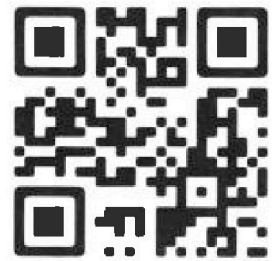




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

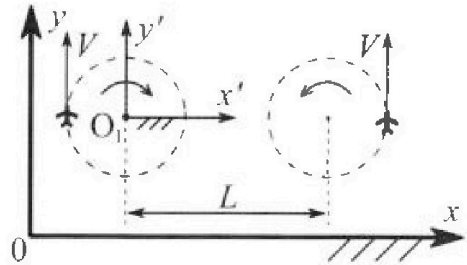
## Вариант 10-02



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 самолёт,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

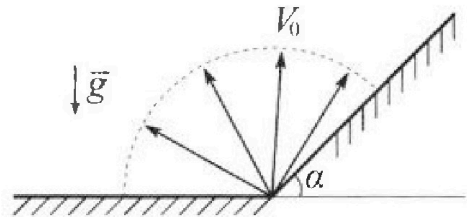
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



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

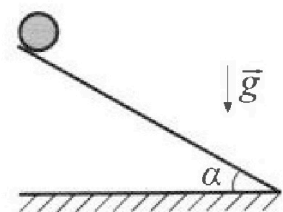
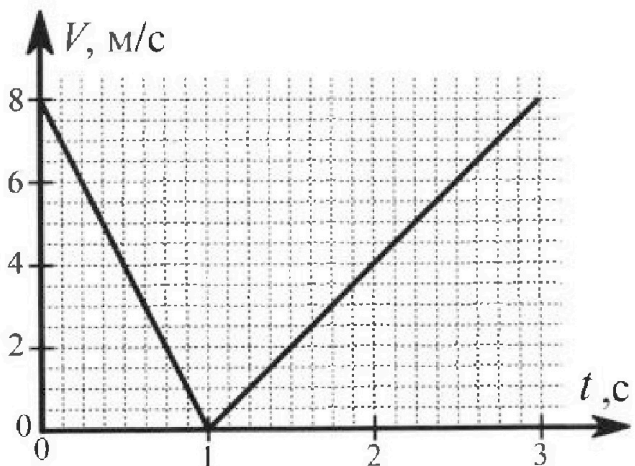
1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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?





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  $U = \frac{5}{2} PV$ .

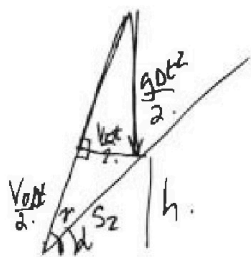
5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} < 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от отрицательно заряженной обкладки.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

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

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

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

$$2 \left( \frac{g \Delta t^2}{2} \right)^2 + \left( \frac{V_0 \Delta t}{2} \right)^2 = \left( \frac{V_0 \Delta t}{2} \right)^2 + \left( \frac{V_0 \Delta t}{2} \right)^2$$



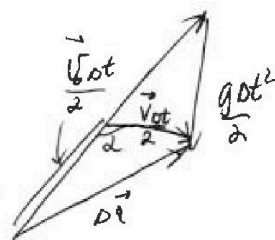
$$S_2 \sin \alpha = V_0 \sin(\alpha + \gamma)$$

$$4S_2^2 = V_0^2 \Delta t^2 + U \Delta t^2$$

$$\frac{V_0 \Delta t}{2}$$

$$S_2 = \frac{g \Delta t^2}{2}$$

$$\Delta t =$$



$$\frac{1}{2} \frac{V_0 \Delta t}{2} \cdot \frac{V_0 \Delta t}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$V = V_0$$

$$S_2^2 = \frac{V_0^2 \Delta t^2}{4} + \frac{V^2 \Delta t^2}{4}$$

$$S_2 = \frac{g \Delta t^2}{2}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - 2S_2 \sin \alpha} = \frac{m V_0^2}{2} - 2mg S_2 \sin \alpha$$

$$\frac{40 \cdot 40}{10 \cdot 120} = 30 \frac{4}{3}$$



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!

Задача №1.

Дано:

$$v = 70 \frac{m}{c}$$

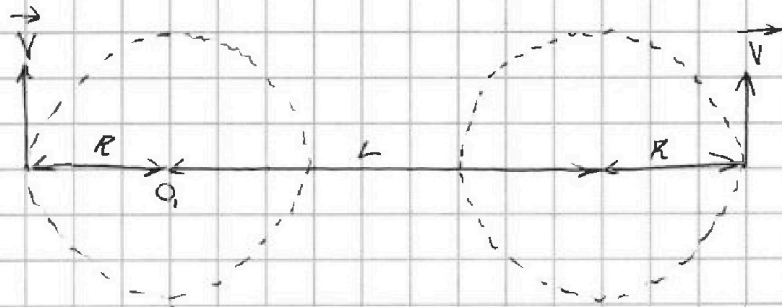
$$R = 700 \frac{m}{c^2}$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

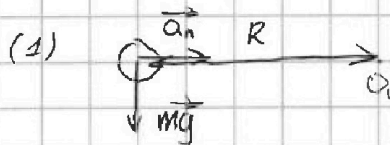
$$L = 2,1 \text{ км}$$

$$\frac{P}{mg} - ?$$

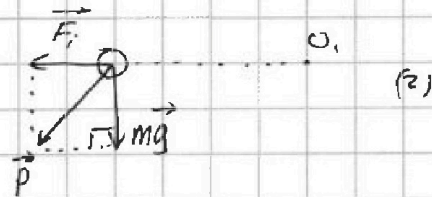
$$\vec{U} - ?$$



рассмотрим самолёт в горизонтальной плоскости, перпендикулярной его скорости:



перейдём в систему отчёта самолёта:



$\vec{F}_i$  - сила инерции  
известно, что  $\vec{F}_i = -m\vec{a}$ .

в этом случае:

$$\left. \begin{aligned} F_i &= ma_n \\ a_n &= \frac{v^2}{R} \end{aligned} \right\} \rightarrow F_i = \frac{mv^2}{R}$$

и

$$\left. \begin{aligned} mg &\perp F_i \\ \vec{D} &= m\vec{g} + \vec{F}_i \end{aligned} \right\} \rightarrow P = \sqrt{m^2g^2 + F_i^2} = \sqrt{m^2g^2 + m^2\left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

получаем:

$$\frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} =$$

$$= \frac{\sqrt{10^2 + \frac{70^4}{700^2}}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

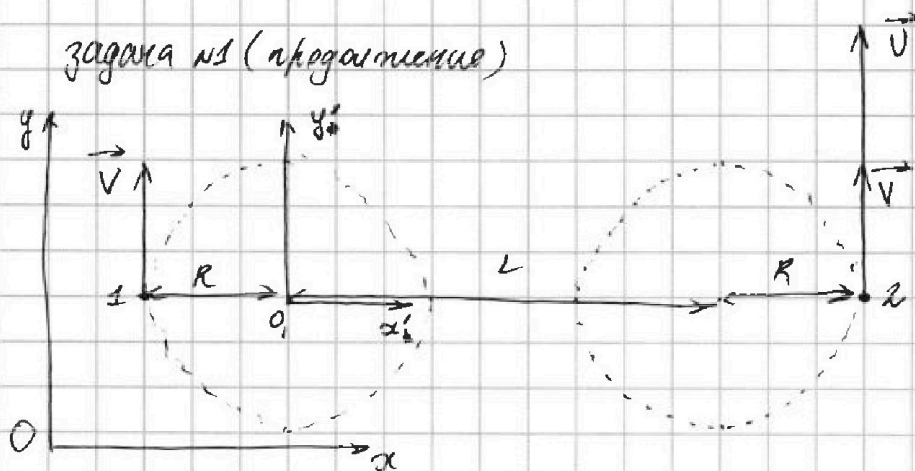


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



пусть первый самолёт в точке 1, второй — в точке 2

поскольку самолёт 1 летает с постоянной угловой скоростью  $\omega_1$  относительно  $O_1$  в  $yOx$ , неподвижные точки в  $y'Ox'$  имеют угловую скорость  $\omega = \omega_1$  относительно  $y'O, x'$

$$\vec{U} = \vec{V} + \vec{V}_{отн} \quad \text{где } \vec{V}_{отн} \text{ — скорость неподвижной точки 2 в } y'Ox \text{ отн. } y'O, x'$$

$$V_{отн} = \omega(L+R) \text{ и направлена } \perp \text{ радиусу } O_2, \text{ сонаправлено с } \vec{V}$$

$$\text{выходит: } U = V + V_{отн} \quad / \vec{V} \uparrow \vec{V}_{отн} /$$

$$U = V + \omega(L+R) = V + \omega_1(L+R)$$

$$\omega_1 = \frac{V}{R} \text{ (из первого самолёта в } t=0 \text{)}$$

$$U = V + \frac{V(L+R)}{R} = V \left( 1 + \frac{L+R}{R} \right) = 70 \left( 1 + \frac{2100+700}{700} \right) = 350 \left( \frac{m}{s} \right)$$

$$\text{Ответ: } \frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

$$\vec{U} \uparrow \vec{V}, \text{ где } \vec{V} \text{ — скорость 2-го самолёта}$$

$$U = 350 \frac{m}{s}$$



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!

задача №2.

Дано:

$$S_1 = 160 \text{ м}$$

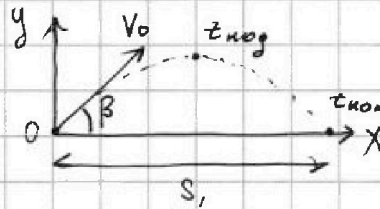
$$S_2 = 120 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = ?$$

$$\alpha = ?$$

рассмотрим осколок, который приземлился на расстоянии  $S_1$  на горизонтали:



время его полета  $t_{\text{пол}}$  равно двум временим подъема на макс. высоту  $t_{\text{ног}}$  (симметрично)

$$0 = V_0 \sin \beta - g t_{\text{ног}} \rightarrow t_{\text{ног}} = \frac{V_0 \sin \beta}{g}$$

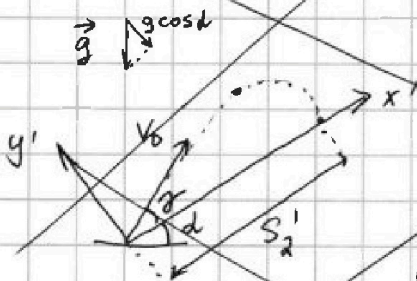
$$S_1' = V_0 \cos \beta \cdot t_{\text{пол}} = V_0 \cos \beta \cdot 2 t_{\text{ног}} = \frac{V_0 \cos \beta \cdot 2 V_0 \sin \beta}{g}$$

$$S_1' = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

если  $S_1'$  максимален, то  $S_1 = S_1'$ , при этом  $\sin 2\beta$  принимает макс. значение 1.

знаем  $S_1 = \frac{V_0^2}{g} \rightarrow V_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 160} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

~~рассмотрим теперь осколок, который приземлился на раст.  $S_2$  на наклоне:~~



~~время полета осколка  $t'_{\text{пол}}$  равно двум временим  $t'_{\text{ног}}$ , за которое он максимален удален от плоскости.~~

~~$$0 = V_0 \sin \beta - g \cos \alpha \cdot t'_{\text{ног}}$$~~

~~$$t'_{\text{ног}} = \frac{V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = \frac{V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$~~

~~$$S_2 = V_0 \cos \beta \cdot t'_{\text{пол}} = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = V_0$$~~



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.

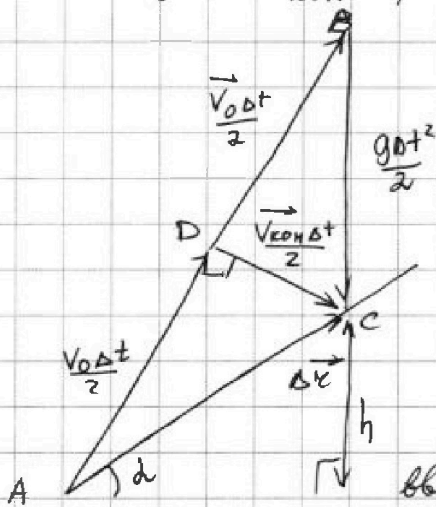
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

задача №2. (продолжение)

известно, что если дальность полёта максимальна, то  $\vec{V}_0 \perp \vec{V}_{\text{кон}}$ ,  $V_{\text{кон}}$  — конечная скорость.



$$\leftarrow \vec{V}_0 \Delta t + \frac{g \Delta t^2}{2} = \Delta x$$

$$\vec{g} \Delta t + \vec{V}_0 = \vec{V}_{\text{кон}} \rightarrow \frac{V_{\text{кон}} \Delta t}{2}$$

$$\frac{V_0 \Delta t}{2} + \frac{g \Delta t^2}{2}$$

введём точки A, B, C, D  
CD — высота и медиана  $\rightarrow AC = BC$

$$\text{Из } \Delta C \rightarrow \Delta x = \frac{g \Delta t^2}{2} \rightarrow \Delta t^2 = \frac{2 \Delta x}{g}$$

из  $\Delta ADC$ :

$$\Delta x^2 = \frac{V_0^2 \Delta t^2}{4} + \frac{V_{\text{кон}}^2 \Delta t^2}{4} = \frac{(V_0^2 + V_{\text{кон}}^2) \Delta x}{4g}$$

Закон сохр. энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\text{кон}}^2}{2} + m g h \rightarrow V_{\text{кон}}^2 = V_0^2 - 2 g \frac{\Delta x \sin \alpha}{1}$$

подставим  $\Delta x = S_2$  и  $V_{\text{кон}}^2$ :

$$S_2^2 = (V_0^2 + V_0^2 - 2 g S_2 \sin \alpha) \frac{2 S_2}{2 g}$$

$$\text{Или } \sin \alpha = \frac{2 g S_2 - 2 V_0^2}{-2 g S_2} = -1 + \frac{2 V_0^2}{2 g S_2} = \frac{40^2}{10 \cdot 120} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$

Ответ:  $V_0 = 40 \frac{м}{с}$   
 $\alpha = \arcsin(\frac{1}{3})$



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!

задача №3.

Дано:

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

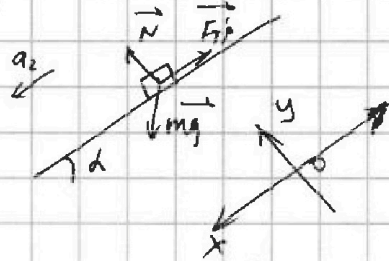
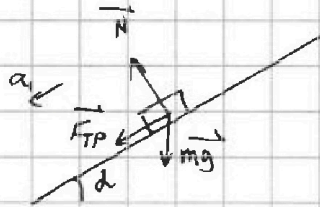
$$n = 2$$

$$L = 0,6 \text{ м}$$

$a$  - ?  $v$  - ?

$\mu$  - ?

$\sin d$  - ?



$$\vec{N} + \vec{F}_{TP} + m\vec{g} = m\vec{a}_1$$

$$\vec{N} + \vec{F}_{TP}' + m\vec{g} = m\vec{a}_2$$

$$Oy: N = mg \cos d$$

$$Oy: N = mg \cos d$$

$$F_{TP} = F_{TP}' = \mu \cdot mg \cos d$$

$$Ox: F_{TP} + mg \sin d = ma_1$$

$$Ox: mg \sin d - F_{TP}' = ma_2$$

$$F_{TP} \begin{cases} \mu mg \cos d + mg \sin d = ma_1 \\ mg \sin d - \mu mg \cos d = ma_2 \end{cases}$$

сложим  $2mg \sin d = m(a_1 + a_2)$

$$2g \sin d = a_1 + a_2$$

$$a = \text{const} \rightarrow a = \frac{dv}{dt}$$

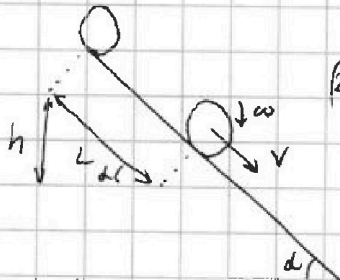
из задачи  $a_1, a_2 = \text{const}$

$$a_1 = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin d = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 + 4}{2 \cdot 10} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$m$  - масса дощечки  
 $2m$  - масса воды



$$(2m+mg)h = \frac{(2m+m)v^2}{2} + \frac{2mR^2\omega^2}{2} + \frac{mR^2\omega^2}{2}$$

$E_k$  поступат. движение одной массы

$E_k$  вращ. воды

$E_k$  вращ. дощечки

$$(E_k = \frac{M\omega^2}{2})$$

сложим уравн.

монжостенный цилиндр

$$y = \frac{mR^2}{2}$$

$$y = mR^2$$



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  
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!

задача 03 (предполагаемая)

$$3mgh = \frac{3mV^2}{2} + \frac{mR^2\omega^2}{2} + \frac{mR^2\omega^2}{2}$$

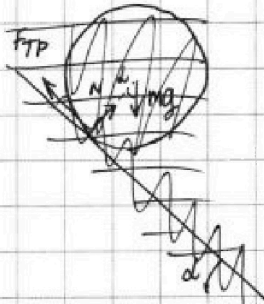
нет скольжения,  $V = \omega R$

$$3gh = \frac{3V^2}{2} + \frac{V^2}{2} + \frac{V^2}{2}$$

$$h = L \sin \alpha = \frac{3L}{5}$$

$$V = \sqrt{\frac{6}{5}gh} = \sqrt{\frac{6}{5}g \cdot \frac{3}{5}L} = \sqrt{\frac{18}{25}gL} =$$

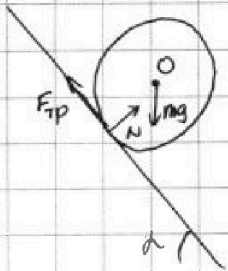
$$= \sqrt{\frac{18}{25} \cdot 10 \cdot 0,6} = \frac{6\sqrt{3}}{5} \left(\frac{m}{c}\right)$$



$$mg + N + F_{тр}$$

$a = const:$

$$L = \frac{V^2}{2a} \quad / \quad s = \frac{V^2 - V_0^2}{2a} /$$



или критическим  $\mu_{кр}$ .

$$a = \frac{V^2}{2L} = \frac{\left(\frac{6\sqrt{3}}{5}\right)^2}{2 \cdot 0,6} = \frac{18}{5} \left(\frac{m}{c^2}\right)$$

только  $F_{тр}$  имеет ненулевой момент отн. O

$$M_{тр} = \gamma \beta =$$

$$R \cdot \mu F_{тр} \cos \alpha = \left( \frac{2mR^2}{2} + mR^2 \right) \frac{a}{R}$$

$$3\mu F_{тр} \cos \alpha = 2a$$

$$\mu_{кр} = \frac{2a}{3gN \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{2 \cdot \frac{18}{5}}{3 \cdot 10 \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2}} = \frac{3}{5}$$

$$\mu \geq \frac{3}{5}$$

или  $\mu > \mu_{кр}$ ,  
скольжение,  
очевидно,  
тоже нет

ответ:

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \quad a = \frac{18}{5} \frac{m}{c^2}$$

$$V = \frac{6\sqrt{3}}{5} \frac{m}{c} \quad \mu \geq \frac{3}{5}$$





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  
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!

Задача №4

Дано:

$$Q = 780 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 31,2 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 20 \text{ К}$$

A - ?

$C_p$  - ?

$\frac{N_1}{N_2}$  - ?

$N_2$

$$\Delta U \sim \lambda R T$$

~~идеальный газ~~

нуль коэф. проп.  $\alpha$

$$\Delta U_p = \alpha \lambda R \Delta T_2$$

$$\Delta U_v = \alpha \lambda R \Delta T_1$$

$$\begin{cases} Q = A + \Delta U_p \\ Q = \Delta U_v \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q = A + \alpha \lambda R \Delta T_2 \\ Q = \alpha \lambda R \Delta T_1 \end{cases}$$

A при  $V = \text{const}$   
нулевая

$$\alpha \lambda R = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$Q = A + \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 \rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 780 \left(1 - \frac{20}{31,2}\right) = 500 \text{ Дж}$$

$$\left( A = p \Delta V = \lambda R \Delta T \right) = -500 \text{ Дж}$$

~~$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{780}{-20} = -39 \text{ Дж/К}$~~

разделим  $\Delta U_v$  и  $\Delta U_p$  в системе  
высше на  $\Delta U_{\text{гелия}}$  и  $\Delta U_{\text{азота}}$  ( $\Delta U_{\text{г}} / \Delta U_{\text{н}}$ )

$$\begin{cases} Q = A + \frac{3}{2} \lambda_{\text{г}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_{\text{н}} R \Delta T_2 \\ Q = \frac{3}{2} \lambda_{\text{г}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \lambda_{\text{н}} R \Delta T_1 \end{cases}$$

$N_A$  - число

Авогадро

$\lambda_{\text{г}}$  - кол. веш. гелия  
 $\lambda_{\text{н}}$  - кол. веш. азота

$$(\lambda_{\text{г}} + \lambda_{\text{н}}) R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \lambda_{\text{г}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_{\text{н}} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \lambda_{\text{г}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \lambda_{\text{н}} R \Delta T_1$$

$$\left(\frac{\lambda_{\text{г}}}{\lambda_{\text{н}}} + 1\right) R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \frac{\lambda_{\text{г}}}{\lambda_{\text{н}}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \frac{\lambda_{\text{г}}}{\lambda_{\text{н}}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_1$$

$$\frac{\lambda_{\text{г}}}{\lambda_{\text{н}}} \left(\Delta T_2 + \frac{3}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1\right) = \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{5}{2} \Delta T_2 - \Delta T_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_{\text{г}} N_A}{\lambda_{\text{н}} N_A} = \frac{\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2}{\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1}$$



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  
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!

задача 4ч. (продолжение)

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot (-31,2) - 7 \cdot (-20)}{5 \cdot (-20) - 3 \cdot (-31,2)} =$$
$$= \frac{5}{2}$$

ответ:  $A = -500 \text{ Дж}$

$$C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{2}$$



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  
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!

задача №5. продолжим.

$$\left. \begin{array}{l} \vec{a} \uparrow \vec{v} \\ \vec{a} \perp \vec{v}_0 \end{array} \right\} \rightarrow \vec{v}_0 \perp \Delta \vec{v}$$

поиск. к наименьшей  
погой

~~Ответ:  $v = \sqrt{U_y^2 \left( \frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$~~

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{U_y^2 \frac{R}{d} + \frac{3}{4} U_y^2} = \\ &= \sqrt{\left( \frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right) U_y^2} \end{aligned}$$

~~$v = \sqrt{U_y^2 \left( \frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$~~

Ответ:  $v_0 = \sqrt{\frac{U_y R}{d}}$

$$v = \sqrt{U_y^2 \left( \frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$$



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  
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!

задача №5.

Дано:

$$\gamma = \frac{q}{m} < 0$$

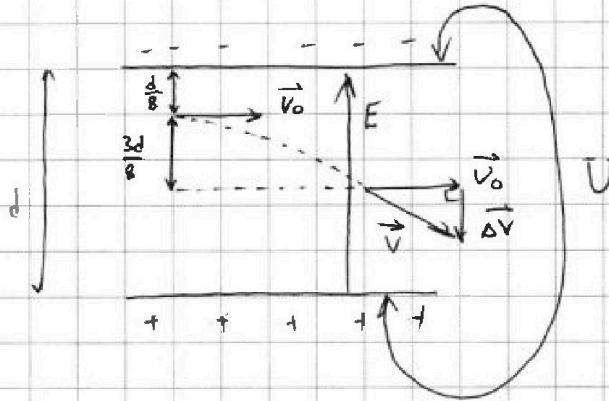
$U$

$d$

$R$

$V_0$  - ?

$V$  - ?



$F$  - сила, с кот. генер. эл. поле.

$$F = ma$$

$$Eq = ma$$

$$\frac{U}{d} q = ma$$

$$a = \frac{Uq}{dm} = \frac{U\gamma}{d}$$

$$a = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow V_0 = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{U\gamma R}{d}}$$

рассмотрим кинематику, как будет она - кинематика, спроектируем

$$\vec{V}_0 \perp \Delta \vec{V}$$

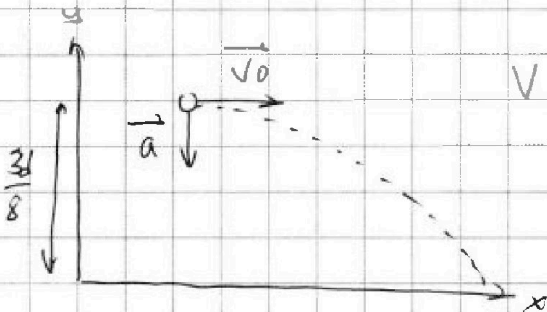
$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + \Delta V^2}$$

$$\frac{\Delta V^2}{2a} = \frac{3d}{8} \quad \left( s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \right)$$

$$\Delta V^2 = \frac{3}{4} ad = \frac{3 V_0^2 d}{4 R}$$

$$= \frac{3}{4} \frac{U\gamma R d}{R}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3}{4} U\gamma}$$





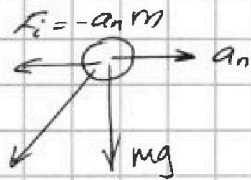
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$V = 70 \frac{m}{c}$   
 $R = 700 m$   
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$   
 $L = 2.1 km$   
 $\vec{U} - ?$



*Черновик*

$$P = \sqrt{(mg)^2 + (a_n m)^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{v^4}{R^2} = \left(\frac{v^2}{R}\right)^2 =$$

$$\left(\frac{70 \cdot 70}{700}\right)^2 = 49$$

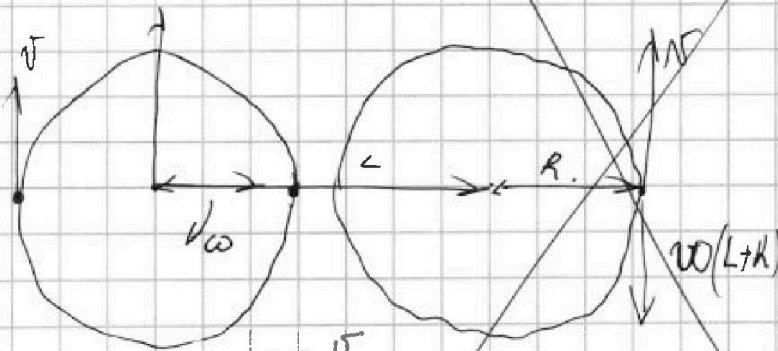
$$\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}}}{m g}$$

$$= \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g}$$

$$\frac{\sqrt{59}}{10}$$

149

4,9  $v' = v + U$

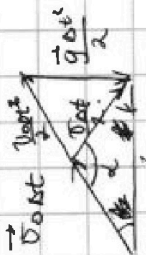


$$|v - \frac{v}{R}(L+R)| =$$

$$= v \left| 1 + \frac{L+R}{R} \right| =$$

$$= 70 \left( \frac{2100 + 700}{700} + 1 \right) =$$

$$= 2100 + 350 = 2450 \frac{m}{c}$$



$$v = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} + \frac{v_0 \sin \alpha}{2}$$

$$v = v_0 + g \Delta t$$

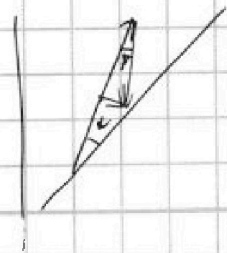
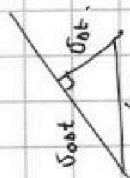
$$\frac{v_0 \sin \alpha}{2} = \frac{v_0 \Delta t + g \Delta t^2}{2}$$

$v_0 \cos \alpha + v_0 \sin \alpha \sin \alpha$

$v_0$

$$L = \frac{v_0 \Delta t^2 + v_0 \Delta t}{2}$$

$v_0$



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.



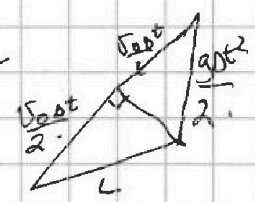
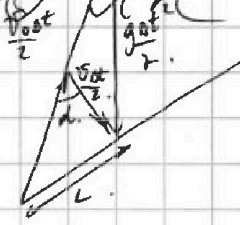
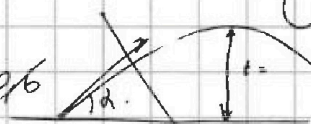
4   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

# Черновик

6.4.3  
5.5.2.0.6



$$0 = V_0 \sin \alpha - g t$$

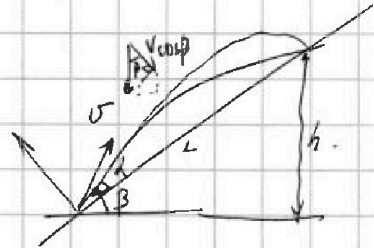
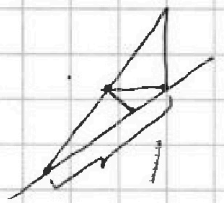
$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L^2 = \frac{V_0^2 \Delta t^2}{4} + \frac{V^2 \Delta t^2}{4} - \frac{2 V_0 V \Delta t^2}{4} \cos \alpha$$

$$L = V \cos \alpha \Delta t = \frac{g^2 \Delta t^4}{4} = \frac{V_0^2 \Delta t^2}{4} + \frac{V^2 \Delta t^2}{4} + \frac{2 V_0 V \Delta t^2}{4} \cos \alpha$$

$$= \frac{2 V \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad L^2 - \frac{g^2 \Delta t^4}{4} = -V_0 V \Delta t^2 \cos \alpha$$

$$= \frac{V \sin 2\alpha}{g}$$



$$\sin 30 + 60 = \frac{2 \sin 30 \cos 60}{2} + \frac{\cos 60 \sin 60}{\frac{5}{2}}$$

$$h = V \sin \alpha$$

$$2 V_0^2 \Delta t^2 = S^2$$

$$\frac{2 V_0^2 \cdot V \Delta t}{g^2 \Delta t^2} = S^2$$

$$V_0 = S S$$

$$L = \frac{2 V \sin(\alpha + \beta)}{g}$$

$$L = \frac{2 V \cos \alpha \cdot 2 \sin(\alpha + \beta)}{g} = \frac{4 V (\cos \alpha \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta \sin \alpha)}{g}$$

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

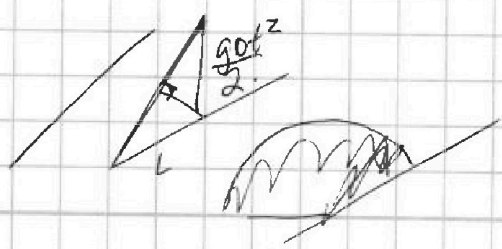
$$\tan \beta (-\sin \alpha) + \cos \alpha = 0$$

$$\tan \beta = \cot \alpha$$

$$\beta = 90 - \alpha$$

$$S_2 = \frac{g \Delta t^2}{2}$$

11.10.06  
3.6.6



$$\frac{g \Delta t^2}{2} = \Delta h$$



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!

задача №2 (продолжение) Меркувик

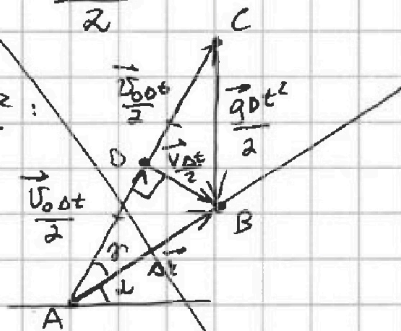
известно, что, если дальность полёта максимальная, то  $\vec{V}_0 \perp \vec{V}_{\text{кон}}$ , где  $\vec{V}_{\text{кон}}$  - конечная скорость

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g} \Delta t \quad | \cdot \frac{\Delta t}{2} \quad \vec{V}_{\text{кон}} = \vec{V}$$

$\Delta t$  - время полёта

$$\frac{\vec{V} \Delta t}{2} = \frac{\vec{V}_0 \Delta t}{2} + \frac{\vec{g} \Delta t^2}{2}$$

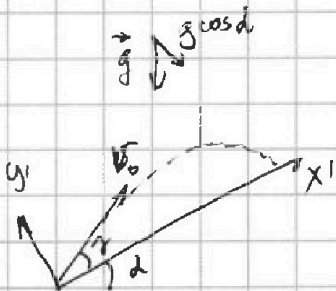
$$g \Delta t = \vec{V}_0 + \frac{\vec{g} \Delta t^2}{2}$$



DB - медиана и высота

$\triangle ACB$  - равнобедр.

$$\Delta t = \frac{g \Delta t^2}{2}$$



$\Delta t = 2 t' \sin \alpha$  - время подъёма на максимальную удалённость от плоскости полёта

$$0 = V_0 \sin \alpha - g \cos \alpha t' \sin \alpha$$

$$t' \sin \alpha = \frac{V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$S_2 = \Delta t = g \cdot \frac{\left( \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \right)^2}{2} = \frac{2 V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$\triangle ADB: \cos \gamma = \cos \alpha$$

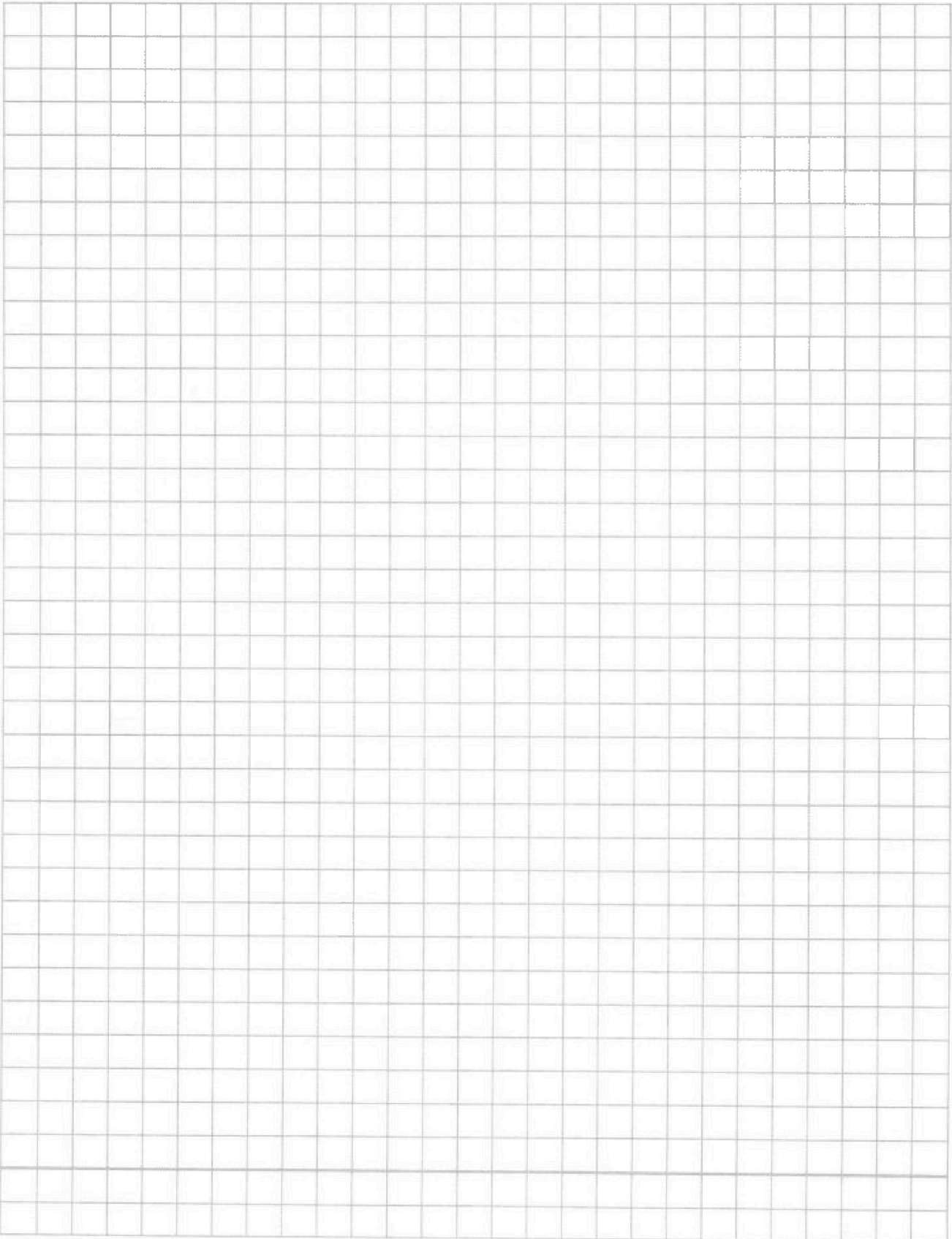


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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  
\_\_ 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!

задача №2 (продолжение) **Меркулов**

$$S_2 = V_0 \cos \gamma \cdot t \sin \alpha - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2 \sin \alpha}{2}$$

$$= V_0 \cos \gamma \cdot \frac{2V_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot (2V_0 \sin \gamma)^2}{2 g \cos \alpha} = L^2 = d^2 \left( \frac{g \sin \alpha}{2V_0 \cos \alpha} \right)^2$$

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

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

$\frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} = \text{const}$  — найдем, при каком значении  $\cos \gamma \sin \gamma - \sin^2 \gamma \operatorname{tg} \alpha$  оно максимално.

$$0 = \frac{d}{d\gamma} \left( \frac{1}{2} \cos^2 \gamma - (\sin \gamma)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{1}{2} (\cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma) - 2 \sin \gamma \cdot \cos \gamma \operatorname{tg} \alpha$$

$$0 = \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma - 4 \sin \gamma \cos \gamma \operatorname{tg} \alpha \quad | : \cos^2 \gamma$$

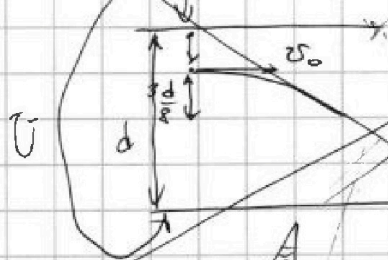
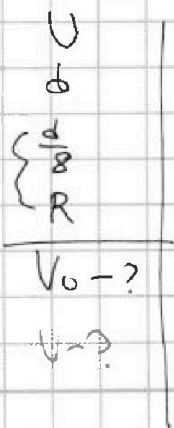
$$0 = -1 + \operatorname{tg}^2 \gamma + 4 \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{-4 \operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{16 \operatorname{tg}^2 \alpha + 16 \operatorname{tg} \alpha}}{2} = -2 \operatorname{tg} \alpha \pm 2 \operatorname{tg} \alpha$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{V_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2} + \frac{V^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{V_0^2} - \frac{V V_0}{V_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha \cos \beta$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{V^2}{2V_0^2} - \frac{V}{V_0} \cos \beta$$

$$\gamma = \frac{q}{m} < 0$$



$$F = Eq = \frac{U}{d} \cdot q$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{Uq}{dm} = \frac{Uq}{d}$$

$$a_m = \frac{v^2}{R} \rightarrow V_0 = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{Uq}{d} \cdot R}$$

$$\frac{V_0 \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha} = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta} \cdot \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha}{V_0 \sin \beta} = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta} \cdot \frac{\Delta v}{\sin \beta} = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha \Delta v}{\sin^2 \beta}$$



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!

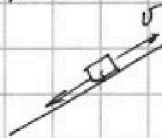
$$g = 10 \frac{M}{c^2}$$

$$\sin \alpha$$

$$a_1 = 8 \frac{M}{c^2}$$

$$a_2 = \frac{8}{3} \frac{M}{c^2}$$

Черновик



$$\frac{1}{3} \sqrt{3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 3}$$

$$\frac{6}{5} \sqrt{3}$$

$$\frac{6\sqrt{3}}{5}$$

$$\frac{6 \cdot 6 \cdot 3}{5 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 5}$$

$$\frac{18}{5}$$

222.

$$\frac{2 \cdot 18 \cdot 6}{3 \cdot 5 \cdot 10 \cdot \frac{2}{5}}$$

$\frac{3}{5}$

$$C_p = \frac{\Delta T}{Q} = \frac{16}{4,4} = \frac{\Delta T}{Q}$$

$$\frac{-156 + 140}{-100 + 93,6}$$

$$\frac{4,4}{10} = 2,2$$

$$Q = 780 \text{ Дж}$$

$$v = \text{const} \Delta T_1 = 31,2 \text{ К}$$

$$p = \text{const} \Delta T_2 = -20 \text{ К}$$

A - ?

Cp - ?

$\frac{Q_1}{N_1}$  - ?

$\frac{Q_2}{N_2}$  - ?

$$A = Q + \Delta U$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = \Delta U$$

$$Q = A + \lambda R \Delta T_2$$

$$Q = \lambda R \Delta T_2$$

$$\lambda R = \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$Q = A + \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_2}$$

$$A = Q$$

$$\frac{10}{15,6} = \frac{100}{156}$$

$$780$$

$$500$$

$$Q = \frac{3}{2} \lambda R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda R \Delta T_1$$

$$Q = A +$$

~~Q~~

$\frac{3}{2} \lambda R \Delta T_2$

$\frac{5}{2} \lambda R \Delta T_1$