

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\Gamma}}{N_K}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

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

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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

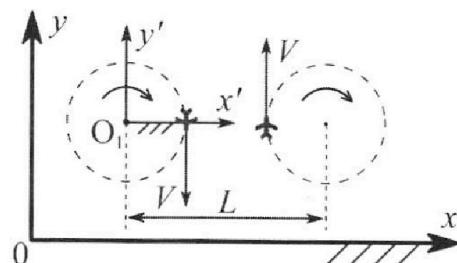
Вариант 10-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

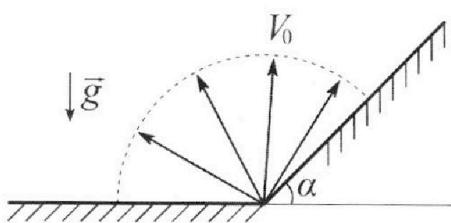
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 80 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В не который момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=2 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

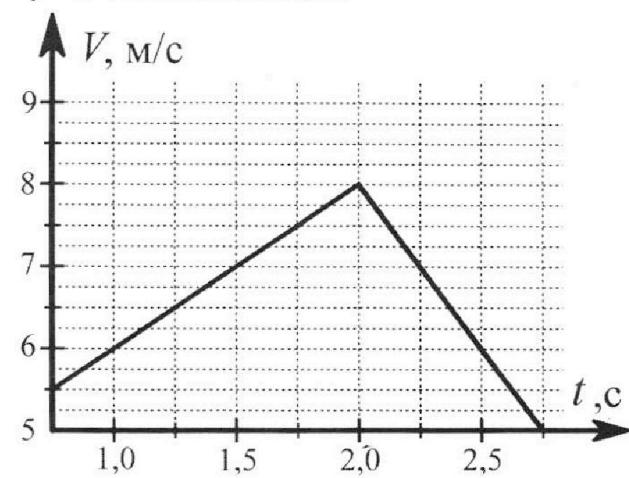
- Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'0_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .
- Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9 \text{ с}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



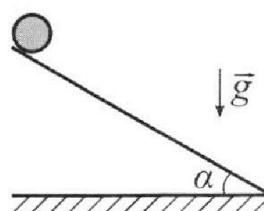
- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- 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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



- С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3 \text{ м}$?
- Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

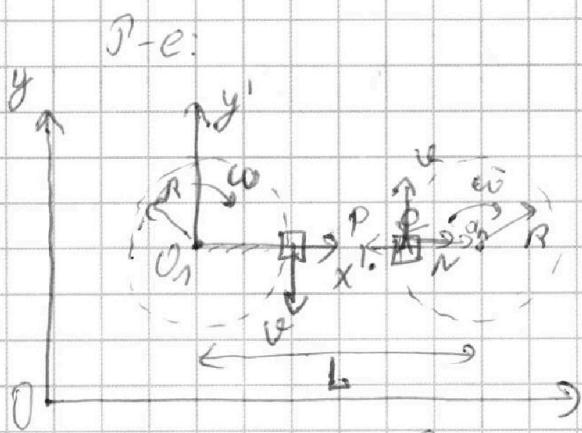
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} 1) & \quad \text{---} \\ & v = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ R &= 800 \text{ м} \\ g &= 10 \frac{\text{мс}^2}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

$$1) \delta' = ?$$

$$2) L = 2 \text{ км}$$

$$v' = ?$$



m - масса человека, ω - угловая скорость
转动的飞机

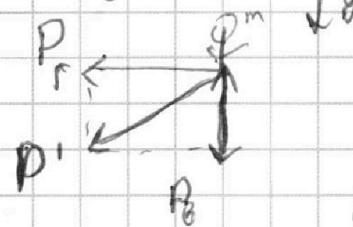
1) Ω_0 на человека:

$$\begin{cases} \alpha_n = \frac{\omega^2}{R} = \frac{80 \cdot 80}{800} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ m\alpha_n = N \end{cases}$$

$$N = P_r$$

$$P_r = \frac{m\omega^2}{R} R$$

(2) Выг склон:



$$P_r = mg - \text{вес человека в верт. плоскости}$$

$$\delta = \frac{P' - mg}{mg}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{P_r^2 + P_n^2} - mg}{mg}$$

$$\delta = \frac{m\sqrt{g^2 + (\frac{\omega^2}{R})^2} - mg}{mg}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{y^2 + (\frac{\omega^2}{R})^2} - g}{g} = \frac{\sqrt{10^2 + 8^2} - 10}{10} = \boxed{\frac{\sqrt{164} - 10}{10}} = 4$$

$$= \frac{2\sqrt{41}}{10} - 1 = \boxed{(20\sqrt{41} - 100)\%}$$

$$\begin{array}{r} 164 \\ 82 \\ 41 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$P' = \sqrt{P_r^2 + P_n^2}$$

164%

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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

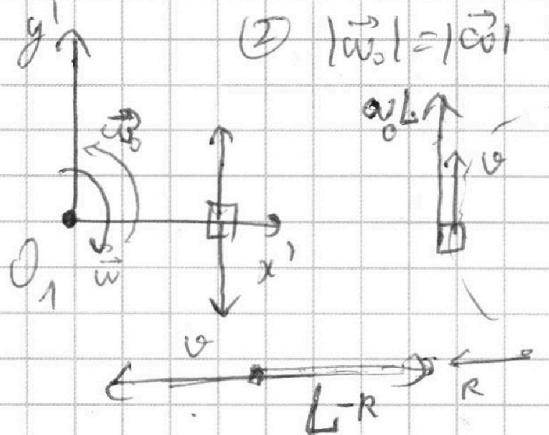
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Пересадим во $\vec{w} = 10 \text{ m/s}$ вправо со скоростью v :

$$\textcircled{1} \quad w = \frac{v}{R}$$

$$\textcircled{2} \quad |\vec{w}_0| = 10 \text{ m/s} \rightarrow \text{перенесенная угловая скорость}$$



$$\vec{u} = \vec{v} + \vec{w}_0$$

$$u_{y1} = v + w_0 R = v \left(1 + \frac{1200}{800}\right)$$

$$u_{y1} = 80 \left(1 + \frac{1200}{800}\right) = 80 \cdot 3.5 =$$

$$= 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow u = \sqrt{u_x^2 + u_{y1}^2} = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ответ:

$$1) \quad \delta = \sqrt{64} - 1.$$

$$\delta = (20\sqrt{4} - 100)\%$$

$$2) \quad |\vec{u}| = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

\vec{u} сориентирована с y'



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.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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

2

$$d = 30^\circ$$

$$T_{\max} = T = gC$$

$$y = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$1) \vartheta_0 - ?$$

2) $S = x_{\max} = ?$ 1) Введём две фиксированные CO: xOy и $x'y'$

Если угол между склоном и склоном $\beta > 90^\circ$

$$\text{т.е. } \beta > 60^\circ,$$

то склонок прижалится на призмат. поверхн.

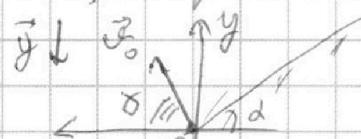
Если угол между склоном и склоном $\beta < 60^\circ$,

то склонок прижалится на склоне.

② Гравитация 1-й случай: $\beta > 60^\circ$. начальными

будем считать в CO xOy . Введём угол α к xOy

, который соответствует $\beta < 90^\circ$.



Запишем ур-я движения по осям xOy :

$$\left\{ \begin{array}{l} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = v_0 t \\ y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \end{array} \right.$$

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.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

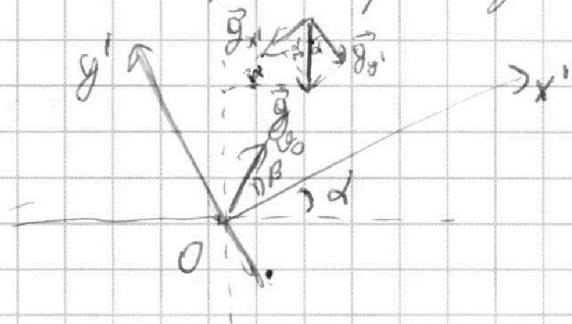
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Из ур-я видно, что проекция движения на ось максимальна при $\theta = 90^\circ$: $T_{\max} = \frac{v_0 \sin \theta}{g} \rightarrow$ ур-е для наибольшей траектории

$$T = \frac{2v_0}{g} \rightarrow$$
 макс. время полёта в 1 случае

~~ФАРМЕНДОУ~~

③ Рассмотрим второй случай **всего**: перейдём в CO X'Y'.



$$\begin{cases} \vec{g}_{x'} = g \sin \alpha \\ \vec{g}_{y'} = g \cos \alpha \\ \vec{v}_{0x} = v_0 \cos \beta \\ \vec{v}_{0y} = v_0 \sin \beta \end{cases}$$

Запишем ур-я движения по оси Ox' и Oy' :

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{x'} = v_{0x} - g_{x'} t \quad (1) \\ v_{y'} = v_{0y} - g_{y'} t \end{array} \right.$$

$$x' = v_{0x} t - \frac{g_{x'} t^2}{2} \quad (3)$$

$$y' = v_{0y} t - \frac{g_{y'} t^2}{2} \quad (4)$$

В конечн. момент по y' записать ур-е (2):

$$0 = v_{0y} - g_{y'} \cdot t_n, \text{ где } t_n = \text{время полёта, которое из} \\ \text{данн. равно времени полёта,} \\ \Rightarrow t_n = \frac{T}{2}, \text{ где } T = \text{время полёта}$$



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.

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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

$$\frac{T_2}{2} = \frac{v_{0x}^1}{g y^1}$$

$$T_2 = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad (5)$$

$$T_2 = T_{2\text{MAX}}, \text{ при } (\sin \beta)_{\text{мин}}, \text{ m.e. } \beta = 60^\circ$$

$$T_{2\text{MAX}} = \frac{2 v_0 \sin 60^\circ}{g \cos 30^\circ} = \frac{2 v_0}{g} \sqrt{\mu_{\text{MAX}}}$$

$$T = T_{1\text{MAX}} = T_{2\text{MAX}}$$

$$T = \frac{2 v_0}{g}$$

$$v_0 = \frac{g T}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = \boxed{9} \frac{m}{s}$$

2) Проверка (5) в (3):

$$x^1 = v_{0x}^1 T_2 - g x^1 \frac{T_2^2}{2}$$

$$x^1 = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = \frac{y \sin \alpha \cdot 4 v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha \cdot 2}$$

$$x^1 = \frac{2 v_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$



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.

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

СТРАНИЦА
Ч ИЗ Ч

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

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

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

Последует

Вот зеркально симметрично $f(\beta) = \sin \beta \cdot \cos(\alpha + \beta)$, при $\beta \leq 60^\circ$

$$\text{т.к. } x^1 = K \cdot f(\beta), \text{ то } x_{\max}^1 = K f_{\max}$$

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

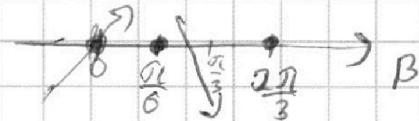
$$\cos(\alpha + \beta + \beta) = 0$$

$$\alpha + 2\beta = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

$$\beta_0 = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{2}$$

$$\text{при } k=0: \beta_0 = \frac{\pi}{6} < \frac{\pi}{3} \checkmark$$

$$\text{при } k=1: \beta_0 = \frac{2\pi}{3} > \frac{\pi}{3} \times$$



$$\Rightarrow f(\beta_0 = \frac{\pi}{6}) = f_{\max}$$

На данной реальности.

$$\text{Ответ: } v_0 = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) S = x_{\max}^1 = 135 \text{ м.}$$

$$\Rightarrow f_{\max} = \sin 30^\circ \cdot \cos(30^\circ + 30^\circ) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow S = x_{\max}^1 = \frac{2v_0^2 \cdot f_{\max}}{g \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 45^2}{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{4} = \frac{6 \cdot 15^2}{10} = 135 \text{ м}$$

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

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 9

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



3.

3-e:

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

1) $\sin d = ?$

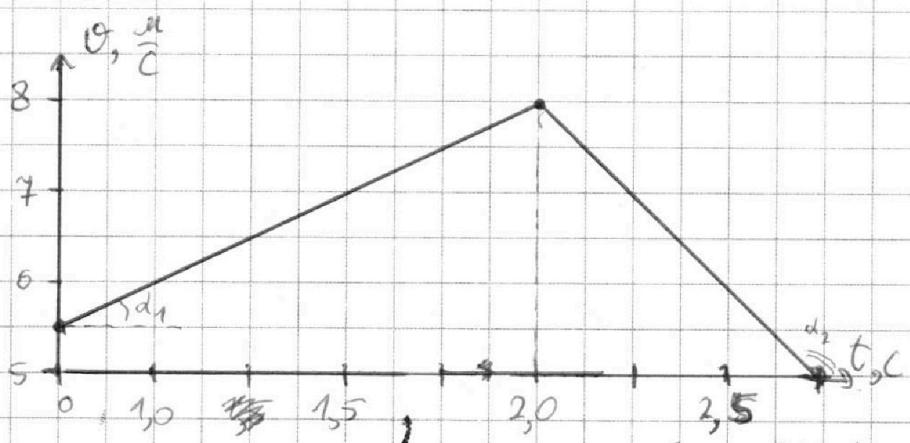
2) $m_g = m_y = m$

$h = 9,3 \text{ м}$

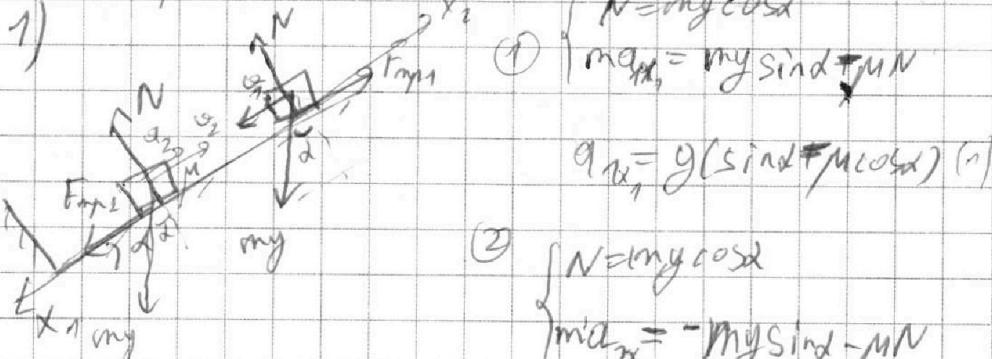
$g = ?$

3) $a = ?$

4) $M = ?$



Начавши ось x_1 и x_2 по g из g в 1 и 2 симметрично



$$\alpha_{1x_1} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

$$(2) \quad N = m g \cos \alpha$$

$$m \alpha_{2x_2} = -m g \sin \alpha - \mu N$$

$$\alpha_{2x_2} = -g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (2)$$

из графика: $\alpha_{1x_1} = tg \alpha_1 = \frac{2,5 \frac{m}{c}}{7,0 c} = 325 \frac{m}{c^2}$

$$\alpha_{2x_2} = tg \alpha_2 = \frac{-3 \frac{m}{c}}{0,75 c} = -4 \frac{m}{c^2}$$

~~$$\alpha_{1x_1} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$~~

~~$$(1) / (2) \quad \alpha_{2x_2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$~~

$$\alpha_{1x_1} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\alpha_{2x_2} = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$



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.

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

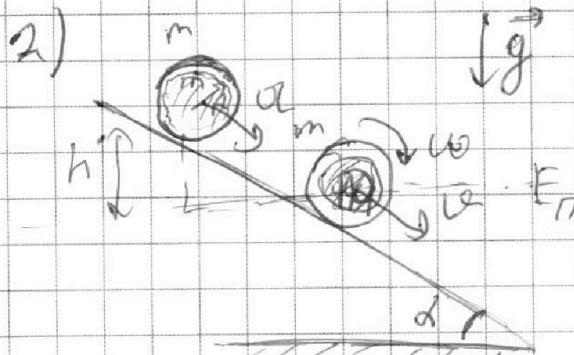
СТРАНИЦА
2 ИЗ 9

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

$$\begin{aligned} M_0 \cos \alpha &= g \sin \alpha - a_{1x}, \\ \mu g \cos \alpha &= -a_{2x_2} - g \sin \alpha \end{aligned}$$

$$g \sin \alpha - a_{1x_1} = -a_{2x_2} - g \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{-a_{2x_2} + a_{1x_1}}{2g} = \frac{41 + 7,25}{2 \cdot 10} = \frac{\frac{21}{4}}{10} = \frac{21}{80} \\ &\Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{80^2 - 21^2} = \frac{\sqrt{5959}}{80} \end{aligned}$$



① $\text{п. к. Вода} \rightarrow \text{идеальная}$

$\text{тидкость, то в ней нет}$
 $\text{важного торможения}$

\Rightarrow нет сил срывающих
воду \Rightarrow она движется поступат.
как единое целое.

② $\text{п. к. движение без проска.}$

$$\Rightarrow \omega R = 0. \text{ На точках обода колеса } \dot{\varphi}_{\text{точк}} = 0$$

$$\dot{\varphi}_{\text{обр}} = \omega R = 0$$

③ Задача:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad \text{кин. эн. бокши} \quad \text{кин. эн. воды}$$

$$E_{\text{П1}} = F_{\text{бр}} + E_{\text{бокши}} + E_{\text{к. воды}}$$

$$E_{\text{П2}} = 2mgh$$

$$E_{\text{П2}} = 0$$

$$E_{\text{бокши}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2$$

$$E_{\text{к. воды}} = \frac{mv^2}{2}$$



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

3 ИЗ 4

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

3(3):

$$E_{\text{п1}} = E_m + E_{K_D} + E_{KB}$$

$$2myh = m\omega^2 + \frac{m\omega^2}{2}$$

$$\omega^2 = \frac{4gh}{3}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 9,8}{3}} = [2] \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

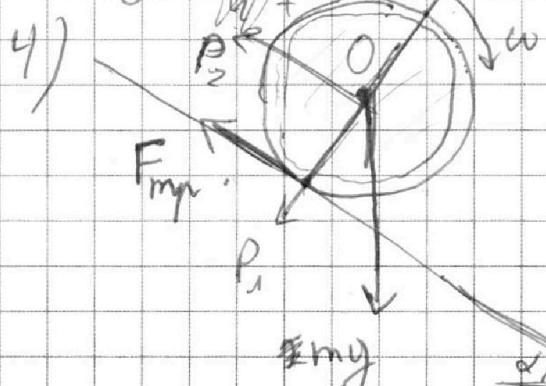
3) для р. убывание равнотурбинное, ~~вращение~~

$$\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{\omega^2}{2a}$$

$$a = \frac{\omega^2 \sin\alpha}{2h} = \frac{\frac{4}{3}gh \sin\alpha}{2h} = \frac{2}{3}g \sin\alpha = \frac{2 \cdot 10 \cdot 21}{3 \cdot 480} =$$

расставим силы на боку:

$$= [3,75] \frac{\text{Н}}{\text{с}^2}$$



P_1 и P_2 - силы со стороны боку.

Упр-е Эйлера относ. точки O :

$$IE = F_{mpr} \cdot R$$

$$I = \frac{mR^2}{2} \quad \text{момент инерции цилиндра}$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!

$$I \cdot \varepsilon = F_{mp} \cdot R$$

$$\frac{mR^2}{2} \cdot \varepsilon = F_{mp} \cdot R$$

$$F_{mp} = \frac{mR\varepsilon}{2}$$

При ~~удаленном~~ движение без проскальзывания $\omega_0 = \omega_{\text{пост}}$

$$\Rightarrow \varepsilon \cdot R = a$$

$$F_{mp} = \frac{ma}{2}$$

При этом $F_{mp} \leq \mu N$

$$\left. \begin{array}{l} N = mg \cos \alpha + P_1 \\ N = 2mg \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow N = 2mg \cos \alpha$$

$$P_1 = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{ma}{2} \leq 2\mu mg \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{a}{4g \cos \alpha}$$

$$\text{Ограничение: } \sin \alpha = \frac{21}{80}$$

$$\mu \geq \frac{1,45}{4 \cdot 10 \cdot \sqrt{5959}} = \frac{1,45}{80}$$

$$2) \quad \vartheta = 2 \frac{\pi}{c}$$

$$3) \quad a = 1,45 \frac{\pi}{c^2}$$

$$\boxed{\mu \geq \frac{3,5}{\sqrt{5959}}}$$

$$4) \quad \mu \geq \frac{3,5}{\sqrt{5959}}$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

(2)

по определению:

$$Q = C_V (V_n + V_k) \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{Q}{(V_n + V_k) \Delta T_1}$$

поставим (3):

$$C_V = \frac{Q}{A \Delta T_2} \cdot \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{Q \Delta T_2}{A \Delta T_1} R = \frac{600 \cdot 10}{300 \cdot 15} \cdot R$$

2) по определению:

$$Q = C_V \cdot \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = [40] \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3) ① записали (1) и (3):

$$\begin{cases} V_k + V_n = \frac{A}{R_0 T_2} & (3) \\ \frac{3}{2} V_n + \frac{5}{2} V_k = \frac{Q}{R_0 T_1} & (1) \end{cases}$$

$$(3) \cdot \frac{3}{2} - (1):$$

$$-\frac{1}{2} V_k = \frac{3A}{2R_0 T_2} - \frac{Q}{R_0 T_1}$$

$$V_k = \frac{Q}{R_0 T_1} - \frac{3A}{2R_0 T_2}$$



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.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

4
 O_2, He

$$Q = 600 \text{ Дж}, \\ T_1 = 15 \text{ К}, V = \text{const} \\ T_2 = 10 \text{ К}, p = \text{const}$$

1) A - ?

2) C_V - ?

3) $\frac{N_p}{N_K}$ - ?

число молекул

o) из упр. соотв.: $PV = \frac{1}{2}kRT$
 $U_P = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}kRT, U_K = \frac{5}{2}PV = \frac{5}{2}kRT$

1) Задача I идёт о термодинамике:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = A + \Delta U_V \\ Q = A + \Delta U_P \end{array} \right.$$

$$Q = \frac{3}{2}k_B R_D T_1 + \frac{5}{2}k_B R_K T_1$$

$$Q = \frac{3}{2}k_B R_D T_2 + \frac{5}{2}k_B R_K T_2 + A$$

$$\therefore \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{3}{2}k_B R_D + \frac{5}{2}k_B R_K \right) T_1 = Q \quad (1) \\ \left(\frac{3}{2}k_B R_D + \frac{5}{2}k_B R_K \right) T_2 = Q - A \quad (2) \end{array} \right.$$

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

$$Q_D T_1 - A_D T_1 = Q_D T_2$$

$$A = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} Q = \frac{15 - 10}{15} \cdot 600 \text{ Дж} = 200 \text{ Дж}$$

2) B изобарическое процесс:

$$A = P_D V = V_D R_D T_2 + V_K R_K T_1$$

$$(V_D + V_K) P_D = \frac{A}{R_D T_2} \quad (3)$$



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.

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

$$\textcircled{2} \quad (3) - \frac{5}{2} - (1):$$

$$V_p = \frac{5A}{2R_0T_2} - \frac{Q}{R_0T_1}$$

\textcircled{3}

$$\frac{N_p}{N_k} = \frac{V_p \cdot N_a}{V_k \cdot N_a} = \frac{V_p}{V_k} = \frac{\frac{5A}{2R_0T_2} - \frac{Q}{R_0T_1}}{\frac{Q}{R_0T_1} + \frac{3A}{2R_0T_2}} = \frac{\frac{5A}{2R_0T_2} - \frac{Q}{R_0T_1}}{\frac{Q}{R_0T_1} + \frac{3A}{2R_0T_2}}$$

$$\frac{N_p}{N_k} = \frac{\frac{5 \cdot 300}{2 \cdot 10} - \frac{600}{15}}{\frac{600}{15} + \frac{3 \cdot 300}{2 \cdot 10}} = \frac{50 - 40}{40 - 30} = \boxed{1}$$

Ответ:

$$1) A = 200 \frac{\text{дм}^3}{\text{к}}$$

$$2) C_V = 40 \frac{\text{дм}^3}{\text{к}}$$

$$3) \frac{N_p}{N_k} = 1$$



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

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

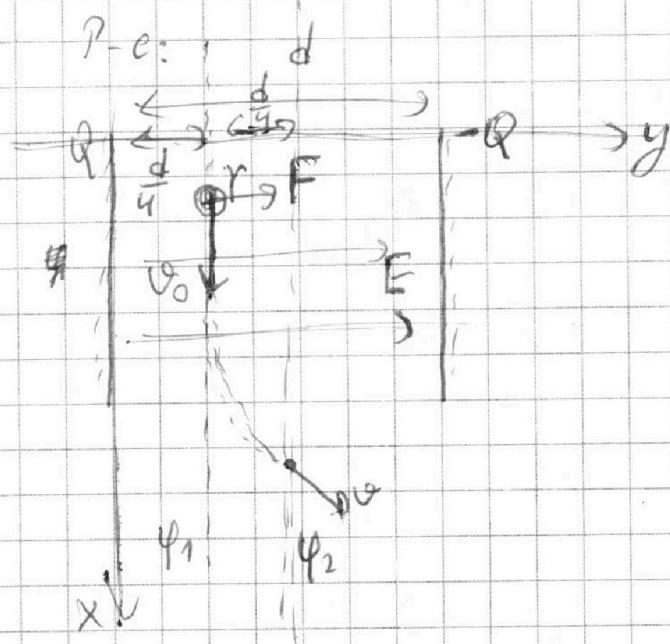
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

$$\begin{aligned} 5 \cdot g &= 1 \\ \gamma &= \frac{q}{m} > 0 \\ Q > 0, C, d, v_0 & \end{aligned}$$

1) R - ?

2) v ~ ?



$$1) \textcircled{1} \quad \left\{ \begin{array}{l} E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \\ C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \end{array} \right. \Rightarrow E = \frac{Q}{Cd}$$

$$\textcircled{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} F = E \cdot q \\ ma = F \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{же } a = \text{Ускорение гравитации} \\ \text{вдоль } y, \\ \text{в этот момент } a \perp v_0 \\ \Rightarrow a = a_n = \frac{v^2}{R} \end{array}$$

$$ma_n = Fq$$

$$\frac{v^2}{R} = E \cdot r$$

$$\boxed{R = \frac{v^2}{E \cdot r}} = \frac{v^2}{q \cdot r} = \boxed{\frac{v^2 d C}{Q r}}$$



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

2) В средней точке $\varphi_2 = 0$.

$$3C\exists: \Delta E_K = A_3$$

$$\left\{ \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m\omega_0^2}{2} + A_3 \right.$$

$$\left. A_3 = (\varphi_1 - \varphi_0) \cdot q = \frac{E dq}{q}, m, k, E = \text{const} \right.$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m\omega_0^2}{2} + \frac{Edq}{q} \quad 1 - \frac{2}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{Edq}{2m}}$$

$$\left[\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{QY}{2mC}} \right] \text{Установка в формулу}$$

Ответ: 1) $R = \frac{\omega^2 Cd}{QY}$

2) $\boxed{\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{QY}{2C}}}$



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.

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!

$$\frac{T_2}{2} = \frac{g y'}{g y}$$

$$T_2 = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad (5)$$

$$m = V_{\text{макс}} \cdot M_{\text{макс}} = \frac{V_{\text{макс}}}{Na} \cdot M_{\text{макс}}$$

$$m = V_{\text{макс}} \cdot M_{\text{макс}} = \frac{V_{\text{макс}}}{2 Na} \cdot 2 M_{\text{макс}} = \frac{M_{\text{макс}}}{Na}$$

$$T_2 = T_{2\max}, \text{ при } \sin \beta = \sin \beta_{\max}, \text{ т.е. } \beta = 60^\circ$$

$$E_d = 4$$

$$T_{2\max} = \frac{2 v_0 \sin 60^\circ}{g \cos 30^\circ} = \frac{2 v_0}{g} = T_{\max} \quad \frac{E_d}{E_0} s_d = 4$$

$$d = 4 \cdot \frac{E_d}{E_0} s_d$$

$$\Rightarrow T = T_{\max} = T_{2\max}$$

$$T = \frac{2 v_0}{g}$$

$$v_0 = \frac{g T}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ м.}$$

2) Гусеничный (5) в (3):

$$x' = v_{0x} T_2 - \frac{y' T_2^2}{2}$$

$$\frac{y' T_2^2}{2} - v_{0x} T_2 + x' = 0$$

Это квадратное уравнение, при $T_2 = T_{2\max} = \frac{v_{0x}}{2 \cdot \frac{g y'}{2}} = T$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

~~$T = \frac{v_{0y}}{g}$~~

~~$T = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$~~

~~$\frac{Dx}{2} - v_{0y} T + x^1 = 0$~~

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ \times 21 \\ \hline + 21 \\ \hline 42 \end{array}$$

6400

$$80^2 - 21^2 = 5959$$

$$\begin{array}{r} 5959 \\ - 56 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \hline 851 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5959 \\ - 55 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \hline 54 \end{array}$$

При $D > 0$ для одного x^1 будет два времени T_2 ,
т.е. гравитация и полётные траектории.

$\Rightarrow x^1 = x_{\max}^1$, при $D=0$, когда T_2 и T_{22} совпадут

$$D = v_{0y}^2 - 4x_{\max}^1 \frac{g y^1}{2} = 0$$

$$v_0^2 \sin^2 \beta = 2x_{\max}^1 \cdot g \cos \alpha$$

$$\frac{v_0^2 \frac{21}{80}}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{7}{9}$$

$$x_{\max}^1 = S = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos \alpha}$$

$$2 \text{ минуты} = \frac{3600}{2} = 1800$$

$$v_0^2 = \frac{4 \cdot 1800}{3} = 2400$$

$$\frac{x^2}{6} = \frac{450}{3}$$

$$\frac{x^2}{6} = 135$$

$$1,25 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$1,25 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$2g \sin \alpha = 1,25$$

$$\sin \alpha = \frac{1,25}{20} = \frac{21}{80}$$

$$\frac{2 \cdot 45 \cdot 15}{10} \cdot \frac{1}{9} = \frac{30 \cdot 45}{10} = 345 = 135$$