



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

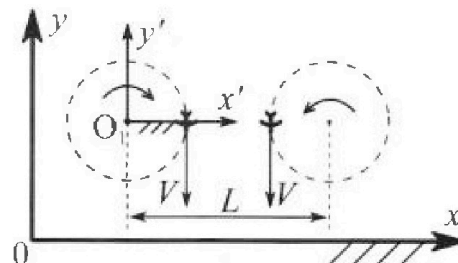
## Вариант 10-03

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  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

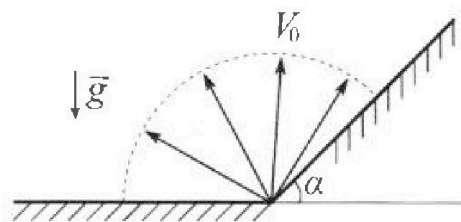
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8 \text{ км}$ . 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  $\vec{U}$ .

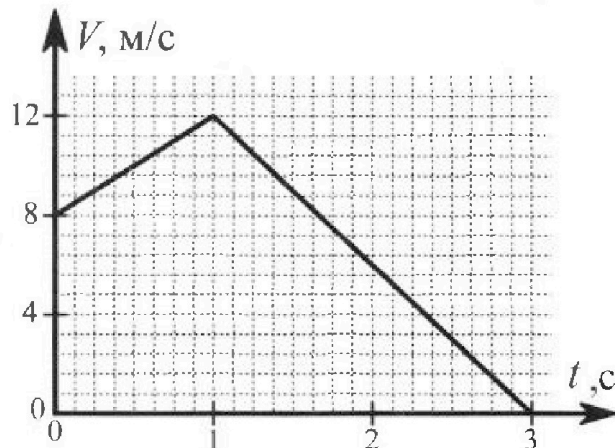
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного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



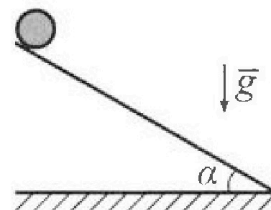
1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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  $S = 1 \text{ м}$ ?

3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  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

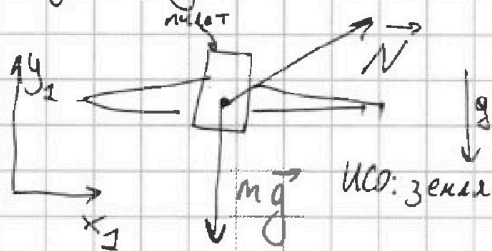
СТРАНИЦА  
1 из 2

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

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)

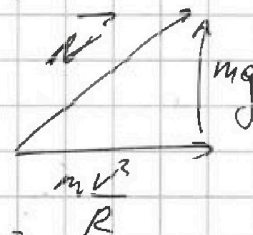
движутся по окружности радиуса  $R$ ,

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

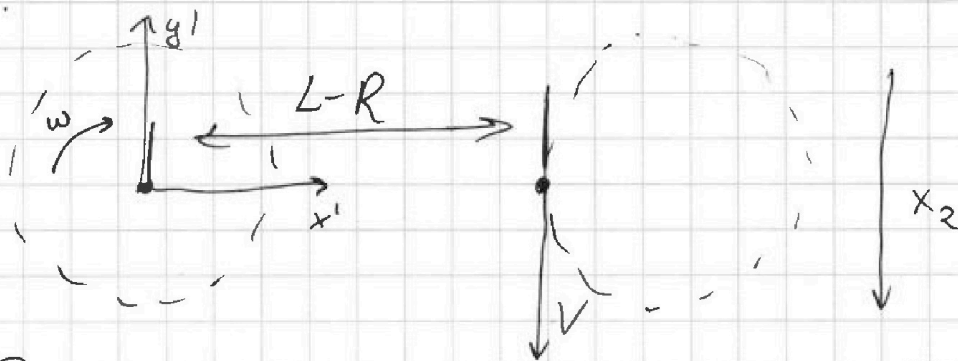
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

2.



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

т.к.  $CO$  неподвижна, то скорость второго самолёта:

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

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

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

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

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



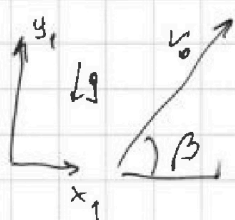
1  2  3  4  5  6  7

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

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

Рассмотрим осколок, появившийся  
на некоторую плоскость

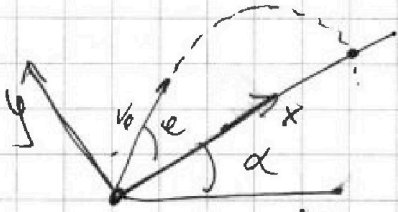
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) t - \frac{g}{2} \cdot \sin^2(\alpha) t^2$$

$$y(t) = v_0 \cdot \sin(\alpha) t - \frac{g}{2} \cdot \cos^2(\alpha) t^2$$

По условию падения на землю и в момент:

$$y(t_n) = 0 \quad v_0 \cdot \sin(\alpha) t_n - \frac{g}{2} \cos^2(\alpha) t_n^2 = 0$$

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

$$v_0 \cdot \sin(\alpha) = \frac{g}{2} \cos^2(\alpha) t_n \Rightarrow t_n = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g \cos^2(\alpha)}$$

$$x(t_n) = \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) - \frac{g}{2} \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \frac{4v_0^2 \cdot \sin^2(\alpha)}{g^2 \cdot \cos^2(\alpha)} =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} (\cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) - \sin^2(\alpha)) = \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} (\sin(2\alpha) + \cos(2\alpha) - 1) =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} (\sqrt{2} (\sin(2\alpha) \cos(45^\circ) + \cos(2\alpha) \cdot \sin(45^\circ)) - 1) =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} (\sqrt{2} (\sin(2\alpha + 45^\circ)) - 1)$$

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

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

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos^2(\alpha)} (\sqrt{2} - 1) = \frac{800}{10 \cdot 0,6} (\sqrt{2} - 1) \text{ м} =$$



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!

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

$S$  - 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.  $39 \frac{4}{5}$

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.

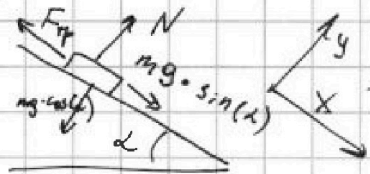
1  2  3  4  5  6  7

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 катится вниз:



т.е. шайба скользит:

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

трения между шайбой и плоскостью.

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

По 2-му закону Ньютона для шайбы:

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

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

Ускорение есть коэффициент наклона

траектории скорости от времени:  $a_{1*} = 4 \frac{m}{c^2}$

Для случая подъёма:

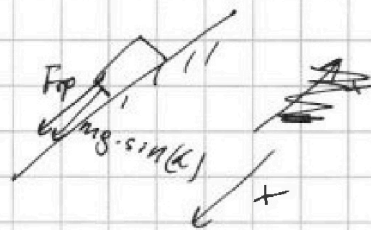
$$a_x = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cos(\alpha)$$

Из второго закона:  $a_{2*} = 6 \frac{m}{c^2}$

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

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

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





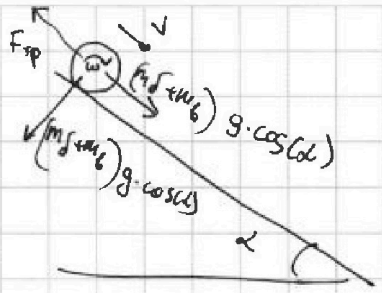


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

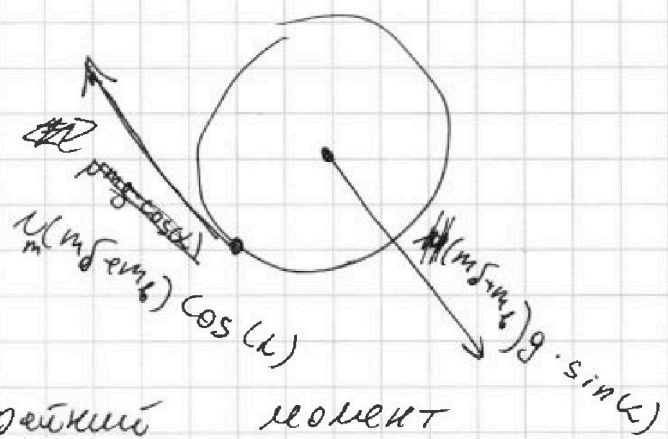
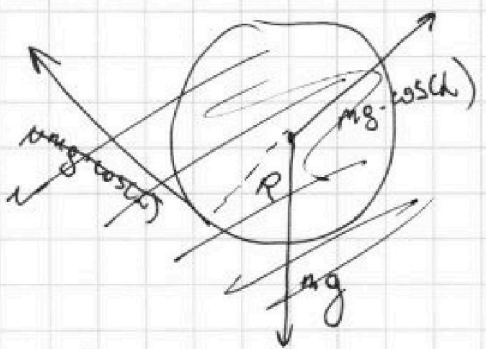
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

Рассмотрим бочку:

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



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

По 2 зак-ку Ньютона для бочки с водой:

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

$$a = g \cdot \sin(\alpha) - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10^4}{R^2} N_m g \cos(\alpha) = \frac{g}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10^4}{R^2} = \frac{g}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10^4}{R^2}$$

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

$$M = I \cdot \epsilon$$

$$M = \overbrace{N_m (m_5 + m_6) g \cos(\alpha)}^{F_{тр}} \cdot R g ; \quad I = m_5 \cdot R^2 ; \quad \epsilon = \frac{a}{R}$$

$$N_m (m_5 + m_6) g \cos(\alpha) = m_5 \cdot a$$

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!

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

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

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

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

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

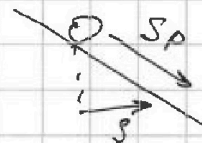
При  $N \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$  проскальзывает вверх кверху  
будет, при  $N < \frac{1}{5\sqrt{3}}$  проскальзывает вниз будет.

В рассматриваемом случае  $N = \frac{1}{5\sqrt{3}}$  и  
проскальзывает вверх кверху.

$$e = g \cdot \sin(\alpha) - N \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 4 \frac{m}{c^2}$$

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

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



- Ответ:
1.  $\sin(\alpha) = \frac{1}{2}$
  2.  $V = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{m}{c}$
  3.  $4 \frac{m}{c^2}$
  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!

№4

№3 1 зк-ка термодинамиче ское  
смеси резон:

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

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

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

B изохоре:

$$Q = C_p \cdot \Delta T_2$$

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

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

№1 зк-н термодинамиче ское  
отдельности ское изохорного процесса:

$$Q_r = C_{Vr} \Delta T_1$$

$$C_{Vr} = \frac{3}{2} N_r R$$

$$Q_k = C_{Vk} \Delta T_1$$

$$C_{Vk} = \frac{5}{2} N_k R$$

$$Q_2 + Q_k = Q_1; \quad Q_k + Q_r = (C_{V2} + C_{Vk}) \Delta T_1$$

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

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

№2 изохорного:  $C_p = C_{p2} + C_{pk}$

$$C_{Vk} = \frac{5}{2} N_k R$$

$$\left\{ \begin{aligned} \left( \frac{3}{2} N_2 R + \frac{5}{2} N_k R \right) &= 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \\ \left( \frac{5}{2} N_k R + \frac{7}{2} N_2 R \right) &= 30 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \end{aligned} \right.$$

$$C_{p2} = \frac{5}{2} N_2 R$$

$$C_{pk} = \frac{7}{2} N_2 R$$



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!

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

$$\text{Пусть } a = \frac{N_2}{N_k}, b = \frac{\text{Др}}{\text{ок} \cdot R \cdot N_k}$$

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

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

Ответ: 1.  $A = 360 \text{ Др}$

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

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

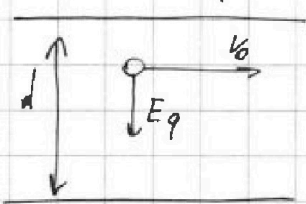
СТРАНИЦА  
4 из 2

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 ~~равномерным~~ постоянным.

Пусть  $\epsilon_0$  напряженность  $E$



Вектор скорости  $v_0$   
ускорение частицы  $a_y = \frac{V_0^2}{R_{кр}}$

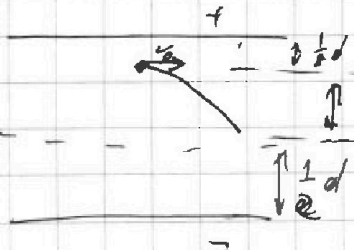
По 2-му закону Ньютона для частицы:

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

перпендикулярно скорости:  $a = a_y$

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

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



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

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:  $A < Eq \cdot \frac{3d}{8}$

~~ЗЗЗ~~ для четной ~~ЗЗЗ~~

Закон изменения кинетической энергии для расщепления:

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

$$0 < mV^2 - mV_0^2 < Eq \cdot \frac{3d}{4} \quad \Leftrightarrow \frac{2A}{m} < V^2 - V_0^2 < \frac{3Ed}{4}$$

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

~~$V < V_0$~~

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

Order: 1.  $\frac{V_0^2 d}{4R}$

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

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



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  
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

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

$U = E_k \cdot d = \frac{8000 \cdot 100 \text{ см}}{36} = \frac{100 \text{ см}}{4} = 250 \cdot 0,2$

$V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

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

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

$\frac{2V_0}{g} \tan(\alpha) = t, \quad \frac{g t^2}{2} = 1$

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

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

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

$N = \frac{\tan(\alpha)}{n+2} = \frac{50}{0,6} = \frac{500}{6} = 83,3$

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

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

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

$V = 40$

$6,8$

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!

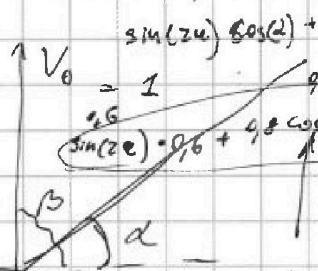
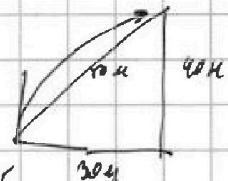
$$\begin{array}{r} 1440 \mid 6 \\ 12 \\ \hline 240 \\ -24 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 240 \\ 6 \\ \hline 1440 \end{array}$$

Черновик

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

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

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



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

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

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

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

$$\frac{5}{2} R = 24,5$$

$$24,5 \cdot 2 = 49$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{cases} \sin(\alpha) = \sqrt{0,3} \\ \cos(\alpha) = \sqrt{0,9} \end{cases}$$

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

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

условие

касание:

$$y = x \cdot tg(\alpha)$$

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

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

$$0,3 = \sin(\alpha) \cos(\alpha) \quad x^2 = \frac{-1 \pm \sqrt{0,8}}{2}$$

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

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

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

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

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

$$t = \frac{x}{50 - 50000 \cos^2(\alpha) = -5}$$

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

$$\sqrt{1-x^2} \cdot (0,6 + 24) V_0 \cos(\alpha)$$

$$x(t) = 30 \cdot \sqrt{1-t^2}$$

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

$$\sin(\alpha) = \sqrt{0,3}$$

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

$$\left( t = \frac{1}{0,9} \right)$$

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

$$\frac{5}{g} \cdot \frac{2V_0^2}{g} \cdot 2 \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)$$