

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота  $U = \frac{5}{2}PV$ .

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} < 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый момент времени.

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

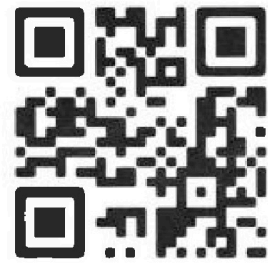
2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

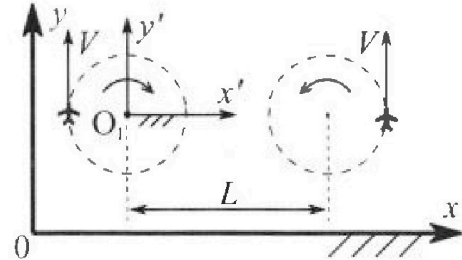
## Вариант 10-02

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  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

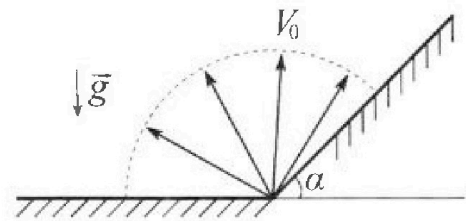
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

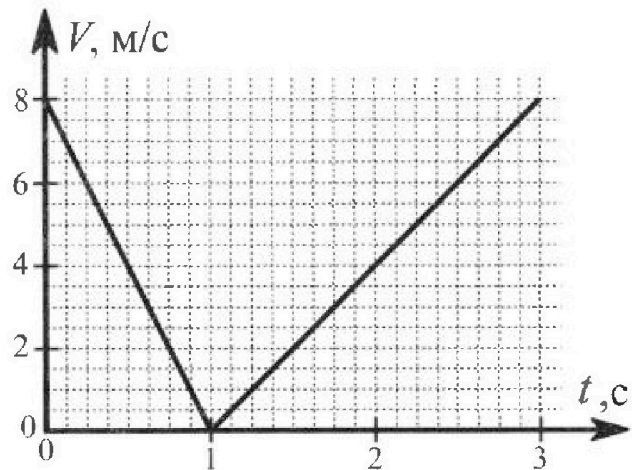
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1=160$  м, упавших на склон,  $S_2=120$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

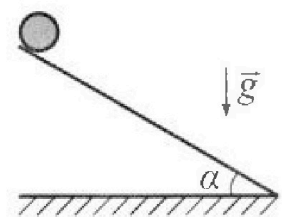
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.



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  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6$  м?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



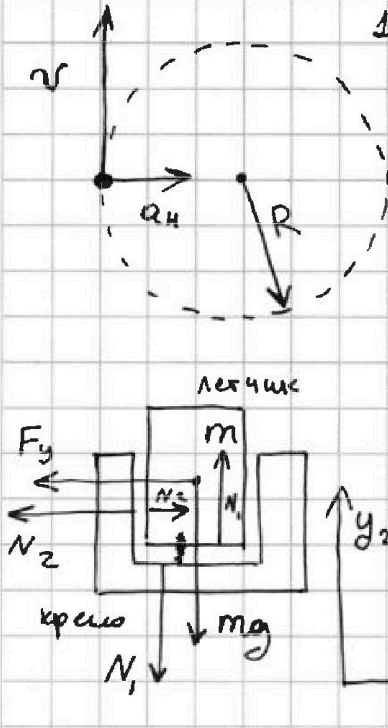


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.  $a_n$  - нормальное ускорение  
 $m$  - масса летчика

самолет летит с постоянной по модулю скоростью, значит на летчика действуют только сила тяжести и центробежная сила  $F_y$ .

$N_1$  - сила реакции опоры для летчика по оси  $y_2$  (см. рисунок),  $N_2$  - по оси  $x_2$ . Тогда Второй закон Ньютона (или -ВЗН) для летчика:

$$\begin{cases} y_2: N_1 - mg = 0 \\ x_2: N_2 - F_y = 0 \end{cases}$$

$$F_y = m \cdot a_n = m \frac{v^2}{R}$$

$$\begin{cases} \text{Одущая сила } \vec{P} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 \\ |\vec{P}| = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} \\ N_1 = mg \\ N_2 = F_y = m \frac{v^2}{R} \end{cases}$$

$$|\vec{P}| = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{R^2 g^2}} = \sqrt{1 + \frac{(70 \text{ м/с})^4}{(700 \text{ м})^2 \cdot (10 \text{ м/с}^2)^2}} = \sqrt{1 + \frac{49}{100}} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

Ответ:  $\frac{\sqrt{149}}{10}$

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!

2.

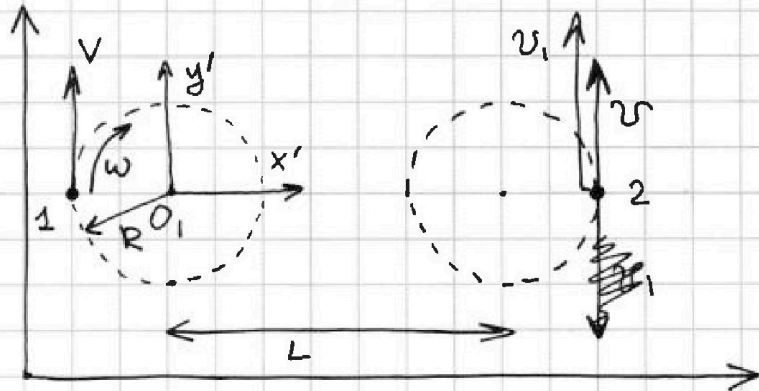
Система отсчета  $x'O_1y'$   
Вращается с угловой  
скоростью  $\omega$  вокруг  $O_1$ ,  
 $\omega = \frac{v}{R}$

Значит в с.о  $x'O_1y'$   
у 2 самолета есть  
кроме  $v$  скорость  $v_1$ .

$v_1$  ~~направлена~~ направлена  $v$   
и равна  $v_1 = \omega L = v \frac{L}{R}$

Тогда итоговая скорость  $\vec{u} = \vec{v} + \vec{v}_1$ ,  $|\vec{u}| = v + v_1 = v \left(1 + \frac{L}{R}\right) =$   
 $= 70 \text{ м/с} \cdot \left(1 + \frac{2100 \text{ м}}{700 \text{ м}}\right) = 4 \cdot 70 \text{ м/с} = 280 \text{ м/с}$

Ответ:  $|\vec{u}| = 280 \text{ м/с}$ ,  $\vec{u}$  сонаправлен  $\vec{v}$ .  $\frac{p}{mg} = \frac{\sqrt{14g}}{10}$



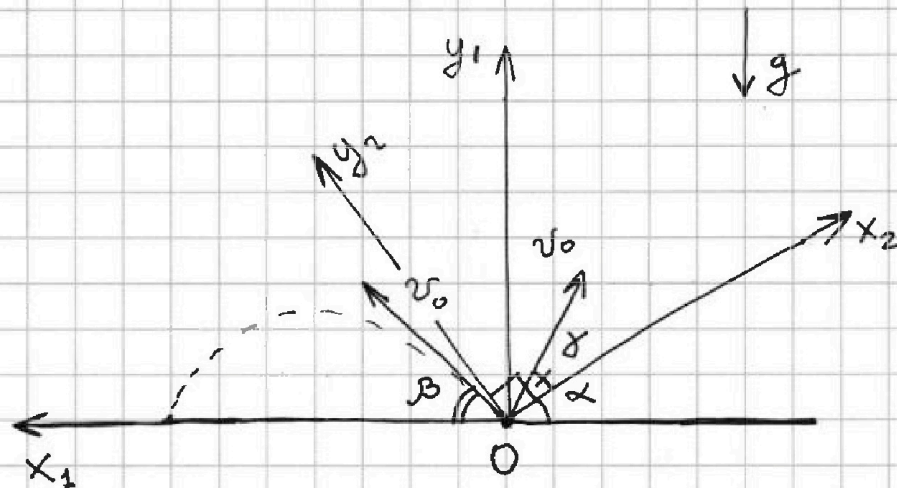
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Если заряд бросают на горизонтальную плоскость, то, чтобы он пролетел максимальное расстояние, его нужно бросить под углом  $\beta = 45^\circ$ . Запишем законы движения по  $x_1$  и  $y_1$  (см. рисунок) для осколка, летящего под углом  $\beta$ :

$$\begin{cases} x_1(t) = v_0 \cos \beta t \\ y_1(t) = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Пусть  $t_n$  - время, прошедшее от старта осколка до его приземления. Тогда

$$\begin{cases} x_1(t) = S_1 \\ y_1(t) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 \cos \beta t_n = S_{1,2} \\ v_0 \sin \beta t_n - \frac{gt_n^2}{2} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_n = \frac{2v_0 \sin \beta}{g} \\ v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g} = S_1 \end{cases}$$

Подставим  $\sin \beta = \cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$\frac{v_0^2}{g} = S_1, \text{ отсюда } v_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \text{ м/с}^2 \cdot 160 \text{ м}} = \boxed{40 \text{ м/с}}$$

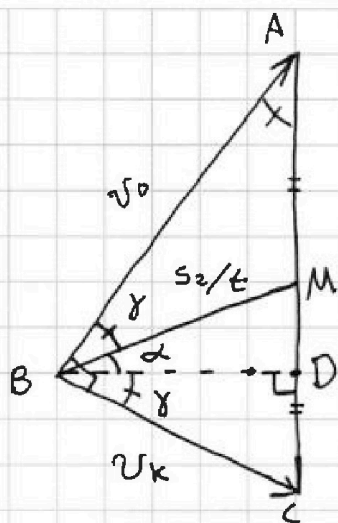
Теперь рассмотрим осколок, упавший на склон с наибольшим перемещением. Построим векторную диаграмму скоростей для него (см. следующий лист)



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!



Известно, что  $S_2$  (или  $S_2/t$ ) максимально при заданных  $v_0$  и  $\alpha$ , тогда  $\vec{v}_0 \perp \vec{v}_k \Rightarrow \angle ABC = 90^\circ$ . Тогда из откошений в прямоугольном тр.  $\angle BAC = \angle DBC$ , а  $\angle BAC = \angle ABM$ , тк  $BM$  - медиана  $\triangle ABC$  ( $AM = MC = \frac{gt}{2}$ )  
Следовательно  $2\gamma + \alpha = \angle ABC = 90^\circ$   
 $\gamma = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$

Запишем законы движения для осколка летящего под углом  $\gamma$  по осям  $X_2$  и  $Y_2$  ( $X_2$  угер по склону,  $Y_2 \perp X_2$ ):

$$\begin{cases} X_2(t) = v_0 \cos \gamma t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} \\ Y_2(t) = v_0 \sin \gamma t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

~~Ищем~~ Пусть  $t_1$  - время полета осколка, тогда

$$\begin{cases} X_2(t_1) = S_2 \\ Y_2(t_1) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 \cos \gamma t_1 - \frac{g \sin^2 \alpha t_1^2}{2} = S_2 \\ v_0 \sin \gamma t_1 - \frac{g \cos^2 \alpha t_1^2}{2} = 0 \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha}$$

$$\frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha} \left( v_0 \cos \gamma - \frac{g \sin \alpha}{2g \cos \alpha} \right) = S_2$$

$$\frac{2v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \gamma}{g \cos \alpha} \cdot \text{tg} \alpha = S_2$$

$$\frac{v_0^2 \cdot \sin 2\gamma}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 (1 - \cos 2\gamma) \sin \alpha}{2g \cos^2 \alpha} = S_2$$

$$2\gamma = 90 - \alpha \Rightarrow \cos 2\gamma = \sin \alpha \\ \sin 2\gamma = \cos \alpha$$

$$\frac{v_0^2 \cos \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{v_0^2 \sin \alpha (1 - \sin \alpha)}{g \cos^2 \alpha} = S_2$$

$$\frac{v_0^2}{g} \left( 1 - \frac{\sin \alpha - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right) = S_2$$

$$\frac{1 - \sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{S_2 g}{v_0^2} \quad \frac{1}{1 + \sin \alpha} = \frac{S_2 g}{v_0^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{S_1}{S_2} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\alpha \in (0; \frac{\pi}{4}) \Rightarrow \alpha = \arcsin(1/3)$$

Ответ:  $v_0 = 40 \text{ м/с}$ ,  $\alpha = \arcsin 1/3$



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

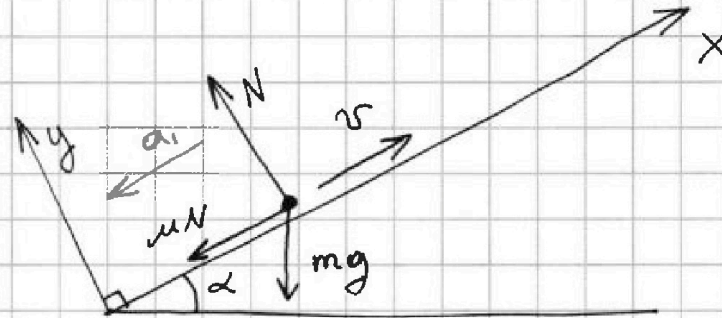
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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!

Обычно, или шайба останавливалась и поехала назад, то указательно скорость была вверх. ВЗН для едущей вверх шайбы:

$$\begin{cases} y: N - mg \cos \alpha = 0 \\ x: -\mu N - mg \sin \alpha = -ma_1 \end{cases}$$

где  $N$  - сила реакции опоры,  $m$  - масса шайбы,  $\mu$  - коэф. трения,  $a_1$  - ускорение шайбы.

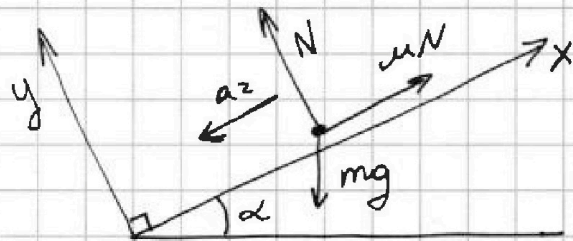


$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \\ a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \end{cases}$$

ВЗН для едущей вниз шайбы:

$$\begin{cases} y: N - mg \cos \alpha = 0 \\ x: \mu N - mg \sin \alpha = -ma_2^* \end{cases}$$

где  $a_2^*$  - новое ускорение.  
 $ma_2^* = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$   
 $a_2^* = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$



Судя и по теории, и по графику ускорение на участках движения вверх и вниз постоянно. Тогда  $a_1$  найдем как

$$a_1 = \frac{v(0) - v(1)}{t_1 - 0} = 8 \text{ м/с}^2, \quad a_2 = \frac{v(3) - v(1)}{3 - 1} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{cases} a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \\ a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \end{cases} \quad a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8 \text{ м/с}^2 + 4 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{3}{5}$$

~~Обычно  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$~~

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 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!

$M$  - масса бочки,  $mM = 2M$  - масса воды в бочке.

Примем за  $O$  точку  $O$  на рисунке. Тогда

начальная энергия бочки

$$E_1 = 3MgL \sin \alpha$$

Бочка без воды - гомотетный цилиндр, его энергия

(и поступательная, и

вращательная) равна  $MV^2$ . Работа сил трения уже учтена.

Вода идеальна, вращаться не будет, значит ее энергия это энергия поступательного движения, равна  $\frac{2MV^2}{2}$ . Тогда суммарная энергия в конце

$$E_2 = MV^2 + \frac{2MV^2}{2} = 2MV^2$$

Работу сил трения бочки о горку уже учли во вращательном движении, вода о стенки бочки не трется, значит  $E_1 = E_2$

$$3MgL \sin \alpha = 2MV^2$$

$$V = \sqrt{\frac{3}{2} gL \sin \alpha} = \sqrt{\frac{9}{10} gL} = \sqrt{\frac{9}{10} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \text{ м}} = 0,6 \sqrt{15} \text{ м/с}$$

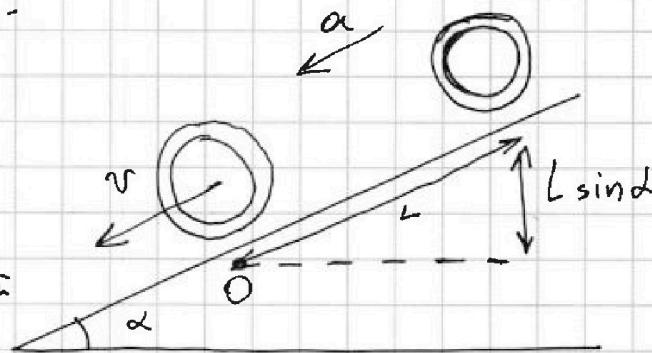
Бочка катится с постоянным ускорением  $a$ , тогда

$$v(t) = at - \text{скорость бочки от времени}$$

$$s(t) = \frac{at^2}{2} - \text{перемещение бочки от времени.}$$

$t_1$  - время через которое бочка переместилась на  $L$ . Тогда

$$\begin{cases} v = at_1 \\ L = \frac{at_1^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} t_1 = \frac{v}{a} \\ L = \frac{av^2}{2a^2} \end{cases} \quad L = \frac{v^2}{2a} \quad a = \frac{v^2}{2L} = \frac{9gL}{10 \cdot 2L} = \frac{9}{20} g = 4,5 \text{ м/с}^2$$







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

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!

Если бочка погги  
проскальзывает, то

$$F_{тр} = \mu N$$

Если ~~бочка~~ движется  
с ускорением  $a$ , то  
относительно центра  
ке точки бочки движется  
с ускорением  $a$ , т.к  
пока бочка не-таки не  
проскальзывает.

Запишем момент  
им относительно  
центра бочки (O):

$$F_{тр} \cdot R = Ma \cdot R \quad (R - \text{радиус бочки})$$

Запишем ВЗМ для бочки по оси

X и Y (см. картинку):

$$Y: N - mg \cos \alpha = 0$$

Запишем момент для точки  
точки касания бочки и плоскости

$$mg \sin \alpha = ma$$

Запишем ВЗМ для бочки по оси Y (см. рисунок):

$$N - 3Mg \cos \alpha = 0$$

$$N = 3Mg \cos \alpha$$

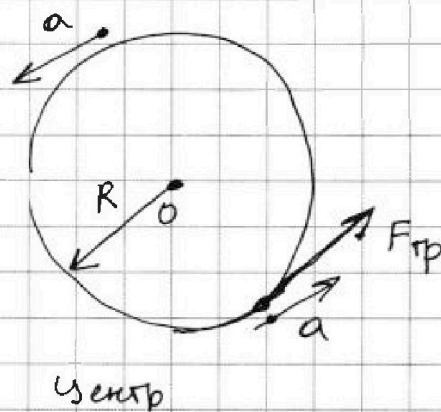
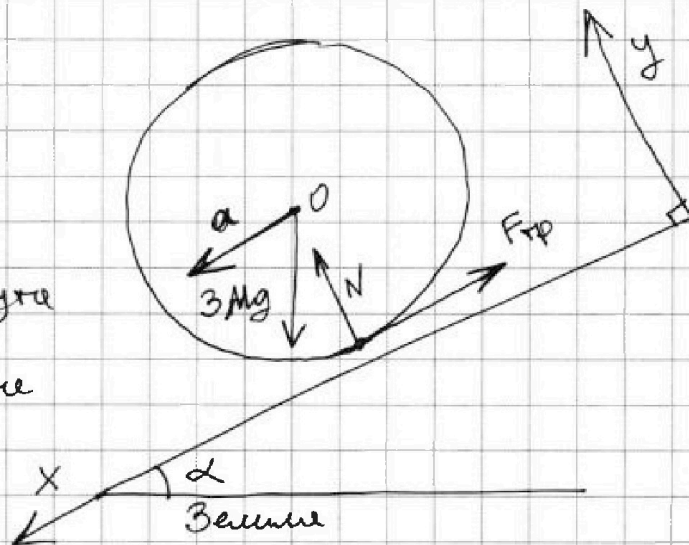
$$F_{тр} = \mu N = 3\mu Mg \cos \alpha$$

$$3\mu Mg \cos \alpha = Ma$$

$$3\mu g \cos \alpha = a \quad \mu = \frac{a}{3g \cos \alpha} = \frac{9}{3 \cdot 20 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{3}{16}$$

Критическое  $\mu$ , при котором бочка погги проскальзывает =  $\frac{3}{16}$   
при  $\mu < \frac{3}{16}$  будет проскальзывать, а при  $\mu > \frac{3}{16}$  не будет.

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ ,  $v = 0,6\sqrt{15} \text{ м/с}$ ,  $a = 4,5 \text{ м/с}^2$ , при  $\mu > \frac{3}{16}$





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!

Пусть есть  $\nu_1$  моль гелия и  $\nu_2$  моль азота.

Тогда где изохорического процесса:

$$\begin{cases} Q_{11} = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 \\ Q_{12} = \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 \end{cases} \quad \text{где } Q_{11} - \text{энергия отведенная от гелия в изохорическом процессе, } Q_{12} - \text{от азота, } Q_{21} - \text{от гелия в изобарическом процессе,}$$

Ане изобарического:  $Q_{22}$  - от азота.

$$\begin{cases} Q_{21} = +A_1 + \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 \\ Q_{22} = +A_2 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 \end{cases} \quad A_1 - \text{работа гелия, } A_2 - \text{работа азота}$$

$$\begin{cases} Q_{11} + Q_{12} = Q_{21} + Q_{22} = -Q \\ -Q = (A_1 + A_2) - 20K \cdot R \left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) \\ -Q = -31,2K \cdot R \left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) \end{cases}$$

Работа внешних сил  $A = -A_1 - A_2$

$$\left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) = \frac{Q}{31,2K \cdot R}$$

$$A_1 + A_2 = -Q + \frac{Q}{31,2K \cdot R} \cdot 20K \cdot R = -\frac{14}{39} Q = -\frac{14 \cdot 780 \text{ Дж}}{39} = -280 \text{ Дж}$$

$$A = \boxed{280 \text{ Дж}}$$

$$A_1 = \nu_1 R \Delta T_2, \quad A_2 = \nu_2 R \Delta T_2 \quad A_1 + A_2 = (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2 = -A$$

$$(\nu_1 + \nu_2) = -A / R \Delta T_2$$

$$-A = \frac{14}{39} Q \Rightarrow \nu_1 + \nu_2 = \frac{14 Q}{39 R \Delta T_2}$$

$$Q = C_n (\nu_1 + \nu_2) \Delta T_2$$

$$C_n = \frac{Q}{(\nu_1 + \nu_2) \Delta T_2} = \frac{Q \cdot 39 R \Delta T_2}{14 Q \cdot \Delta T_2} = \boxed{\frac{39}{14} R}$$

$$\begin{cases} 3\nu_1 + 5\nu_2 = \frac{2Q}{14 \Delta T_2 R} \\ \nu_1 + \nu_2 = \frac{14Q}{39 R \Delta T_2} \end{cases} \quad \left( \frac{3\nu_1 + 5\nu_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{2/39}{1/14} \right)$$

$$\begin{cases} Q = 31,2K \cdot R \left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) \\ Q = 20K \cdot R \left( \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5}{4} \quad \nu = \frac{N}{N_a} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{4}$$

Ответ:  $A = 280 \text{ Дж}$ ,  $C_n = \frac{39}{14} R$ ,  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{4}$

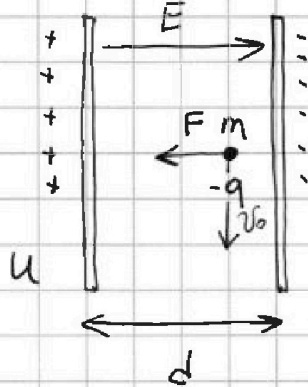


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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



$E$  - напряженность эл. поля между обкладками,

$E = U/d$ .  $F$  - сила, действующая на частицу

$\vec{F} = -q\vec{E}$ ,  $|F| = qE = qU/d$

$a$  - ускорение частицы

$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ ,  $|\vec{a}| = \frac{qU}{dm} = \frac{\gamma U}{d}$

$\vec{a} \perp \vec{v}_0 \Rightarrow a$  - нормальное ускорение

$a = \frac{v_0^2}{R}$   $v_0 = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{\gamma UR}{d}}$

Энергия частицы в изначальном положении

$$W_1 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{E \cdot \frac{d}{8} \cdot q}{2} + \frac{E \cdot \frac{7d}{8} \cdot (-q)}{2} =$$

$$= \frac{mv_0^2}{2} - \frac{3}{8}Uq = \frac{UqR}{2d} - \frac{3}{8}Uq$$

Когда частица выйдет из конденсатора и будет находиться на средней плоскости ее энергии взаимодействия с конденсатором будет 0, так как заряды на пластинках конденсатора равны по модулю и противоположны и расстояния до пластин равны. ~~Энергия равна 0~~

Значит энергия в конечной точке

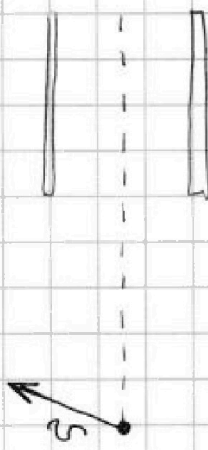
$$W_2 = \frac{mv^2}{2}$$

$$W_1 = W_2 \text{ по ЗСЭ}$$

$$Uq\left(\frac{R}{2d} - \frac{3}{8}\right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}\left(\frac{R}{2d} - \frac{3}{8}\right)} = \sqrt{U\gamma\left(\frac{R}{d} - \frac{3}{4}\right)}$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{\frac{\gamma UR}{d}}$ ,  $v = \sqrt{U\gamma\left(\frac{R}{d} - \frac{3}{4}\right)}$





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!

$$\frac{(70)^4}{700^2 \cdot 10^2} = \frac{7^4 \cdot 10^4}{7^2 \cdot 10^6} = \frac{7^2}{10^2} = \frac{49}{100}$$

$$A = (v_1 + v_2) R \Delta T_2$$

$$Q = (v_1 + v_2) R \Delta T_2 + \left(\frac{3}{2}v_1 + \frac{5}{2}v_2\right) R \Delta T_2 = \left(\frac{5}{2}v_1 + \frac{7}{2}v_2\right) R \Delta T_2$$

$$Q = \left(\frac{3}{2}v_1 + \frac{5}{2}v_2\right) R \Delta T_1$$

$$\frac{3v_1 + 5v_2}{5v_1 + 7v_2} = \frac{200}{312} = \frac{25}{39}$$

$$25 \cdot 5v_1 + 25 \cdot 7v_2 = 3 \cdot 39v_1 + 5 \cdot 39v_2$$

$$125v_1 + 175v_2 = 117v_1 + 195v_2$$

$$8v_1 = 20v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{20}{8} = \frac{5}{4}$$

$$v_1 = \frac{5}{4}v_2$$

$$Q = \Delta T_2 \cdot R \left(\frac{7}{2}v_2 + \frac{25}{8}v_2\right)$$

$$\frac{28}{8} + \frac{25}{8} = \frac{43}{8}$$

$$A = \frac{74}{39}Q = (v_1 + v_2) R \Delta T_2$$

$$(v_1 + v_2) = \frac{14Q}{39R \Delta T_2}$$

$$Q = C(v_1 + v_2) \Delta T_2$$

$$Q = C \frac{14Q}{39R}$$

$$C = \frac{39}{14}R$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ \underline{7} \\ 165 \\ \underline{2} \\ 39 \\ \underline{3} \\ 117 \\ 125 \\ \underline{117} \\ 8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4 \\ 39 \\ \underline{5} \\ 155 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 25 \\ \underline{43} \end{array}$$

130



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!

$$\frac{70^4}{700^2 \cdot 100} = \frac{7^2 \cdot 7^2 \cdot 10^4}{7^2 \cdot 10^4 \cdot 10^2} = \frac{7^2}{10^2} = \frac{49}{100} = \frac{51}{100}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T V} = \frac{Q}{\Delta T (V_1 + V_2)}$$

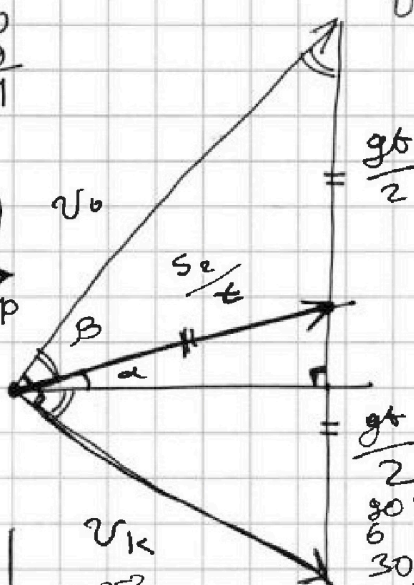
$$\frac{100}{49} = \frac{51}{100}$$

$$v_0^2 = \frac{9UR}{d \rho} \cdot \frac{V_0}{2}$$

$$A_1 + A_2 = \frac{14}{39} Q \quad \frac{3V_1 + 5V_2}{V_1 + V_2} = \frac{39}{7}$$

$$\frac{UgR}{2d}$$

$$Q = \frac{14}{39} \quad 39V_1 + 39V_2 = 24V_1 + 35V_2$$



$$\beta = 45^\circ \frac{\pi}{2}$$

$$2\beta + \alpha = 90$$

$$\beta = 45 - \frac{\alpha}{2}$$

$v_0 \beta$

$$Q = C \Delta T V$$

$$3\sqrt{0,6} = 0,3\sqrt{60} = 0,6\sqrt{15}$$

$$v_k = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$A = P \Delta V =$$

$$x(t) = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} t$$

$$y(t) = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$\sqrt{2} v_0 - gt = 0$$

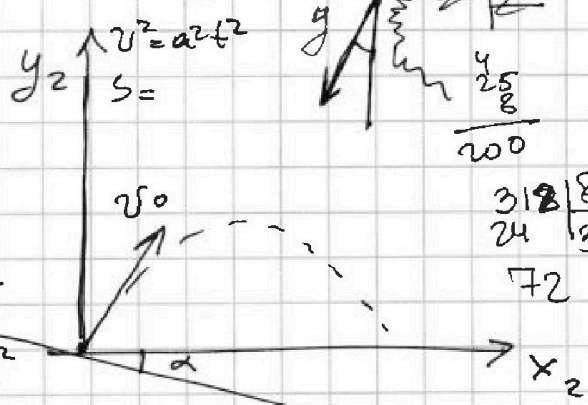
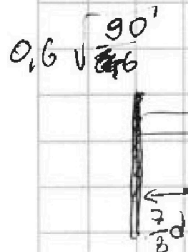
$$\frac{200}{312} = \frac{25}{39}$$

$$t = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$$

$$X = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2} v_0}{g} = S_1$$

$$= (v_1 + v_2) R_0 T_2$$

$$X_2: \quad \frac{39}{7}$$



$$W = U_i q$$

$$x_2(t) = v_0 \cos \alpha t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$y_2(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g \cos \alpha t}{2}$$

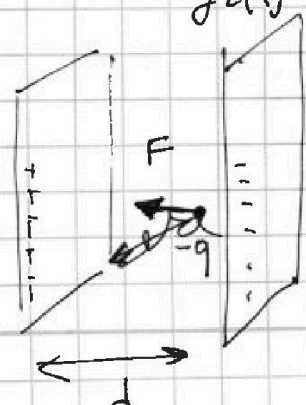
$\approx 500$

$$t_1 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha t}$$

$$E \cdot \frac{6}{8} d q$$

$$= \frac{3}{8} E d q = \frac{3}{8} U q$$

$$v(t) = at$$



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!

$$v_0 \cos \gamma \cdot \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \gamma}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

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

$$2\gamma = 90 - \alpha$$

$$\sin(2\gamma) = \cos \alpha$$

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

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

$$\frac{\sin \alpha (1 - \cos(90 - \alpha))}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha (1 - \sin \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

$$1 - \frac{\sin \alpha - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha + 1} \quad \frac{A}{Q_n}$$

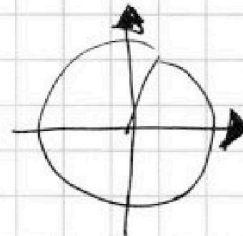
$$\frac{v_0^2}{g(\sin \alpha + 1)} = S_2$$

$$\frac{gS_1}{g(\sin \alpha + 1)} = S_2$$

$$\sin \alpha + 1 = \frac{S_1}{S_2}$$

$$\sin \alpha = \frac{S_1}{S_2} - 1 = \frac{4}{8} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \quad \heartsuit$$



$$\frac{780}{39} = \frac{20}{13} = 20$$

$$\begin{array}{r} 780 \quad | \quad 3 \\ 6 \quad \quad | \quad 260 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$280$$

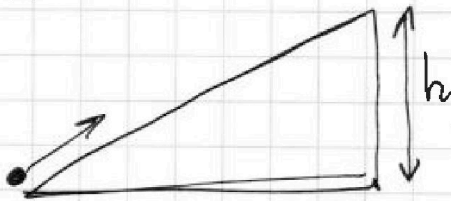


$$PV = \sqrt{RT}$$

$$\frac{20}{31,2} = \frac{200}{312} = \frac{50}{78} = \frac{25}{39}$$

$$\begin{array}{r} 312 \quad | \quad 4 \quad 312 \quad | \quad 8 \\ 28 \quad \quad | \quad 78 \quad 24 \quad | \quad 39 \\ \hline 32 \quad \quad 72 \end{array}$$

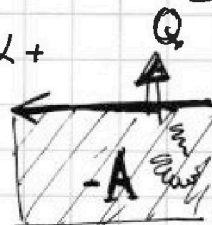
$$\frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$



$$\frac{m v_0^2}{2} = mg \frac{h}{2} + \mu N S$$

$$\frac{v_0^2}{2} = g S \sin \alpha +$$

$$\frac{280}{780}$$



$$\frac{39}{25} = \frac{14}{14}$$