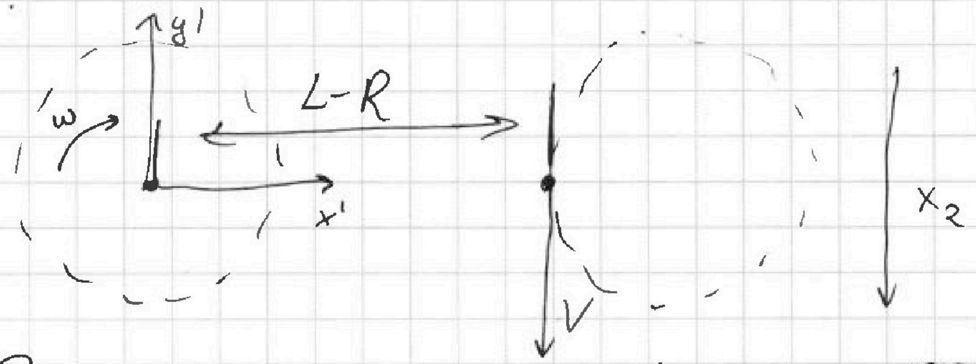
По 3 з-ну Ньютона для самолёта и пилота: $\vec{N} = -\vec{P}$ $\quad P$ - вес пилота.

$$P = m\cdot 10\cdot\sqrt{2}\ \frac{м}{с^2}$$

$$\frac{mg}{P} = \frac{m\cdot 10\frac{м}{с^2}}{m\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\delta = \left(1-\frac{mg}{P}\right)\cdot 100\% = \frac{2-\sqrt{2}}{2}\cdot 100\%$$

2.



Пусть ω − скорость вращения СО. $\omega = \frac{V}{R}$

т.к. СО неподвижна, то скорость второго самолёта:

$$\vec{U}_{x_2} = \vec{V}_{x_2} - \omega(L-R)$$

$$U_{x_2} = V - \frac{V}{R}(L-R)$$

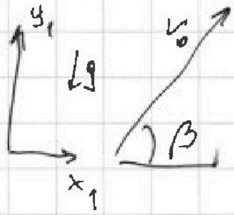
$$U_{x_2} = \cancel{60\frac{м}{с} - \frac{1}{6}\frac{м}{с^2}(1440\ м)}\ 60\frac{м}{с} - \frac{1}{6}\frac{1}{с}(1440\ м) = -180\frac{м}{с}.\quad U = 180\frac{м}{с}.$$

Ответ: 1. $\delta = \frac{2-\sqrt{2}}{2}\cdot 100\%$

2. $U = 180\frac{м}{с}$, направлена в направлении оси y чертежа к задаче.

№2

Рассмотрим произвольный осколок, вылетевший под углом (β) к горизонту



$$y_1(t) = V_0\cdot\sin(\beta)t - \frac{gt^2}{2}$$

$y_1(t)$ — квадратичное уравнение, график парабола, ~~значит~~ ветви вниз. Значит, наибольшее значение достигается ~~при~~ в вершине

$t_{max} = \frac{V_0\cdot\sin(\beta)}{g}$. $\quad y_1(t_{max}) = y_{max}$

$$y_{max} = \frac{V_0^2\cdot\sin^2(\beta)}{g} - \frac{g\cdot V_0^2\cdot\sin^2(\beta)}{2g^2} =$$

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

$\sin^2(\beta) \le 1$, равенство достигается при $\sin(\beta) = 1$, $\beta = 30°$.

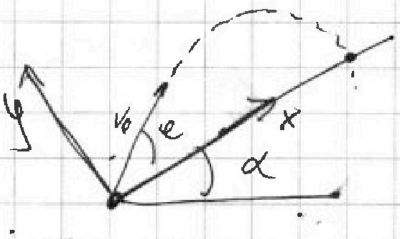
$H = \frac{V_0^2}{2g}\cdot 1 \qquad V_0 = \sqrt{2gH} = 30\ \frac{м}{с}$

Рассмотрим осколок, попавший на наклонную плоскость

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!



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

$$y(t) = V_0 \cdot \sin(\varphi) t - \frac{g}{2} \cdot \cos(\alpha) t^2$$

Условие падения на склон:

$y(t_n) = 0 \qquad V_0 \cdot \sin(\varphi) t_n - \frac{g}{2} \cos(\alpha) t_n^2 = 0$

$t_n \neq 0$, т.к. $t=0$ это момент броска.

$$V_0 \cdot \sin(\varphi) = \frac{g}{2} \cos(\alpha) t_n \Rightarrow t_n = \frac{2V_0}{g} \frac{\sin(\varphi)}{\cos(\alpha)}$$

$$x(t_n) = \frac{2V_0^2}{g \cos(\alpha)} \cos(\varphi) \cdot \sin(\varphi) - \frac{g}{2} \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{4V_0^2 \cdot \sin^2(\varphi)}{g^2 \cdot \cos^2(\alpha)} =$$

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

$$= \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} \left(\sqrt{2} \left(\sin(2\varphi) \cos(45^\circ) + \cos(2\varphi) \cdot \sin(45^\circ) \right) - 1 \right) =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} \left(\sqrt{2} \sin(2\varphi + 45^\circ) - 1 \right)$$

S – максимальное из возможных значений $x(t_n)$.

Оно достигается когда функция $\sin(2\varphi + 45^\circ)$ достигает своего наибольшего значения, равного 1.

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} (\sqrt{2} - 1) = \frac{800}{10 \cdot 0{,}6} (\sqrt{2} - 1) \text{ м} =$$

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

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

S - максимальное возможное значение $X(t_n)$. Оно достигается при максимальном значении выражения $\sin(2\varphi-\alpha)$ т.е. 1:

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

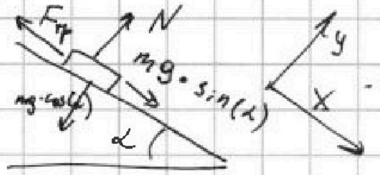
$$S = \frac{900}{10\cdot 0{,}36}(1-0{,}8)\text{ м} = 50\text{ м}$$

Ответ: 1. $30\ \frac{м}{с}$

2. 50 м.

№3

1. Т.к. скорость шайбы до отскока увеличивалась, то она катилась вниз:



m - масса шайбы

Т.к. шайба скользит:

$F_{тр} = \mu N$, где μ - коэффициент трения между шайбой и плоскостью.

$N = mg\cdot\cos(\alpha)$; $F_{тр} = \mu mg\cdot\cos(\alpha)$

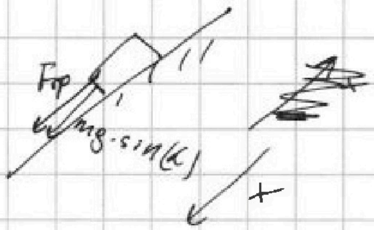
По 2 зк-ну Ньютона для шайбы:

$m\cdot a_x = mg\cdot\sin(\alpha) - F_{тр}$

$a_x = g\cdot\sin(\alpha) - \mu g\cdot\cos(\alpha)$.

Ускорение есть коэффициент наклона графика скорости от времени: $a_1 = 4\,\frac{м}{с^2}$

Для случая подъёма:



$a_x = \cancel{m}g\cdot\sin(\alpha) + \mu g\cos(\alpha)$

Из графика: $a_2 = 6\,\frac{м}{с^2}$

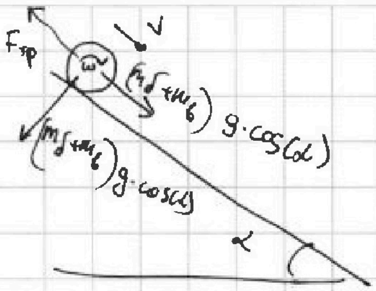
$$\begin{cases} 4\,\frac{м}{с^2} = g\cdot\sin(\alpha) - \mu g\cos(\alpha) \\ 6\,\frac{м}{с^2} = g\sin(\alpha) + \mu g\cdot\cos(\alpha) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 5\,\frac{м}{с^2} = g\sin(\alpha) \\ 1\,\frac{м}{с^2} = \mu g\cos(\alpha) \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \sin(\alpha) = \frac{1}{2} \\ \mu = \frac{1}{5\sqrt{3}} \end{cases}$$

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!

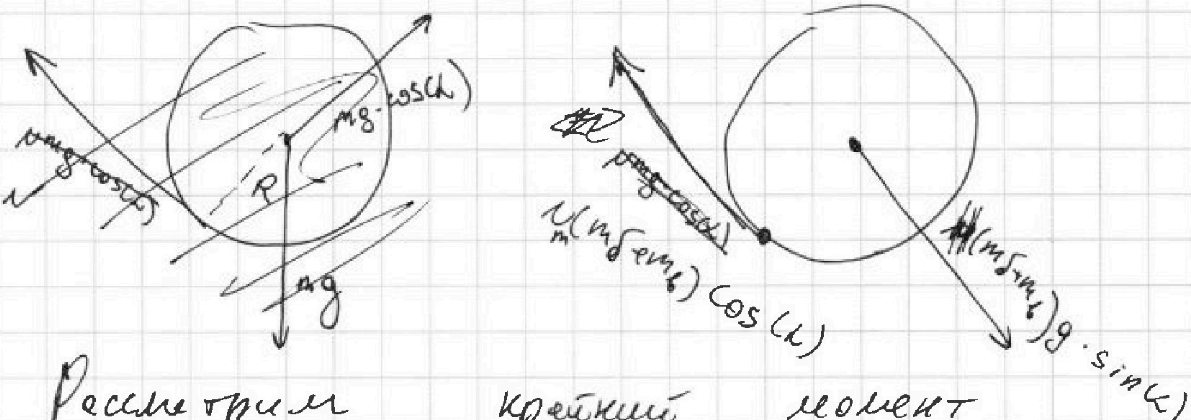


ω – угловая скорость вращения бочки; R – радиус бочки

Условия непроскальзывания бочки: $\omega R = V$

$m_б$ – масса бочки

Рассмотрим бочку: ~~m – масса б~~ $m_в$ – масса воды



Рассмотрим крайний момент непроскальзывания бочки: $F_{тр} = \mu_m N$

По 2 зк-ну Ньютона для бочки с водой:

$$(m_б+m_в)\,a = (m_б+m_в)\,g\sin(\alpha) - \mu_m(m_б+m_в)\,g\cdot\cos(\alpha)$$

$$a = g\cdot\sin(\alpha) - \mu_m g\cos(\alpha)$$

Угловое ускорение бочки $\varepsilon = \frac{a}{R}$:

(отн. оси бочки):

$$M = I\cdot\varepsilon$$

$$M = \overbrace{\mu_m(m_б+m_в)\cos(\alpha)}^{F_{тр}}\cdot Rg\ ;\quad I = m_б\cdot R^2\ ;\quad \varepsilon = \frac{a}{R}$$

$$\mu(m_б+m_в)\cos(\alpha)\,g = m_б\cdot a$$

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!

$\mu_m (m_б \cdot (n+1) \cdot \cos(\alpha) g = m_б \cdot a$

$\mu_m \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \frac{м}{с^2} = a$

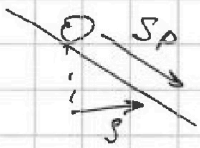
$\mu_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{м}{с^2} = g \cdot \sin(\alpha) - \mu_m g \cdot \cos(\alpha)$

$\mu_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{м}{с^2} = 5 \frac{м}{с^2} - 5\sqrt{3}\, \mu_m \frac{м}{с^2}$

$\mu_m \cdot 5\sqrt{3} \frac{м}{с^2} = 1 \frac{м}{с^2}$ $\qquad \mu_m = \frac{1}{5\sqrt{3}}$.

При $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$ проскальзывания не будет, при $\mu < \frac{1}{5\sqrt{3}}$ проскальзывание будет. В рассматриваемом случае $\mu = \frac{1}{5\sqrt{3}}$ и проскальзывания нет.

$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 4 \frac{м}{с^2}$



$S_n = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow V^2 = S_n \cdot 2a$; $S_n = \frac{S}{\cos(\alpha)}$

$V = \sqrt{2 S_n a} = 2\sqrt{\frac{S \cdot a}{\sqrt{3}}} = \frac{4}{\sqrt[4]{3}} \frac{м}{с}$

Ответ: 1. $\sin(\alpha) = \frac{1}{2}$

2. $V = \frac{4}{\sqrt[4]{3}} \frac{м}{с}$

3. $4 \frac{м}{с^2}$

4. $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$.

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 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!

№4

Из 1 зк-ка термодинамики для смеси газов:

$$Q = C_V \Delta T + A.$$

В изохоре: $A=0 \Rightarrow Q = C_V \cdot \Delta T_1$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360\ Дж}{18\ ^\circ K} = 20 \frac{Дж}{^\circ K}$$

В изобаре:

$Q = C_p \cdot \Delta T_2$

$Q = C_V \cdot \Delta T_2 + A$; $A = Q - C_V \cdot \Delta T_2 = 360\ Дж - \frac{20\ Дж}{^\circ K} \cdot 30^\circ K =$

$= 360\ Дж - 600\ Дж = 360\ Дж$; $C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = 30 \frac{Дж}{^\circ K}$

Из 1 зк-н термодинамики для газов по отдельности для изохорного процесса:

$Q_г = C_{V_г} \Delta T_1$ $\qquad C_{V_г} = \frac{3}{2} N_г R$

$Q_к = C_{V_к} \Delta T_1$ $\qquad C_{V_к} = \frac{5}{2} N_к R$

$Q_г + Q_к = Q_1$; $Q_к + Q_г = (C_{V_г} + C_{V_к}) \Delta T_1$

$C_V = C_{V_г} + C_{V_к}$ $\qquad C_{V_г} = \frac{3}{2} N_г R$

Для изобарного: $C_p = C_{p_г} + C_{p_к}$ $\qquad C_{V_к} = \frac{5}{2} N_к R$

$\qquad C_{p_г} = \frac{5}{2} N_г R$

$\qquad C_{p_к} = \frac{7}{2} N_г R$

$$\begin{cases} \left(\frac{3}{2} N_г R + \frac{5}{2} N_к R\right) = 20 \frac{Дж}{^\circ K} \\ \left(\frac{5}{2} N_г R + \frac{7}{2} N_к R\right) = 30 \frac{Дж}{^\circ K} \end{cases}$$

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!

$$\begin{cases} 3N_2 + 5N_k = \dfrac{40\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}}{R} \\ 5N_2 + 7N_k = \dfrac{60\,\frac{\text{Дж}}{\text{К}}}{R} \end{cases}$$

Пусть $a = \dfrac{N_2}{N_k}$, $b = \dfrac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot R\cdot N_k}$

$$\begin{cases} 3a+5 = 40b \\ 5a+7 = 60b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 9a+15 = 120b \\ 10a+14 = 120b \end{cases}$$

$$9a+15 = 10a+14 \qquad a = 1.$$

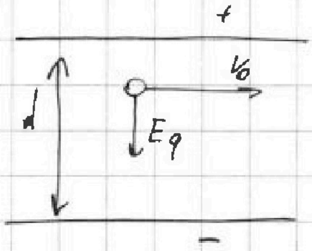
Ответ: 1. $A = 360$ Дж

2. $C_V = 20\,\dfrac{\text{Дж}}{\text{К}}$

3. $\dfrac{N_2}{N_k} = 1.$

№5

1. Поле конденсатора между обкладками можно считать равномерным и ~~приложенным~~ постоянным. Пусть его напряженность E



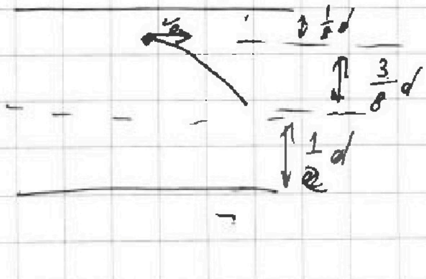
Центростремительное ускорение частицы $a_ц = \frac{V_0^2}{R_{кр}}$

По 2 зк-ну Ньютона для частицы:

~~$ma_ц = Eq$~~ $ma = Eq$. т.к. ускорение ~~сила~~ направлено перпендикулярно скорости: $a = a_ц$

$$\frac{V_0^2}{R_{кр}} = E\frac{q}{m} \Rightarrow E = \frac{V_0^2}{R \cdot \gamma}. \quad \underline{U = E \cdot d = \frac{V_0^2}{R\gamma} d}$$

2. Т.к. пересечение с ~~плоскостью~~ серединной плоскостью конденсатора произошло после прохождения конденсатора, то за выход из конденсатора вертикальное перемещение частицы не превышало $\frac{3}{8}d$.



Работа поля конденсатора над частицей A в

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!

таком случае: $A \le E_q \cdot \frac{3}{8} d$

~~ЗСЭ для частиц Закон~~

Закон изменения кинетической энергии для частицы:

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A \quad , A > 0$$

$$0 < mV^2 - mV_0^2 \le E_q \cdot \frac{3}{4} d$$

$$V_0^2 < V^2 < \frac{3}{4} E d \gamma + V_0^2 \Leftrightarrow V_0^2 < V^2 < \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2}{R} d + V_0^2$$

$$V_0 < V < V_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{3}{4}\frac{d}{R}}$$

Ответ: 1. $\frac{V_0^2 d}{R \gamma}$

~~2. $V \in \left(V_0; V_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{4}\frac{d}{R} + 1}\right)$~~

2. $V \in \left(V_0; V_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{4}\frac{d}{R} + 1}\right)$

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.

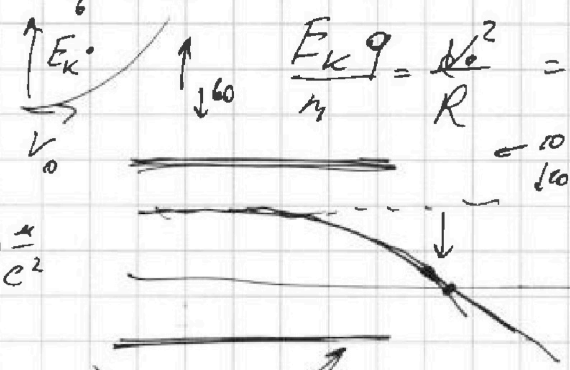
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ 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!

черновик

$\frac{1}{6}$ $\quad \frac{1}{6}\cdot 1440 = 240$



$\frac{E_k q}{m} = \frac{V_0^2}{R} = \boxed{E_k = \frac{V_0^2}{Rq}}$ $\qquad \frac{50}{0{,}36} =$

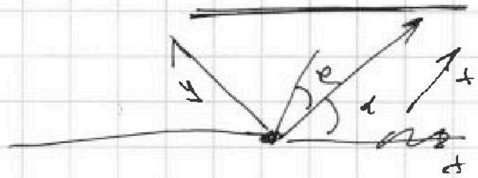
$\boxed{U = E_k \cdot d}$ $= \frac{8000}{36} = \frac{1000}{4}$

$= 250 \cdot 0{,}2$

$V_0 = 30\frac{м}{с^2}$

$\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$ $\quad 50$

$\sqrt{2}$ $\quad V_0 \cdot \cos(\alpha)\cdot \frac{2V_0 \cdot \sin\alpha)}{g}$ $\quad 50\cdot 0{,}8 = 40$



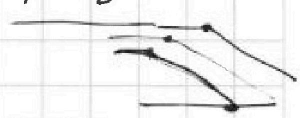
$y(t) = V_0 \cdot \sin(\varphi)\cdot t - \frac{g}{2}\cdot t^2 \cdot \cos(\varphi)\frac{g}{2}\frac{4V_0^2 \cdot \sin^2(\alpha)}{g^2\cos^2\alpha}$

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

$\frac{d}{8} - \frac{d}{2}$ $\quad \frac{3}{8}d \cdot E_k$ $\quad \frac{2V_0^2 \cdot \sin^2(\alpha)}{g}$

$y(t) = 0$ $\qquad \sqrt{3}t^2 = 1$

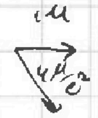
$V_0 \cdot \sin(\varphi) = \frac{g}{2}t\cos(\alpha)$ $\qquad \frac{2V_0}{g}tg(\varphi) = t$ $\quad \frac{at^2}{2} = 1$



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

$\frac{2V_0^2}{g}\sin\alpha)tg^2(\varphi)$

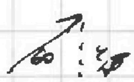
$tg(\varphi)$ $\qquad t = \frac{1}{\sqrt{3}}$



$V = 4t =$

$x(t) = \frac{2V_0^2}{g}\cancel{(\cos(\alpha) - \sin(\alpha))\, tg^2(\varphi)}$

$\cos(\alpha)tg(\varphi) - \sin(\alpha)\, tg^2(\varphi)$



$6\cdot 8$

$\cos(\alpha)\cancel{\frac{tg\alpha}{tg^2\varphi}} tg(\varphi)$ $\quad N = \frac{tg(\alpha)}{n+2}$ $\quad \frac{50}{0{,}6} = \frac{800}{6} = \cancel{300}$

$150\cdot 0{,}4 =$

V_0 $\qquad N(n+1)\cos(\alpha) = \sin(\alpha) - N\cos(\alpha)$ $\qquad = \frac{600}{10} = 60$

$N(n+2)\cos(\alpha) = \sin(\alpha)$

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 __ 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!

черновик

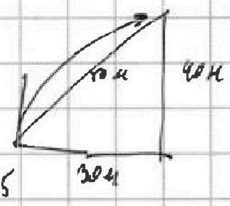
$1440 : 6 = 240$

12, 24, 24

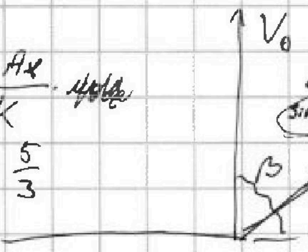
$240 \cdot 6 = 1440$

$Q_T = \frac{3}{2} P \Delta V$

$Q_k = \frac{5}{2} P \Delta V \; 2,5$



$\sin(2\alpha)\cos(\alpha) + \cos(2\alpha)\sin(\alpha) = \frac{3}{2} R = 12,5$



$V_0 = 1$

$\sin(2e) \cdot 0,6 + 0,8\cos(2\alpha) = 1$

$x + y = \frac{20\,A\alpha}{\sigma K}$

$x + y \cdot \frac{N_k}{N_2} \cdot \frac{5}{3}$

$\frac{5}{2} R =$

$2e + \alpha = 30°$

$Q_k = \frac{3}{2} V \Delta P_1$

$Q_r = \frac{5}{2} V \cdot \Delta P_2$

$-tg(\alpha) = -\frac{1}{\cos^2(\alpha)}$

$y = V_0 \sin(e) t - \frac{g t^2}{2}$

$0,6 = \sin(2e)$

$x = V_0 \cdot \cos(e) t$

$t = \frac{x}{V_0 \cdot \cos(e)}$

$\begin{cases} \frac{3}{2} N_1 + \frac{5}{2} N_2 = 20 \\ \frac{5}{2} N_1 + \frac{7}{2} N_2 = 30 \end{cases}$

$y = x\,tg(e) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cdot \cos^2(e)}$

$\boxed{\begin{matrix} \sin(e) = \sqrt{0,1} \\ \cos(e) = \sqrt{0,9} \end{matrix}}$

$\frac{d}{dx} = tg(\alpha)$

$x^2 = 0,9$
$x = 0,1$

$0,09 = x^2(1 - x^2)$

условие касание: $y = x \cdot tg(\alpha)$

$3 N_1 +$ $x^4 - x^2 + 0,09 = 0$

$x \cdot tg(\alpha) = x \cdot tg(e) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cdot \cos^2(e)}$

$0,3 = \sin(e)\cos(e)$

$x^2 = \frac{1 \pm 0,8}{2}$

$0,3 = x \cdot \sqrt{1 - x^2}$

$\cancel{1 = 0,36}$

$x^2 \left(\frac{g}{2} \frac{1}{V_0^2 \cdot \cos^2(e)}\right) + x\left(tg(e) - tg(\alpha)\right) = 0.$

$x_{min} = \frac{(tg(\alpha) - tg(e))\, V_0 \cdot \cos^2(e)}{g} = -\frac{2V_0^2}{g}\left(tg(e) - tg(\alpha)\right) \cdot \frac{2V_0^2}{g} \cdot \sin(2e)$

$\sin(e + \alpha) = \sqrt{0,1} \cdot 0,6 + \sqrt{0,9} \cdot 0,8$

$\frac{y}{x} = tg(e) - \frac{g}{2} \frac{x}{V_0^2 \cos^2(e)}$

$t = \frac{x}{V_0 \cdot \cos(e)}$

$50 - 50 = 40$

$\cos'(e) = -s$

$\sqrt{0,1} \cdot (0,6 + 2,4)$

$\sqrt{0,9}$

$x(t) = 30 \cdot \sqrt{0,1}\, t$

$\sin \gamma = \sqrt{0,9}$

$\cos \gamma = \sqrt{0,1}$

$t = \frac{1}{\sqrt{0,1}}$

$y = x \cdot tg(e) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cdot \cos^2(e)}$

$tg(\alpha) = tg(e) - \frac{g}{2} \frac{x}{V_0^2 \cos^2(e)}$

$30 \cdot \sqrt{0,9} \cdot \frac{1}{\sqrt{0,1}} - \frac{10}{2} \cdot 10$

$x = \left(tg(e) - tg(\alpha)\right) \cdot \frac{2V_0^2 \cdot \cos^2(e)}{g} = \frac{1}{\cos^2(e)} \cdot \frac{2V_0^2 \cdot \cos^2(e)}{g}\left(tg(e) - tg(\alpha)\right) \cdot$

S

$\cdot \frac{2V_0^2}{g} \cdot 2\cos(e) \cdot \sin(e)$