



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

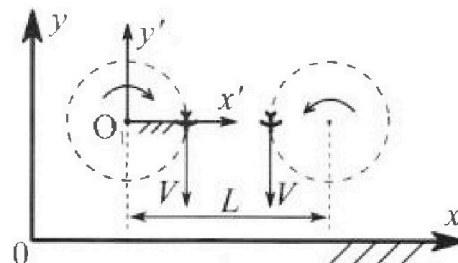
Вариант 10-03

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/с².

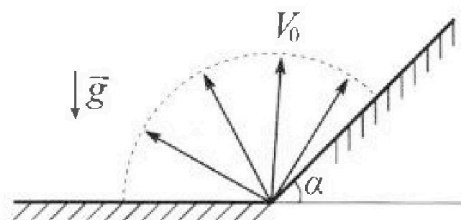
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

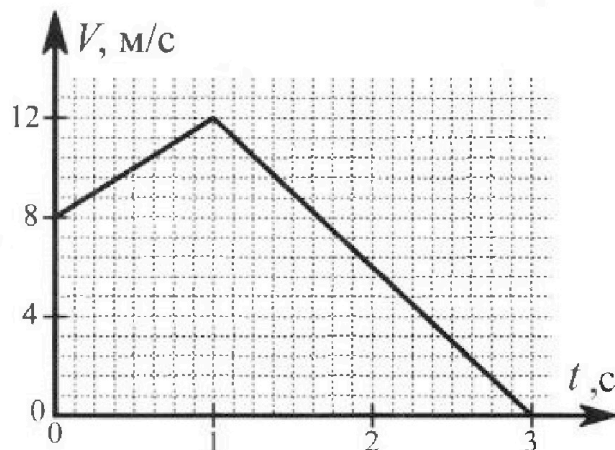
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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/с². 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?

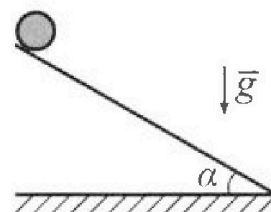
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



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 A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ 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 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?



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.

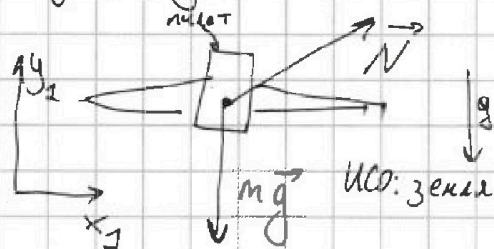
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

1. Не пилота со стороны самолёта

действует сила N :



m - масса пилота.

По 2 зак-ку Ньютона

для пилота: $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$. Т.к. самолёт

(и пилот) движется в горизонтальной

плоскости, т.е. $a_{y1} = 0$. Т.к. самолёт (и пилот)

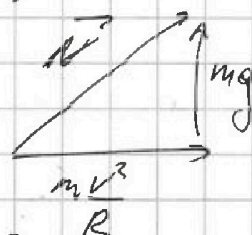
движутся по окружности радиуса R ,

т.е. горизонтальная составляющая ускорения

пилота есть центростремительное ускорение:

$$a_{x1} = \frac{v^2}{R}. \quad a_{y1} = 0 \Leftrightarrow N_{y1} = mg$$

$$a_{x1} = \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow N_{x1} = m \frac{v^2}{R}$$



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

$$\Rightarrow N = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{100 \frac{м^2}{с^4} + \left(\frac{3600}{660}\right)^2 \frac{м^2}{с^2}} = m \cdot 10 \sqrt{2} \frac{м}{с^2}$$

По 3 зак-ку Ньютона для самолёта

и пилота: $\vec{N} = -\vec{P}$ P - вес пилота.



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

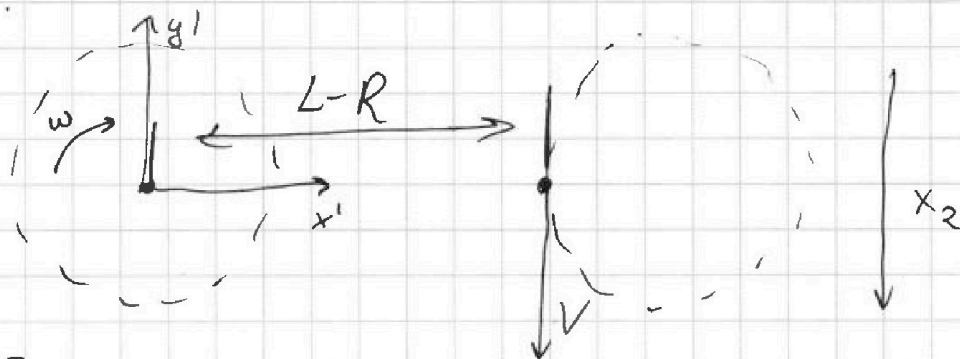
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$P = m \cdot 10 \cdot \sqrt{2} \frac{u}{c^2}$$

$$\frac{mg}{P} = \frac{m \cdot 10 \frac{u}{c^2}}{m \cdot 10 \frac{u}{c^2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

2.



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

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

$$U_{x_2} = V_{x_2} - \omega(L-R)$$

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

$$U_{x_2} = 60 \frac{u}{c} - \frac{1}{6} \frac{u}{c} (1440 \text{ м}) = 60 \frac{u}{c} - \frac{1}{6} \frac{u}{c} (1440 \text{ м}) = -180 \frac{u}{c}. \quad U = 180 \frac{u}{c}.$$

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

2. $U = 180 \frac{u}{c}$, направлена в направлении оси y чертежа к звезде.



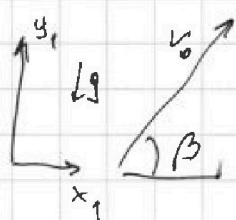
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№2

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



$$y_1(t) = v_0 \cdot \sin(\beta) t - \frac{g t^2}{2}$$

$y_1(t)$ — квадратичное уравнение,

график параболы, ~~значит не~~ ветви

вниз. Значит, наибольшее значение

достигается при t в вершине

$$t_{\max} = \frac{v_0 \cdot \sin(\beta)}{g} \quad y_1(t_{\max}) = y_{\max}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{2g^2} =$$

$$= \frac{v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{2g}$$

$\sin^2(\beta) \leq 1$, поэтому

достигается при $\sin(\beta) = 1$, $\beta = 90^\circ$.

$$H = \frac{v_0^2}{2g} \cdot 1 \quad v_0 = \sqrt{2gH} = 30 \frac{м}{с}$$

Рассмотрим осколок, появившийся
на некоторую плоскость

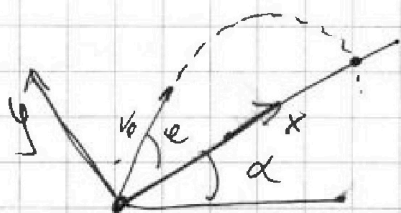


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



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

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

По условию падения на землю:

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

~~$t_n \neq 0$~~ $t_n \neq 0$, т.к. это момент броска:

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

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

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

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

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

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

Это достигается когда функция $\sin(2\alpha + 45^\circ)$ достигает своего максимального значения, равного 1.

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



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$\begin{aligned} &= \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin \varphi \cos \varphi - \sin^2 \varphi \cdot \tan \alpha \right) = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\varphi) - \right. \\ &\quad \left. - \cos(2\varphi) \tan \alpha - \tan \alpha \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\cos \alpha \sin(2\varphi) - \cos(2\varphi) \sin \alpha - \right. \\ &\quad \left. - \sin \alpha \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\sin(2\varphi - \alpha) - \sin \alpha \right) \end{aligned}$$

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

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

$$S = \frac{800}{10 \cdot 0,86} (1 - 0,8) \text{ м} = 50 \text{ м}$$

Ответ: 1. $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
2. 50 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.

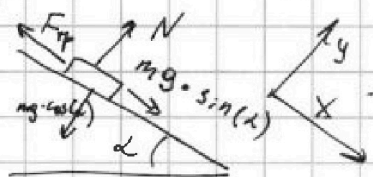
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

✓ 3

1. Т.к. скорость шайбы до отскока увеличилась, то она летит вниз:



т.е. шайба скользит:

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \text{ где } \mu - \text{коэффициент}$$

трения между шайбой и плоскостью.

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

По 2-му закону Ньютона для шайбы:

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

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

Ускорение есть коэффициент наклона

градуса скорости от времени: $a_{1\#} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Для случая подъёма:

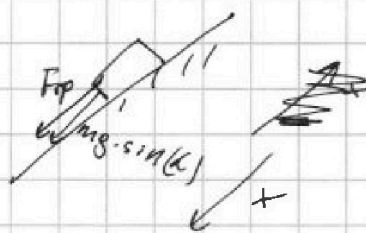
$$a_x = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cos(\alpha)$$

Из графика: $a_{2\#} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

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

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

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = g \sin(\alpha) \\ 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \mu g \cos(\alpha) \end{cases} \Leftrightarrow$$



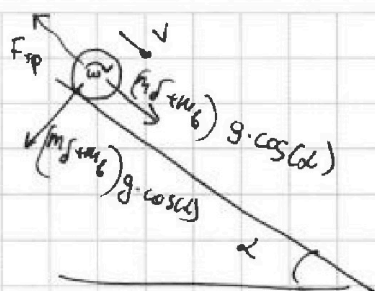


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

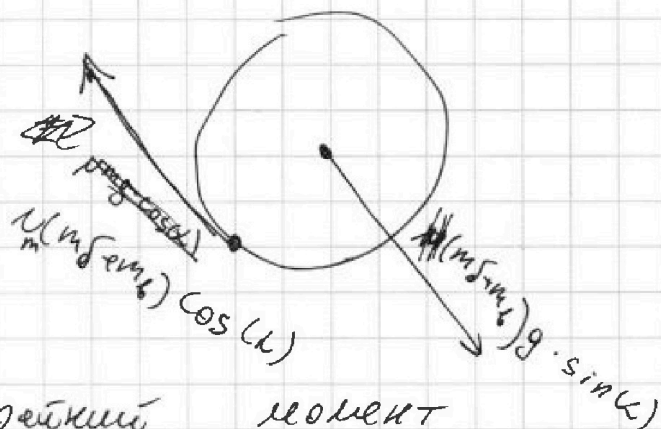
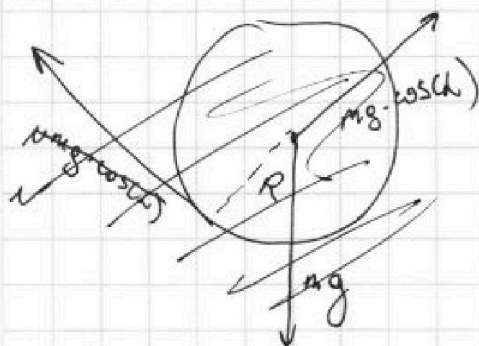
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



ω - угловая скорость вращения бочки; R - радиус бочки
По условиям нераскалывания бочки: $\omega R = V$

Рассмотрим бочку:

m_5 - масса бочки
 ~~m_6 - масса бочки~~ m_6 - масса воды



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

По 2 эк-му Ньютона для бочки с водой:

$$(m_5 + m_6) a = (m_5 + m_6) g \sin(\alpha) - N \cos(\alpha)$$

$$a = g \sin(\alpha) - \frac{1}{\cos(\alpha)} N \cos(\alpha) = (g - \frac{N}{m_5 + m_6}) \sin(\alpha)$$

Угловое ускорение бочки $\epsilon = \frac{a}{R}$:
(отн. оси бочки):

$$M = I \cdot \epsilon$$

$$M = N \cos(\alpha) \cdot R \quad ; \quad I = m_5 \cdot R^2 \quad ; \quad \epsilon = \frac{a}{R}$$

$$N \cos(\alpha) = m_5 \cdot a$$



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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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!

$$N_m \cdot (m \cdot (n+1) \cdot \cos(\alpha)) g = m \cdot g \cdot Q$$

$$N_m \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow 10 \frac{u}{c^2} = Q$$

$$N_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{u}{c^2} = \cancel{N_m} g \cdot \sin(\alpha) - N_m g \cdot \cos(\alpha)$$

$$N_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{u}{c^2} = 5 \frac{u}{c^2} - 5\sqrt{3} N_m \frac{u}{c^2}$$

$$N_m \cdot 5\sqrt{3} \frac{u}{c^2} = 1 \frac{u}{c^2} \quad N_m = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

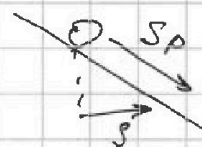
При $N \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$ проскальзывание не будет, при $N < \frac{1}{5\sqrt{3}}$ проскальзывание будет.

В рассматриваемом случае $N = \frac{1}{5\sqrt{3}}$ и проскальзывание не т.

$$e = g \cdot \sin(\alpha) - N \cdot \cancel{\frac{1}{5\sqrt{3}}} \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 4 \frac{u}{c^2}$$

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

$$V = \sqrt{2 S_n e} = \sqrt{2 \frac{S \cdot e}{\sqrt{3}}} = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{u}{c}$$



- Ответ:
1. $\sin(\alpha) = \frac{1}{2}$
 2. $V = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{u}{c}$
 3. $4 \frac{u}{c^2}$
 4. $N \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$



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!

N 4

Уз 1 зк-ка термодинамические газы
смеси резон:

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

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

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{860 \text{ Дж}}{43 \text{ К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

В изохоре:

$$Q = C_P \cdot \Delta T_2$$

$$Q = C_V \cdot \Delta T_2 + A; \quad A = Q - C_V \cdot \Delta T_2 = 860 \text{ Дж} - 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 30 \text{ К} =$$

$$= 860 \text{ Дж} - 600 \text{ Дж} = 260 \text{ Дж}; \quad C_P = \frac{Q}{\Delta T_2} = 30 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

А 1 зк-н термодинамические газы резон по
отдельности газ изохорного процесса:

$$Q_1 = C_{V1} \Delta T_1$$

$$C_{V1} = \frac{3}{2} N_1 R$$

$$Q_2 = C_{V2} \Delta T_2$$

$$C_{V2} = \frac{5}{2} N_2 R$$

$$Q_2 + Q_1 = Q; \quad Q_2 + Q_1 = (C_{V2} + C_{V1}) \Delta T_1$$

$$C_V = C_{V2} + C_{V1}$$

$$C_{V2} = \frac{3}{2} N_2 R$$

$$\text{По изохорному: } C_P = C_{P2} + C_{P1}$$

$$C_{V1} = \frac{5}{2} N_1 R$$

$$C_{P2} = \frac{5}{2} N_2 R$$

$$\left(\frac{3}{2} N_2 R + \frac{5}{2} N_1 R \right) = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\left(\frac{5}{2} N_1 R + \frac{7}{2} N_2 R \right) = 30 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$C_{P1} = \frac{7}{2} N_1 R$$



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!

$$\begin{cases} 3N_2 + 5N_k = \frac{40 \frac{\text{Dr}}{\text{ок}}}{R} \\ 5N_2 + 7N_k = \frac{60 \frac{\text{Dr} \cdot \text{ок}}{R}}{R} \end{cases}$$

$$\text{Положим } a = \frac{N_2}{N_k}, b = \frac{\text{Dr}}{\text{ок} \cdot R \cdot N_k}$$

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

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

Ответ: 1. $A = 360 \text{ Dr}$

2. $C_v = 20 \frac{\text{Dr}}{\text{ок}}$

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



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 ☐

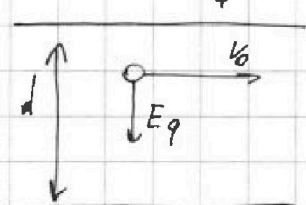
СТРАНИЦА
4 из 2

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!

✓5

1. Поле конденсатора между обкладками можно считать равномерным и ~~прямостоящим~~ постоянным.

Пусть E — напряженность E



Центро стремительное ускорение частицы $a_y = \frac{V_0^2}{R_{кр}}$

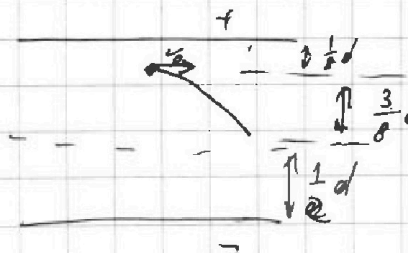
По 2-й зак-ну Ньютона для частицы:

$m a_y = m a = E q$. т.е. ускорение ~~сильнее~~ направлено

перпендикулярно скорости: $a = a_y$

$$\frac{V_0^2}{R_{кр}} = E \frac{q}{m} \Rightarrow E = \frac{V_0^2}{R \cdot Y} \cdot U = E \cdot d = \frac{V_0^2 \cdot d}{R Y}$$

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



Работа поля конденсатора из частицы А 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 ☐

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!

таком случае: $A \leq Eq \cdot \frac{3}{4}d$

~~ЗЗЗ~~ для частот ~~ЗЗЗ~~

Закон сохранения кинетической энергии для расчёта:

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

$$0 \leq mV^2 - mV_0^2 \leq Eq \cdot \frac{3}{4}d \quad \Leftrightarrow \quad \frac{3}{4}Eqd \leq mV^2 - mV_0^2 \leq \frac{3}{4}Eqd$$

$$\frac{3}{4}Eqd \leq mV^2 - mV_0^2 \leq \frac{3}{4}Eqd \quad \Leftrightarrow \quad V_0^2 \leq V^2 \leq \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2}{R}d + V_0^2$$

$$V \in [V_0; V_0]$$

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

Order: 1. $\frac{V_0^2 d}{R}$

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

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

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

$U = E_k \cdot d = \frac{8000 \cdot 1000}{36} = \frac{10000}{4} = 2500,2$

$V_0 = 30 \frac{m}{c^2}$

$V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{2V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g} = \frac{50}{50 \cdot 0,8 = 10}$

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

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

$y(t) = 0$

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

$\frac{2V_0}{g} \tan(\alpha) = t$

$x(t) = \frac{2V_0^2}{g} \left(\cos(\alpha) - \sin(\alpha) \right) \tan^2(\alpha)$

$x(t) = \frac{2V_0^2}{g} \left(\cos(\alpha) \tan^2(\alpha) - \sin(\alpha) \tan^2(\alpha) \right)$

$\cos(\alpha) \tan^2(\alpha) = \frac{\sin^2(\alpha)}{\cos(\alpha)}$

$N = \frac{\tan(\alpha)}{142} = \frac{50}{0,6} = \frac{300}{6} = 300$

$N(N+1) \cos(\alpha) = \sin(\alpha) - N \cos(\alpha)$

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

$V_0 = 30 \frac{m}{c^2}$

$t = \frac{1}{50}$

$V = 40$

$6,8$



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!

$$\begin{array}{r} 1440 \mid 6 \\ 12 \\ \hline 240 \\ 24 \end{array}$$

$$x \cdot y = \frac{20 \text{ АК}}{0 \text{ К}} \cdot 40 \text{ К}$$

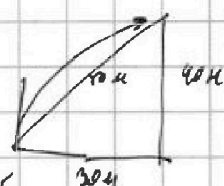
$$x \cdot y = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{5}{3}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 240 \\ 6 \\ \hline 1440 \end{array}$$

$$Q_T = \frac{3}{2} P_T =$$

$$Q_E = \frac{5}{2} P_E \Delta V_{2,5}$$



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

$$V_0 = 1$$

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

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

$$20 \text{ К} + 30 \text{ К} = 50 \text{ К}$$

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

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

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

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

$$x = V_0 \cos(\alpha) +$$

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

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

$$\frac{3}{2} N_1 + \frac{5}{2} N_2 = 20$$

$$\frac{5}{2} N_1 + \frac{7}{2} N_2 = 30$$

$$\frac{x^2}{0,08} = x^2(1-x^2)$$

$$0,08 = x^2(1-x^2)$$

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

$$\sin(\alpha) = \sqrt{0,1}$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{0,9}$$

$$\frac{d}{dx} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

$$3 N_1 + x^4 - x^2 + 0,08 = 0$$

условие

касание:

$$y = x + g(\alpha)$$

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

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

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

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

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

$$x = \frac{(f_g(\alpha) - f_g(\alpha)) V_0 \cos^2(\alpha)}{\sin(\alpha) \cdot \sqrt{1-x^2} + \sqrt{0,9} \cdot 0,8}$$

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

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

$$t = \frac{x}{50 - 50 \cos(\alpha)} \cos(\alpha) = -5$$

$$\sqrt{0,9} \cdot (0,6 + 24) V_0 \cos(\alpha)$$

$$x(t) = 30 \cdot 0,9 +$$

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

$$\sin(\alpha) = \sqrt{0,9}$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{0,1}$$

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

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

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

$$X = (f_g(\alpha) - f_g(\alpha)) \cdot \frac{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)}{g} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \cdot \frac{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)}{g} \cdot (f_g(\alpha) - f_g(\alpha))$$

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