



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

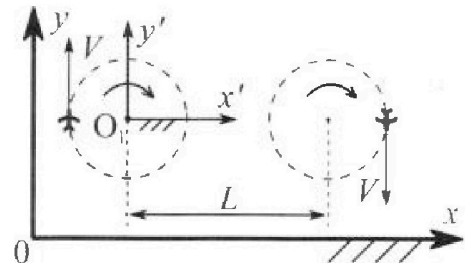
## Вариант 10-04



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  $V = 100$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R = 500$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

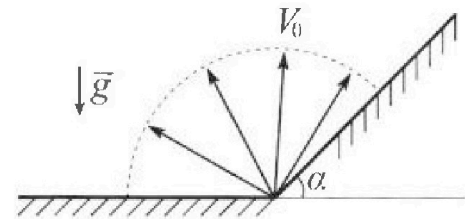
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени ни самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,25$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

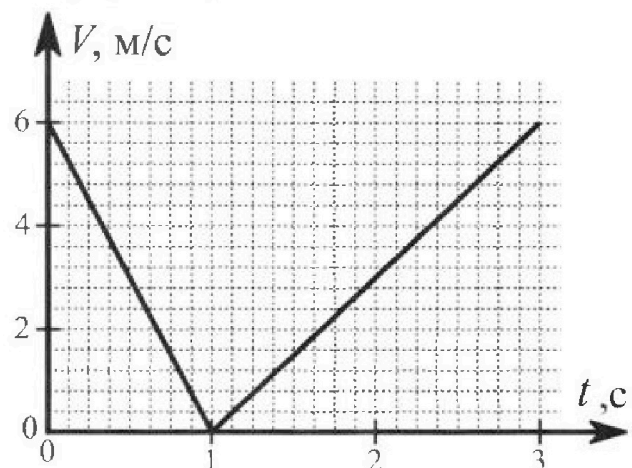
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна  $T = 5$  с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100$  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.

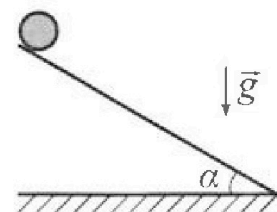
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  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  $n = 4$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 1,5$  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 10-04



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 2320$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 58$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 40$  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. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $\frac{3}{8}d$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен  $R$ .

1. Найдите удельный заряд  $\gamma = \frac{q}{m}$  частицы, здесь  $q$  – заряд частицы,  $m$  – масса частицы.

Через некоторое время по сле 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 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!

№ 1

$R = 500 \text{ м}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\frac{N}{mg} = ?$

Тело движется (с постоянной скоростью) по окр радиусом  $R \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \alpha_y = \frac{v^2}{R}$  Тангенциальное ускорение равно 0 (по оси  $x$ )  
 Центростремительное ускорение

$N_1$  - сила, действующая в плоскости  $Ox_y$ , сила касательная  $F_{\text{т}}$   
 ось  $z$  направлена к центру окр.  $O_1$

$y: N_1 - mg = 0$

$N_1 = mg$

$z: N_2 = m \alpha_y$

$N_2 = m \frac{v^2}{R}$

$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$

$\frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}} = \sqrt{1 + \frac{10^8 \frac{\text{м}^4}{\text{с}^4}}{10^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ м}^2}} = \sqrt{1 + \frac{10^8}{25 \cdot 10^8}} = \sqrt{1 + \frac{100}{25}} = \sqrt{5}$

2)  $\sqrt{5} = 2,236 \text{ км}$

$\vec{v} = ?$



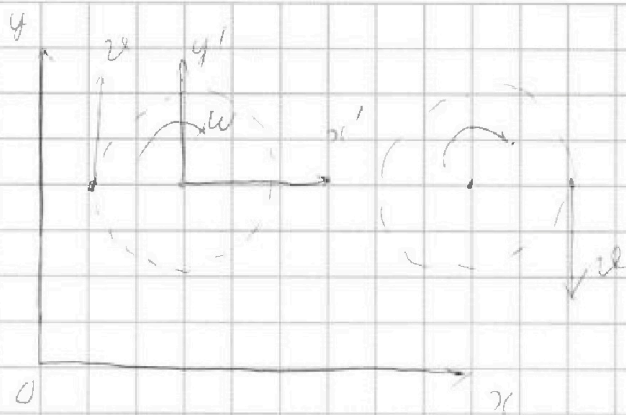


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

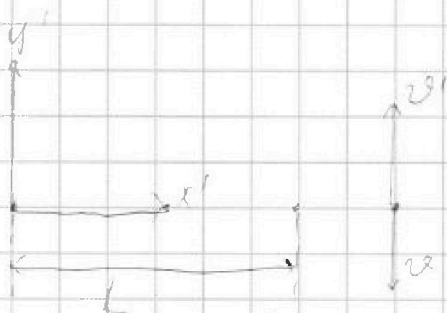
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 11

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 мы перейдем в  $(O' y' x')$ , вращающуюся с угл. скоростью  $\omega$ , по часовой стрелке, то все вокруг будет вращаться против часовой стрелки с та-

кой же угловой скоростью  $\omega = \frac{v}{R} = \frac{1}{5} \text{ c}^{-1}$



$v$  - скоростью отн. земли,  
 $v'$  - скоростью, которой падает из-за перехода в вращ.  $(O')$   
 $v' = \omega(L + R)$

$$U_{y'} = v' - v = \frac{v}{R}(L + R) - v = v \left( \frac{L + R}{R} - 1 \right) = v \left( \frac{L + R}{R} - \frac{R}{R} \right) = v \frac{L}{R} =$$

$$= 100 \cdot \frac{1250 \text{ м}}{500 \text{ м}} = \frac{1250}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Вектор скорости направлен

вниз на сторону  $y'$  (то и от  $y'$ , то есть



Отметим: 1)  $\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}} = \sqrt{5}$ , 2)  $|U| = v \frac{L}{R} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , Вектор

скорости направлен вверх (см. рис)





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  
11 ИЗ 11

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

$$\sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha \cdot g \alpha = \max$$

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

$$= \cos \alpha \cos \alpha - 2g \alpha \sin \alpha = \cos \alpha \cos \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha g \alpha = 0$$

$$\cos \alpha \cos \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha g \alpha = 0$$

$$\cos \alpha (\cos \alpha - 2 \sin \alpha g \alpha) = 0$$

$$\cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ - \text{не подходит}$$

$$\cos \alpha - 2 \sin \alpha g \alpha = 0$$

$$2 \sin \alpha g \alpha = \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\cos \alpha}{2g \alpha}, \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2}} = \sqrt{\frac{4g^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2}} = \sqrt{\frac{g^2 - \cos^2 \alpha}{g^2 \alpha^2} \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$S_{\max} = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha g \alpha) = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\cos \alpha}{2g \alpha} \cdot \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2}} - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2} \right) =$$

$$\frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\cos \alpha}{2g \alpha} \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2}} - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2} \right) = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\cos \alpha}{2g \alpha} \sqrt{4g^2 \alpha^2 - \cos^2 \alpha} - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2} \right) =$$

$$\frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\cos \alpha}{2g \alpha} \sqrt{4g^2 \alpha^2 - \cos^2 \alpha} - \frac{\cos^2 \alpha}{4g^2 \alpha^2} \right) =$$

$$2S \alpha g^2 \alpha = 2V_0^2 g \alpha \quad 2S g \alpha g^2 \alpha = V_0^2 \sqrt{4g^2 \alpha^2 - \cos^2 \alpha} - V_0^2 \cos \alpha g \alpha =$$

$$= V_0^2 (\sqrt{4g^2 \alpha^2 - \cos^2 \alpha} - \cos \alpha) \quad \text{Объем: } 1) V_0 = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2 \cdot 5 \cdot \frac{35^2}{\cos^2 \alpha} = V_0^2 (\sqrt{4g^2 \alpha^2 - \cos^2 \alpha} - \cos \alpha)$$

$$\frac{5g}{V_0^2} = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} \left( \sqrt{4 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha \right) = \cos^2 \alpha \left( \sqrt{\frac{4}{\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha} - \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$



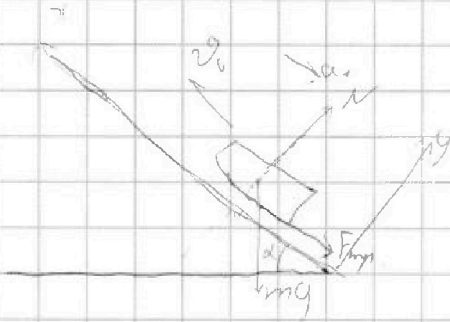
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 11

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!

N3



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$\mu mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = a_1$$

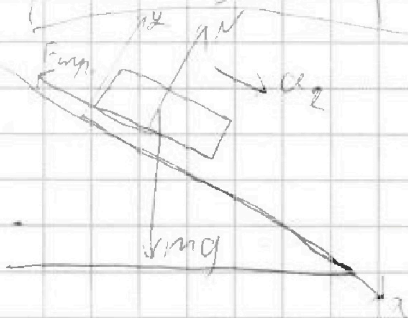
$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v(t) = v_0 - a_1 t = v_0 - g t (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v(t) = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

коэффициент наклона

$$g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \frac{m}{c^2} = 1.5 \text{ гравитация}$$



$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$x: mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

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

$$v(t) = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) t$$

$$\text{1.5 гравитация } a_0 = \frac{6 \frac{m}{c^2}}{2c} = 3 \frac{m}{c^2}$$

$$\begin{cases} g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_0 \\ g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_0' \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha + \mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g} \\ \sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{a_0'}{g} \end{cases} \Rightarrow 2 \sin \alpha = \frac{1}{g} (a_0 + a_0')$$

$$= \frac{g \mu}{20 \frac{m}{c^2}} = \frac{0}{20} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2g} (a_0 + a_0')$$

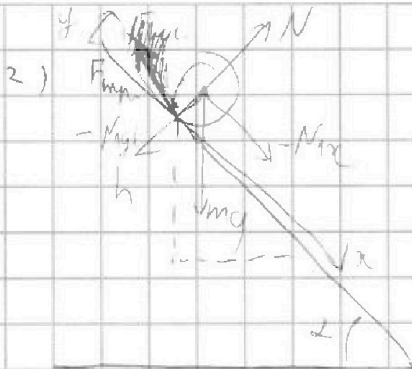


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
7 ИЗ 17

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!



$$h = 1,5 \text{ м}, \alpha = 30^\circ$$

$$a = ?, \text{ м/с}^2$$

Рассмотрим силы, действующие на бочку. Пусть ее масса

$m$ , тогда масса воды  $m_1$ .

$N_1$  — ~~нормальная~~ сила, действующая на бочку со стороны воды.

~~В~~ Центр масс воды прямо движется по наклонной плос-

кости. Рассмотрим силы, действующие на воду.

$$x: \begin{cases} m_1 g \sin \alpha + N_{1x} = m_1 a \end{cases}$$

$$y: N_{1y} = m_1 g \cos \alpha$$

Бочка:

~~$$y: N - N_{1y} - m g \cos \alpha = 0$$~~

$$y: N - N_{1y} - m g \cos \alpha = 0$$

$$N = N_{1y} + m g \cos \alpha = m g \cos \alpha (h + 1)$$

$$x: m g \sin \alpha - N_{1x} - m N = m a$$

$$m g \sin \alpha - N_{1x} - m g \cos \alpha (h + 1) = m a$$





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  
9 ИЗ 11

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!

П.к. движение без проскальзывания, сила трения работос не совершает  
30 Э.

$$mgh_1 = mgh_2 + m v^2 + m \left( \frac{v}{n+1} \right)^2$$

$$mgh = m v^2 + \frac{m v^2}{n+1}$$

$$gh = v^2 \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)$$

$$gh = v^2 \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)$$

$$v^2 = \frac{2gh}{n+2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{n+2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2}}{6}} = \sqrt{5} \frac{m}{c}$$

4) Уточнее не более проскальзывания, <sup>скажем</sup> точки соприкосновения относительно центра бочки и скорости бочки равны скорости точки на окружности

решим момент  $I_c \frac{d\omega}{dt} = M$

$$I_c = \int m r^2 = \int dm r^2 = m R^2$$

$$m R^2 \frac{d\omega \cdot R}{dL R} = M$$

$$m R \alpha = M mg \cos \alpha (n+1) R$$

$$g \sin \alpha - mg \cos \alpha = mg \cos \alpha (n+1) \Rightarrow mg \cos \alpha (n+2) = g \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{(n+2) \cos \alpha}$$

Ответ: 1)  $\sin \alpha = \frac{g}{20}$ , 2)  $v = \sqrt{5} \frac{m}{c}$ , 3)  $\alpha = 3 \frac{m}{c}$ , 4)  $\mu = \frac{\sin \alpha}{(n+2) \cos \alpha}$

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  
3 ИЗ 11

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!

24

$$Q = 2320 \text{ Дж} - \text{суммарно}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К} - \text{уменьши}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

$$N_1, N_2$$

1)  $Q' \rightarrow Q$  со знаками,  $Q' = -2320 \text{ Дж}$

$$Q' = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 + A'$$

$$A' = A'_1 + A'_2 = 0$$

$$A' = Q' = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2)$$

2)  $Q' = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 + A'$  - работа силы разог

$$A' = -A \Rightarrow A = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 - Q' = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) + Q$$

$$A' = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) + Q$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) \Rightarrow 5V_1 + 3V_2 = \frac{-2Q}{R \Delta T_2}$$

$$A = \frac{R \Delta T_2}{2} \left( \frac{-2Q}{R \Delta T_2} \right) + Q = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \cdot (-Q) + Q = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \cdot \left( 1 - \frac{40}{58} \right) \text{ Дж}$$

$$A = 2320 \cdot \frac{18}{58} \text{ Дж} = 720 \text{ Дж} = 720 \text{ Дж}$$

3)  $C_p = \frac{\delta Q}{\delta T}$  - ~~Энтальпия~~

$$\delta Q = \frac{5}{2} V_1 R dT + \frac{3}{2} V_2 R dT + (V_1 R dT + V_2 R dT)$$

$pV = \nu RT$   
 $p dV = \nu R dT$

$$A = \frac{R \Delta T_2}{2} \left( -\frac{2Q}{R \Delta T_1} \right) + Q = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 720 \text{ Дж}$$

2)  $C_p = \frac{Q'}{\Delta T_2} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}}$

3) Процесс  $\frac{N_1}{N_2} = 1$ , тогда  $N_1 = 2 N_2$





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  
9 ИЗ 11

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!

$$5V_1 + 3V_2 = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$5 \frac{N_1}{N_a} + 3 \frac{N_2}{N_a} = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$5 \frac{dN_1}{N_a} + 3 \frac{dN_2}{N_a} = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$5dV_1 + 3dV_2 = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R} \Rightarrow \frac{2Q}{\Delta T_1 R} = V_2(5d + 3) \quad (1)$$

Как известно, молярная теплоемкость  $C_p = \frac{L + 2}{2} R$ ,  $C_v = \frac{L}{2} R$ .

Для азота:  $C_{p1} = \frac{7}{2} R$ ,  $C_{v1} = \frac{5}{2} R$

Для гелия:  $C_{p2} = \frac{5}{2} R$ ,  $C_{v2} = \frac{5}{2} R$

Получим:

$$-Q = C_{p1}' \Delta T_1 + C_{p2}' \Delta T_2 = \frac{7}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} P V_2 \Delta T_2$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (7V_1 + 5V_2) \quad V_1 = 2V_2$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (7 \cdot 2V_2 + 5V_2)$$

$$\frac{-2Q}{R \Delta T_2} = V_2 (7 \cdot 2 + 5) \quad (2)$$

$$\begin{cases} \frac{2Q}{\Delta T_1 R} = V_2(5d + 3) & (1) \\ \frac{2Q}{R \Delta T_2} = V_2(7 \cdot 2 + 5) & (2) \end{cases}$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{2Q \cdot \Delta T_2 R}{\Delta T_1 R \cdot 2Q} = \frac{5d + 3}{7 \cdot 2 + 5}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{5d + 3}{7 \cdot 2 + 5}$$

$$7d \Delta T_2 + 5 \Delta T_2 = 5d \Delta T_1 + 3 \Delta T_1 \Rightarrow 7d(7 \Delta T_1 - 5 \Delta T_1) - 5 \Delta T_1 = 3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2$$



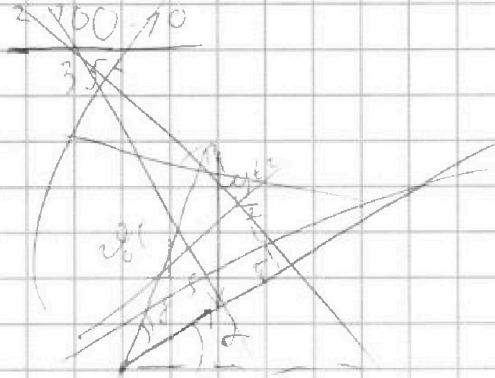


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 ИЗ 11

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!



$$a = \frac{3\Delta I_2 - 5\Delta I_2}{4\Delta I_2 - 5\Delta I_2} = \frac{3(1 \cdot 58) + 5 \cdot 40}{-790 + 5 \cdot 58}$$
$$= \frac{-1741 + 200}{-280 + 290} = \frac{26}{10}$$
$$= 2,6$$

Ответ: 1)  $A = 720$  Др, 2)  $C_p = 58 \frac{\text{Др}}{\text{К}}$ , 3)  $\frac{N_1}{N_2} = 2,6$



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  
8 ИЗ 11

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!

$$\begin{cases} m g \sin \alpha + N_{1x} = m a \\ m g \sin \alpha - N_{1x} - \mu m g \cos \alpha (h+1) = m a \end{cases}$$

$$m g \sin \alpha (h+1) - \mu m g \cos \alpha (h+1) = m a (h+1)$$

$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a$$

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

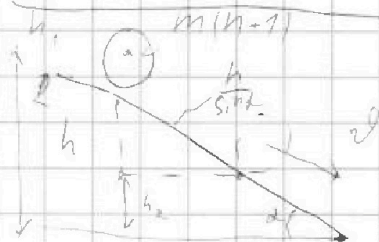
из 1-й и 2-й графика:

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g}$$

$$\mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g} - \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{a_0 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{6 - \frac{10 \cdot 9}{20}}{\frac{10 \cdot \sqrt{19}}{20}} = \frac{6 - \frac{9}{2}}{\frac{\sqrt{379}}{2}} = \frac{12 - 9}{\sqrt{379}} = \frac{3\sqrt{379}}{379}$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \frac{9}{20} \left( \frac{9}{20} - \frac{3 \cdot \sqrt{379}}{\sqrt{379} \cdot 20} \right) = \frac{10 \cdot 6}{20} = \frac{3\sqrt{379}}{10}$$



$$m g h_1 - \left( m g h_2 + \frac{m v^2}{2} \right) = -\mu m g \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$g h_1 - \left( g h_2 + \frac{v^2}{2} \right) = -\mu g \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$g h - \frac{v^2}{2} = -\mu g \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v^2}{2} = g h \left( 1 + \frac{\mu}{\sin \alpha} \right)$$

$$v = \sqrt{2 g h \left( 1 + \frac{\mu}{\sin \alpha} \right)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2} \left( 1 + \frac{3\sqrt{379}}{379} \right)}$$

П.к. блок еще и вращается, то ед. кин. энергии  $K = \frac{m v^2}{2} = m v^2$

$$m g h_1 - \left( m g h_2 + m v^2 \right) = -\mu m g \frac{h}{\sin \alpha}$$



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

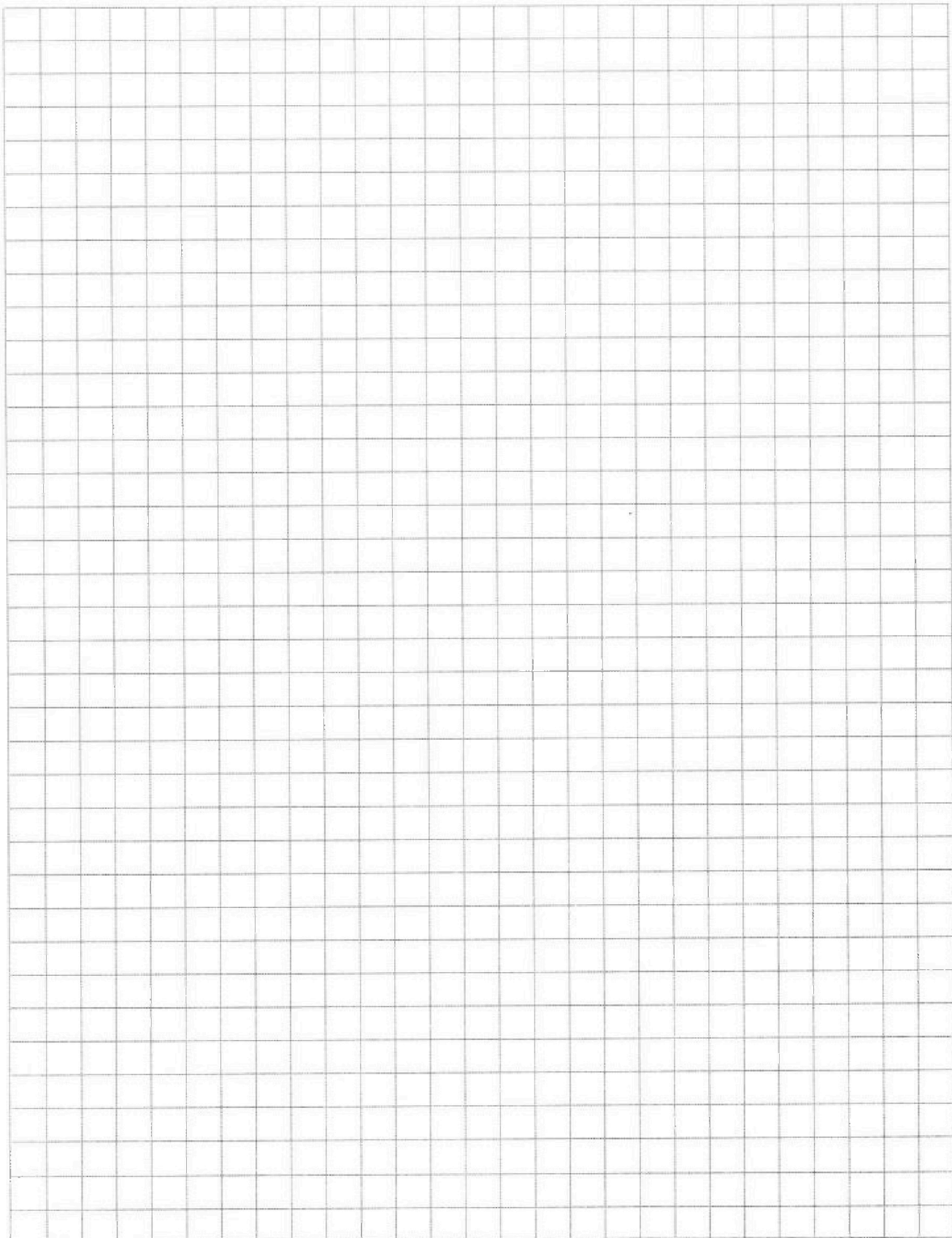
5

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!





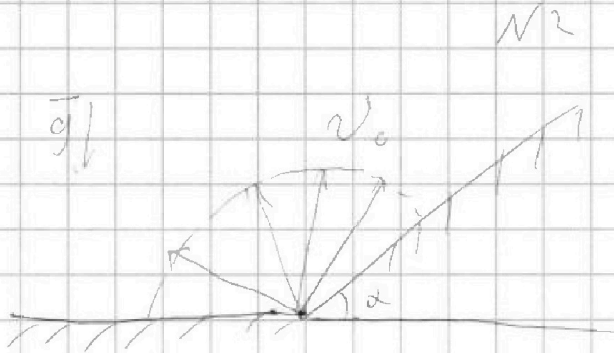
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
10 ИЗ 11

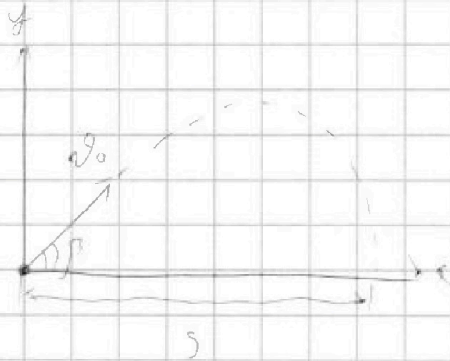
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F = 50, S = 100 \text{ м}, g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1) v_0 = ?$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$



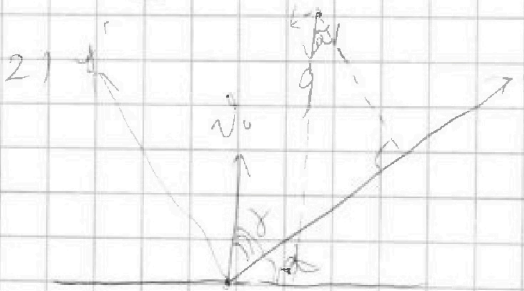
$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{max}} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow S_{\text{max}} \text{ при } \alpha = 45^\circ \Rightarrow$$

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$F = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g} = \frac{2v_0 \frac{\sqrt{2}}{2}}{g} = \sqrt{2} \frac{v_0}{g} \Rightarrow \boxed{v_0 = \frac{Fg}{\sqrt{2}}}$$

$$= \frac{\sqrt{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 50}{2} = \frac{500 \sqrt{2}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 250 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \boxed{354 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$



$$g_x = -g \sin \alpha$$

$$g_y = -g \cos \alpha$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{|g_y|} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

max range

$$S_x = v_0 t \cos \alpha - \frac{g_x t^2}{2} = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha}}{2}$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \alpha \cos \alpha - \sin^3 \alpha) \text{ max}$$