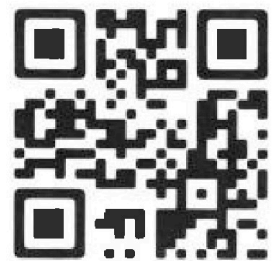




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

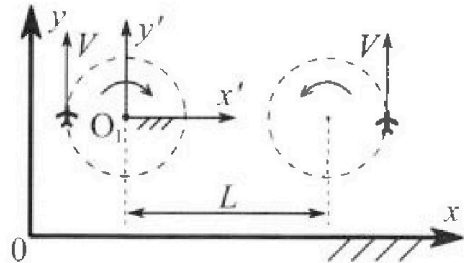
Вариант 10-02



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/с².

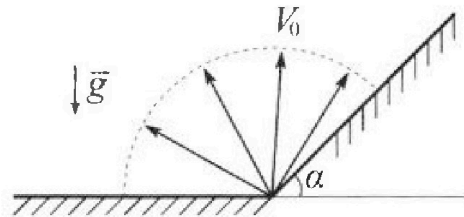
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. Найдите угол α , 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/с².

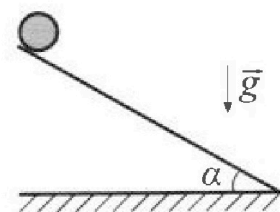
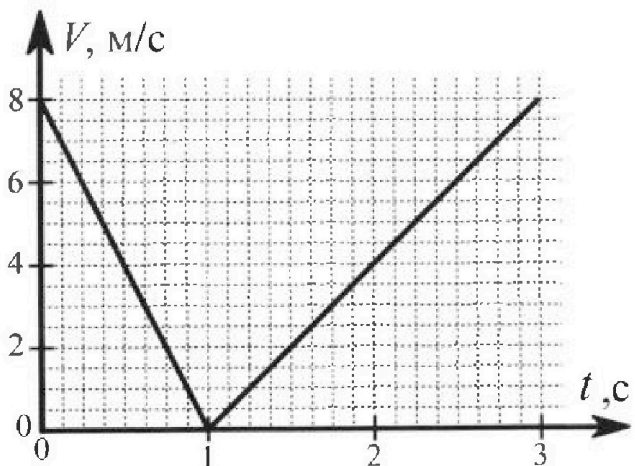
1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n=2$ 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 μ 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 $U = \frac{5}{2} PV$.

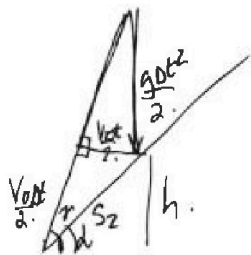
5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} < 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны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

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



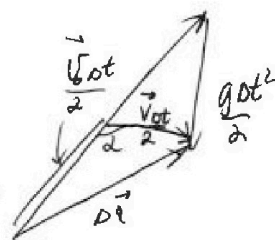
$$S_2 \sin \alpha = V_0 \sin(\alpha + \gamma)$$

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

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

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

$$\Delta t =$$



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

$$V = V_0$$

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

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

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

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



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:

$$v = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

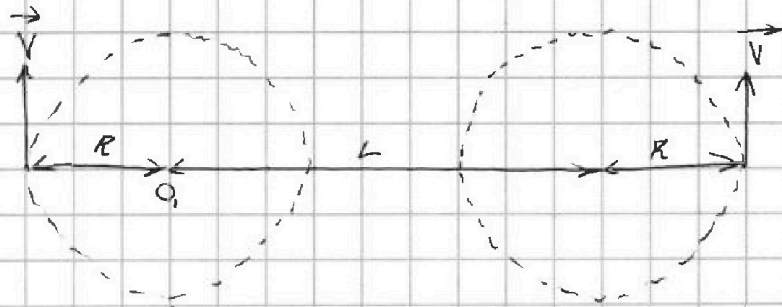
$$R = 700 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

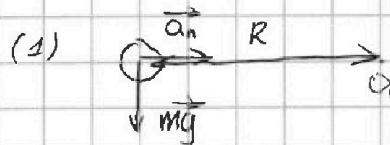
$$L = 2,1 \text{ км}$$

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

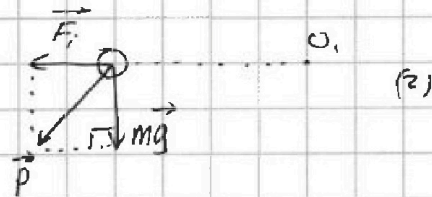
$$\vec{U} = ?$$



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

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

получаем:

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

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

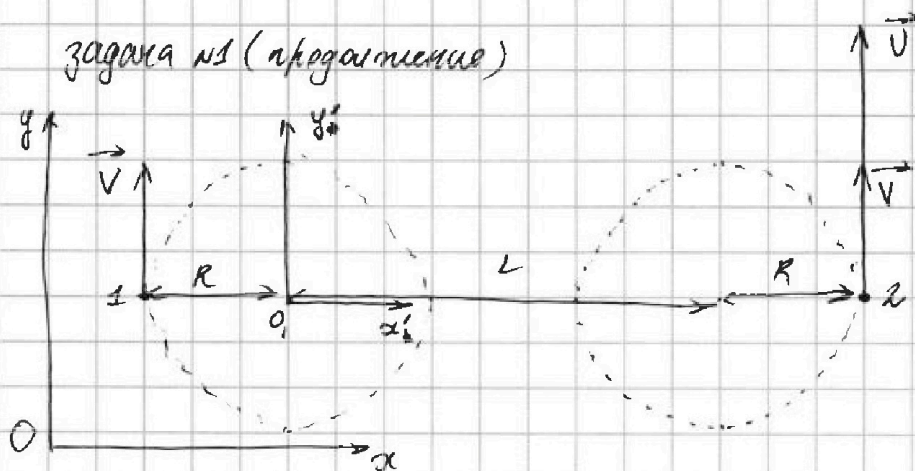


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 ω_1 относительно O_1 в yOx , неподвижные точки в $y'Ox'$ имеют угловую скорость $\omega = \omega_1$ относительно $y'O, x'$

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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:

$$S_1 = 160 \text{ м}$$

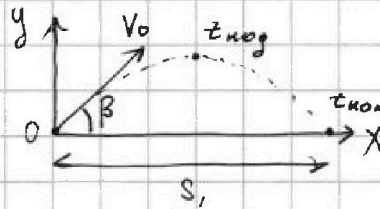
$$S_2 = 120 \text{ м}$$

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

$$V_0 = ?$$

$$\alpha = ?$$

рассмотрим осколок, который приземлился на расстоянии S_1 на горизонтали:



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

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

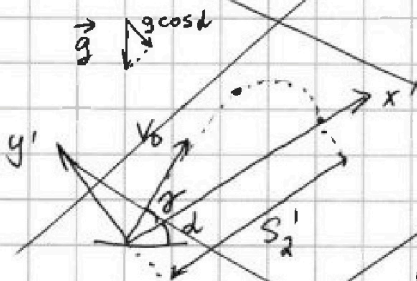
$$S_1' = V_0 \cos \beta \cdot t_{пол} = V_0 \cos \beta \cdot 2 t_{ног} = \frac{V_0 \cos \beta \cdot 2 V_0 \sin \beta}{g}$$

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

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

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

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



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

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

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

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



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.

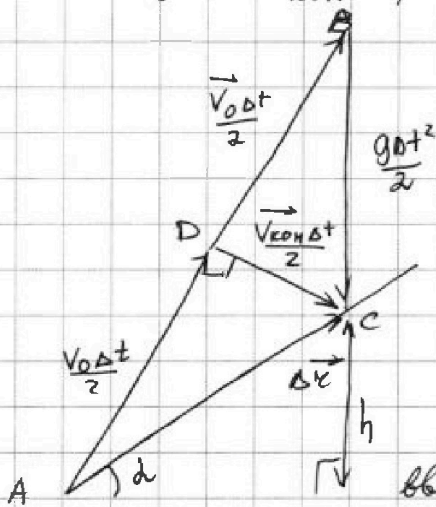
1 2 3 4 5 6 7

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.



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

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

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

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

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

из ΔDC :

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

Закон сохр. энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\text{кон}}^2}{2} + m g h \rightarrow V_{\text{кон}}^2 = V_0^2 - 2 g \Delta y \underset{=h}{\text{сind}}$$

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

$$S_2^2 = (V_0^2 + V_0^2 - 2 g S_2 \text{сind}) \frac{2 S_2}{2 g}$$

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

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

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



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:

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

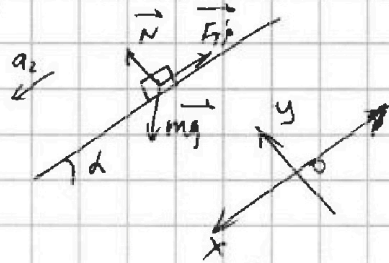
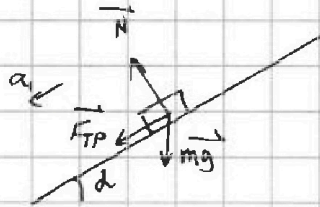
$$n = 2$$

$$L = 0,6 \text{ м}$$

a - ? v - ?

μ - ?

$\sin d$ - ?



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

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

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

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

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

$$Ox: F_{TP} + mg \sin d = ma_1, \quad Ox: mg \sin d - F_{TP}' = ma_2$$

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

сложим $2mg \sin d = m(a_1 + a_2)$

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

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

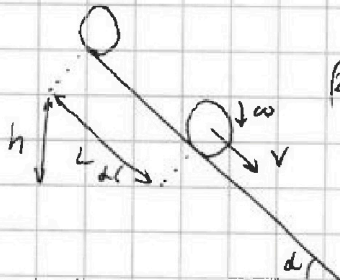
из задачи $a_1, a_2 = \text{const}$

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

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

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

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 $y = MR^2$

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

$$y = mR^2$$



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)

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

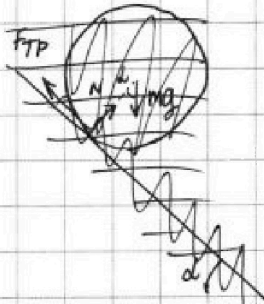
нет скольжения, $V = \omega R$

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

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

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

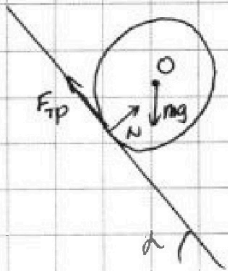
$$= \sqrt{\frac{18}{25} \cdot 10 \cdot 0,6} = \frac{6\sqrt{3}}{5} \left(\frac{m}{c}\right)$$



$$mg + N + F_{тр}$$

$a = const$:

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



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

$$M_{тр} = \gamma \beta =$$

$$R \cdot \mu_{кр} mg \cos \alpha = \left(\frac{2mR^2}{2} + mR^2 \right) \frac{a}{R}$$

$$3mg \cos \alpha = 2a$$

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

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

или $\mu > \mu_{кр}$,
скользят,
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. α

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

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

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

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

A при $V = \text{const}$
нулевая

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

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

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

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

разделим ΔU_v и ΔU_p в системе
высше на $\Delta U_{\text{гелия}}$ и $\Delta U_{\text{азота}}$ ($\Delta U_r / \Delta U_N$)

$$\begin{cases} Q = A + \frac{3}{2} \lambda_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_N R \Delta T_2 \\ Q = \frac{3}{2} \lambda_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \lambda_N R \Delta T_1 \end{cases}$$

N_A - число Авогадро
 λ_r - кол. веш. гелия
 λ_N - кол. веш. азота

$$(\lambda_r + \lambda_N) R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \lambda_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_N R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \lambda_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \lambda_N R \Delta T_1$$

$$\left(\frac{\lambda_r}{\lambda_N} + 1\right) R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \frac{\lambda_r}{\lambda_N} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \frac{\lambda_r}{\lambda_N} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_1$$

$$\frac{\lambda_r}{\lambda_N} \left(\Delta T_2 + \frac{3}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1\right) = \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{5}{2} \Delta T_2 - \Delta T_2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_r N_A}{\lambda_N N_A} = \frac{\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2}{\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1}$$



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 ш.ч. (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~~ $A = -500 \text{ Дж}$

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

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



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:

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

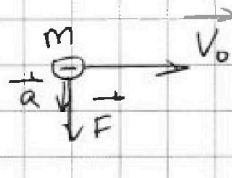
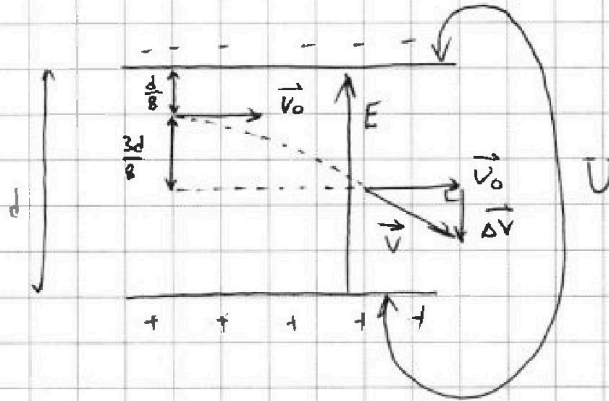
U

d

R

V_0 - ?

V - ?



F - сила, с кот. генер. эл. поле.

$$F = ma$$

$$Eq = ma$$

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

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

в конденсаторе $E = \text{const}$, значит $E = \frac{U}{d}$

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

рассмотрим кинематику, как будет двигаться электрон, спроектировав

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

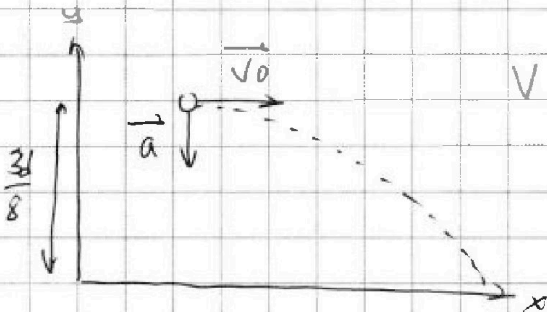
$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + \Delta V^2}$$

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

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

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

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





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

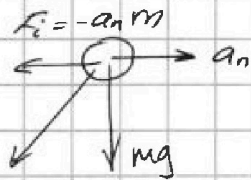
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновик

$V = 70 \frac{M}{c}$
 $R = 700 M$
 $g = 10 \frac{M}{c^2}$

$L = 2.1 km$
 $\vec{U} = ?$



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

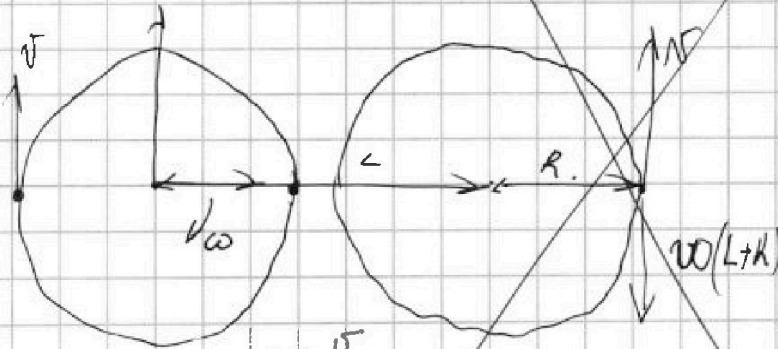
$a_n = \frac{v^2}{R}$

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

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

$\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{m^2g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}}}{mg}$
 $= \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$
 $\frac{4.9}{9}$

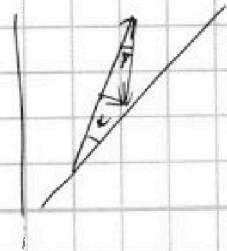
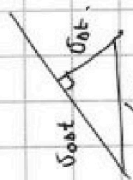
$4.9 \quad v' = v + U$



$|v - \frac{U}{R}(L+R)| =$
 $= v \left| 1 + \frac{L+R}{R} \right| =$
 $= 70 \left(\frac{2100 + 700}{700} + 1 \right) =$
 $= 2100 + 350 = 2450 \frac{M}{c}$

$\omega = \frac{v}{R}$
 $v = v_0 + g \Delta t$
 $\frac{v \Delta t}{2} = \frac{v_0 \Delta t + g \Delta t^2}{2}$
 $v = \frac{v_0 + v_0 + g \Delta t}{2}$

$v_{cos \alpha} + v_{sin \alpha} \cos \alpha$
 v_0
 $L = \frac{v \Delta t^2 + v_0 \Delta t^2}{2}$
 $2 \frac{v_0 \Delta t^2}{4}$



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.



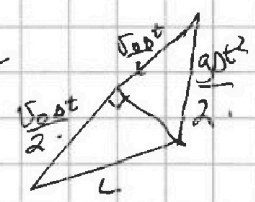
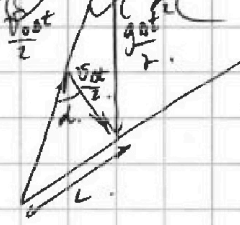
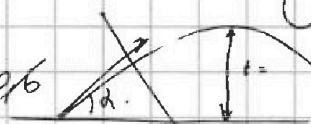
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

СТРАНИЦА
__ 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

6.1.3
5.5.2.0.6



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

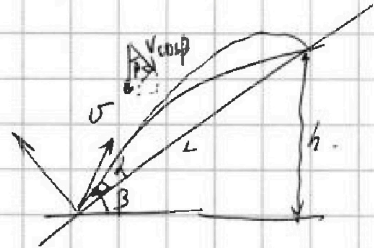
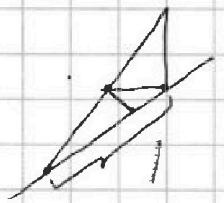
$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

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

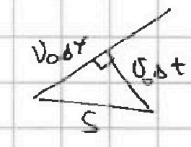
$$= \frac{2 V \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad L^2 - \frac{g^2 \Delta t^4}{4} = -V_0 V \Delta t^2 \cos \alpha$$

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



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

$$h = V \sin \alpha$$



$$V_0 = \frac{h}{\sin \alpha}$$

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

$$2 V_0^2 \cdot \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = S^2$$

$$V_0 = \frac{S}{\sin \alpha}$$

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

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

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

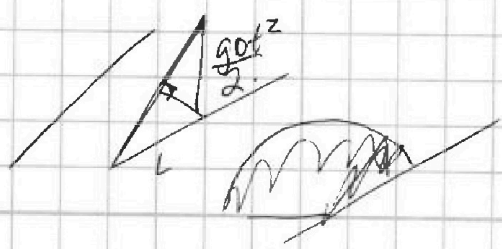
$$\tan \beta (-\sin \alpha) + \cos \alpha = 0$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\beta = 90 - \alpha$$

$$S^2 = \frac{g^2 \Delta t^2}{4}$$

11.10.06
3.6.6



$$\frac{S^2}{4} = \frac{g^2 \Delta t^2}{4}$$



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
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

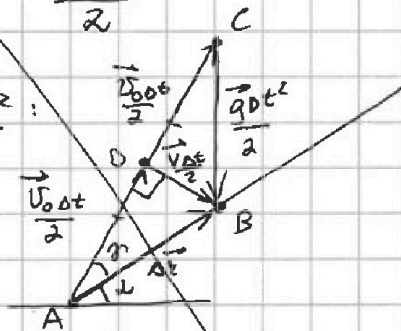
известно, что, если дальность полёта максимальная, то $\vec{V}_0 \perp \vec{V}_{\text{кон}}$, где $\vec{V}_{\text{кон}}$ - конечная скорость

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

Δt - время полёта

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

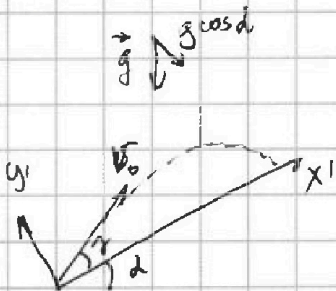
$$g \Delta t = \vec{V}_0 + \frac{\vec{g} \Delta t^2}{2}$$



DB - медиана и высота

$\triangle ACB$ - равнобедр.

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



$\Delta t = 2 t'_{\text{ног}}$ - время подъёма на максимальную удалённость от плоскости полёта

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

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

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

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

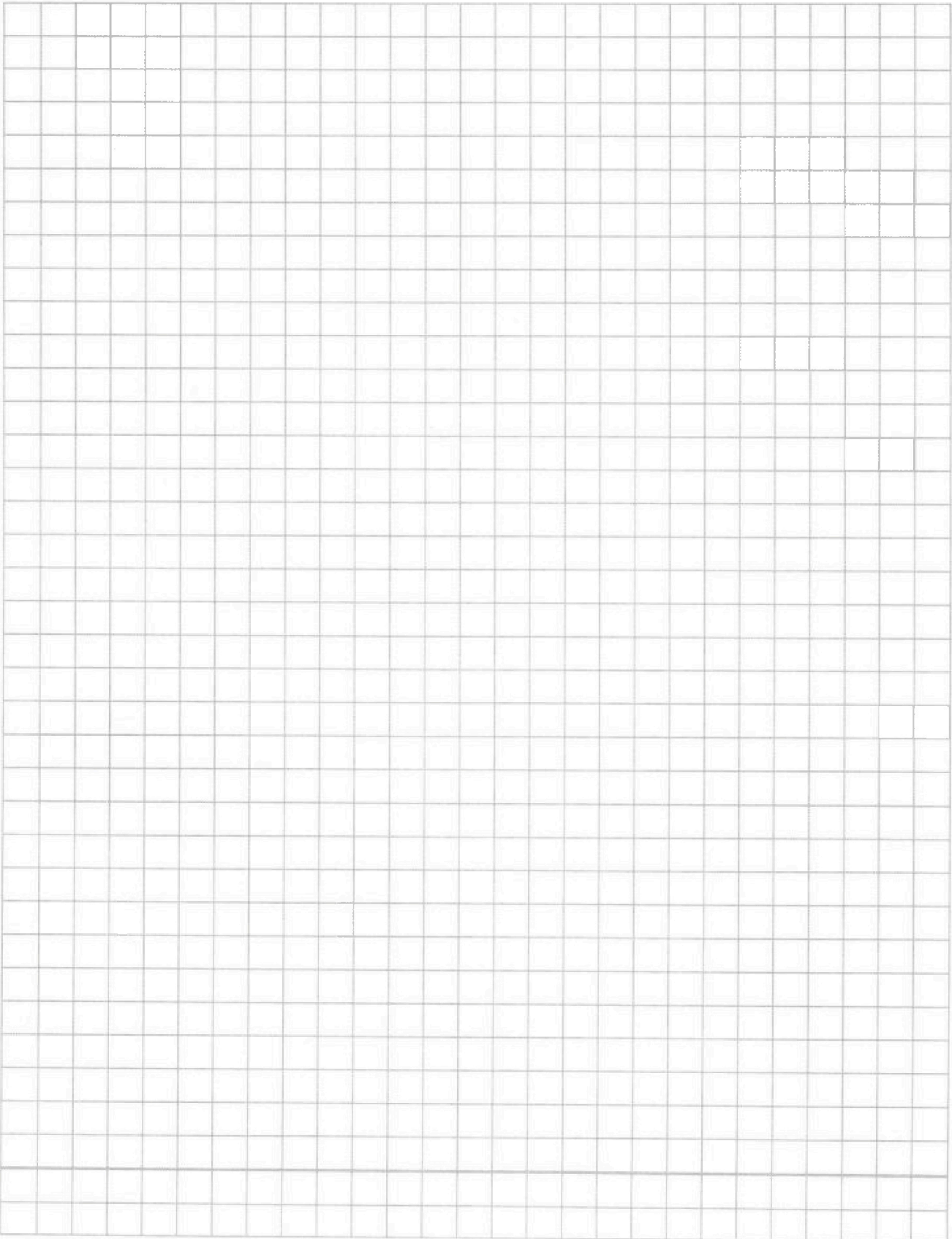


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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 максимально.

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

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

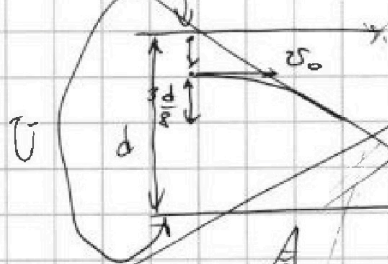
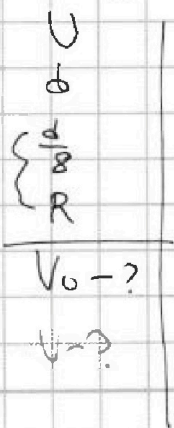
$$0 = -1 + \operatorname{tg}^2 \gamma + 4 \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \alpha$$

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

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

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

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



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

$$a = \frac{F}{m} = \frac{U q}{d m} = \frac{U q}{d}$$

$$a_m = \frac{v^2}{R} \rightarrow V_0 = \sqrt{a R} = \sqrt{\frac{U q}{d} \cdot R}$$

$$\frac{V_0 \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha} = \frac{V_0 \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta} \cdot \Delta t = V_0 \sin \beta \cdot \frac{S}{v \sin \beta} = \frac{S}{\sin \beta}$$



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!

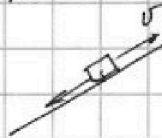
$$g = 10 \frac{M}{c^2}$$

$$\sin \alpha$$

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

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

Черновик



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

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

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

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

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

222.

$$\frac{2 \cdot 18}{3 \cdot 5 \cdot 10} = \frac{2 \cdot 18}{150} = \frac{36}{150} = \frac{6}{25}$$

$\frac{3}{5}$

$$C_p = \frac{\Delta T}{Q} = \frac{16}{44} = \frac{4}{11}$$

$$= \frac{\Delta T}{Q}$$

$$\frac{-156 + 140}{-100 + 93,6} = \frac{-16}{-6,4} = 2,5$$

$$\frac{4 \cdot 4}{10} = 1,6$$

$$Q = 780 \text{ Дж}$$

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

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

A - ?

Cp - ?

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

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

$$A = Q + \Delta U$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = \Delta U$$

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

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

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

$$Q = A + \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A = Q$$

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

$$780$$

$$500$$

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

$$Q = A$$

~~Q~~

$\frac{3}{5} \lambda R \Delta T_2$

$$100$$

$$156$$

$$156 - 100 = 56$$