



# 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  $V = 80$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 800$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

$$1 + \frac{64}{800}$$

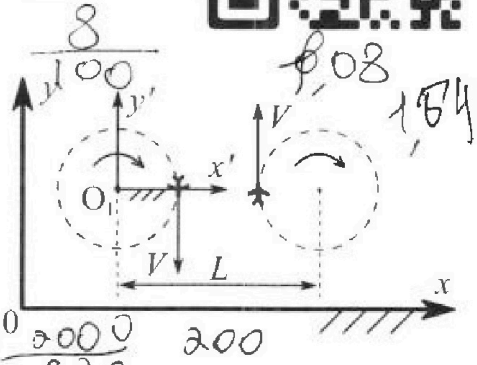
$$\frac{2}{10}$$

$$8$$

$$\frac{80}{800}$$

$$80 \cdot \frac{0.08}{800} = 0.008$$

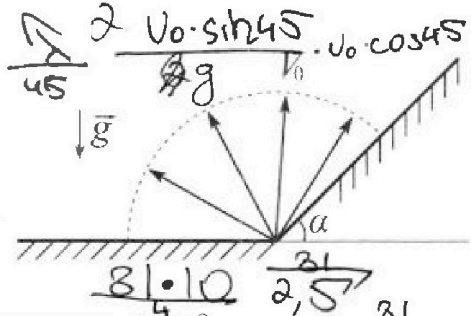
В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 2$  км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.



$$1.64 \quad 12 \quad 13 \quad 14 \quad 14 \quad 4$$

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  $\vec{U}$ .

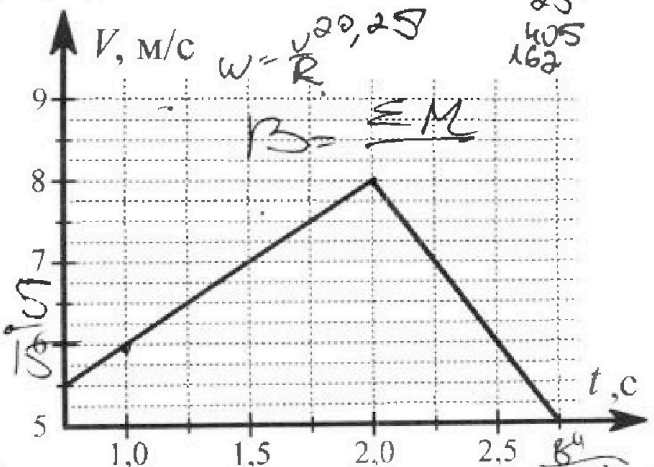
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9$  с. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

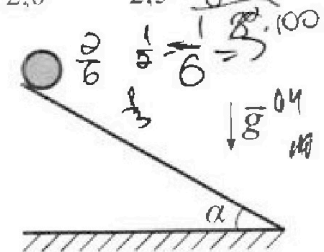
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $g = 10$  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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 0.3$  м?

3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

$$\frac{V\omega^2}{2}$$

$$PR = aR$$



# 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  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_{Г}}{N_{К}}$  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?

Handwritten solutions and diagrams for problem 5:

Diagram 1: A circular trajectory of radius  $R$  with a particle moving clockwise. The center of curvature is at a distance  $R$  from the particle. The particle is at a distance  $d/4$  from the positive plate.

Diagram 2: A coordinate system with the positive plate at  $y=0$  and the negative plate at  $y=d$ . The particle is at  $y=d/4$  moving horizontally with velocity  $v_0$ .

Diagram 3: A circular trajectory of radius  $R$  with the center of curvature at the midpoint  $y=d/2$ .

Equations and derivations:

- Capacitance:  $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\int_{d/4}^d \frac{Q}{2\pi R} \cdot \frac{1}{2\pi R} \cdot 2\pi R \cdot dy} = \frac{Q}{2\pi R} \int_{d/4}^d \frac{1}{R} dy = \frac{Q}{2\pi R} \ln 4$
- Force balance:  $mg = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R^2} = \frac{q}{m} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R^2}$
- Velocity:  $v = v_0 \cos \alpha$ , where  $\alpha$  is the angle between the velocity vector and the horizontal.
- Radius of curvature:  $R = \frac{v^2}{g \cos \alpha}$
- Geometry:  $\cos \alpha = \frac{d/4}{R}$
- Final velocity:  $v = \frac{v_0}{\sqrt{1 + \frac{d^2}{16R^2}}}$



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  
1 из 3

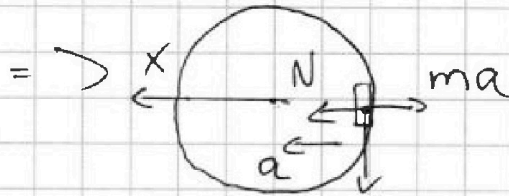
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

## Задача 1

$$v = 80 \text{ м/с}$$

$$R = 800 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

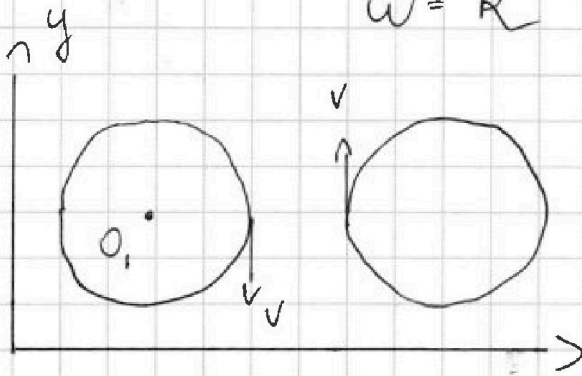


$\Rightarrow$  т.к. самолет движется по кругу с постоянной скоростью  
 $\Rightarrow$  а самол. = а нормальное  $\Rightarrow a = \frac{v^2}{R}$

~~$\Rightarrow$  по 3-н на х:~~

~~$N = ma \Rightarrow$  по 3-н  $|N| = |P| \Rightarrow$   
 все пилота  $= \frac{mv^2}{R} \Rightarrow$  сила тяжести  
 равна  $mg \Rightarrow$   
 $\delta = \frac{m \frac{v^2}{R} - mg}{mg} \cdot 100\% = 20\%$~~

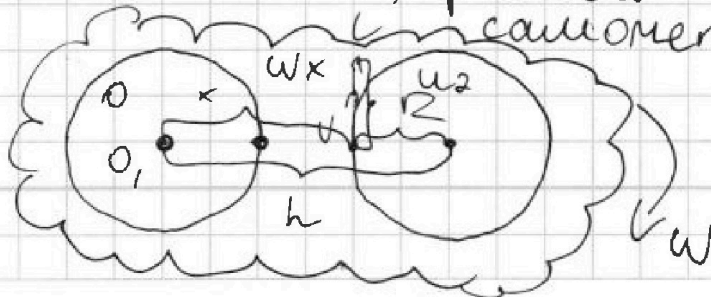
$$\omega = \frac{v}{R}$$



$\Rightarrow$  т.к. самолет  
 вращается относительно  
 O. сидит во вращении  
 со скоростью  $\omega$ , тогда  
 точки будут кроме  
 их собственной  
 скорости  $\omega$  с угловой  
 скоростью  $\omega$

В со 1

" равной угл. скорости  $\omega$   
 самолета



$$x = h - R$$

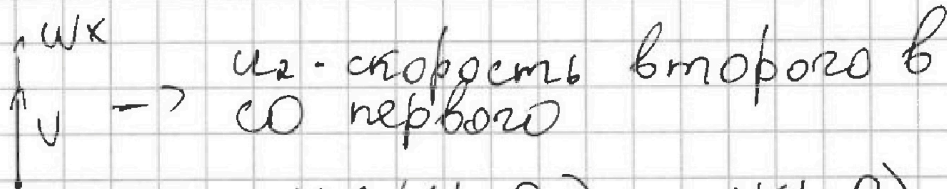


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

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

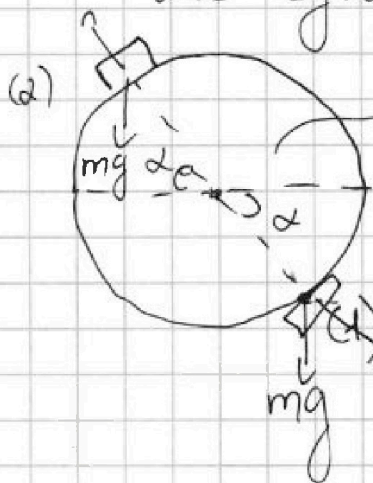
=>



$$u_2 = v + w(l-R) = v + \frac{v(l-R)}{R} =$$

$$= \frac{vl}{R} \Rightarrow \text{и она направлена по оси } y$$

Ответ: м.к. самолета летит с одной угловой скор. и в какой-то момент они будут на одной прямой -> начедем на одну окр. их расст.



угол равен т.к. и равн.

по III 3-4 Ньютона  $\Rightarrow (N \cos \delta = P \cos \delta)$

$$N \cos \delta = \sqrt{(mg)^2 + m \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} \cdot 100\%$$

$$\Rightarrow \delta = \left( \frac{m \sqrt{g^2 + v^2/R^2} - mg}{mg} \right) = \sqrt{1 + \frac{v^4}{12g^2}} \cdot 100\% - 100\%$$

$$= (\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\% = (\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\%$$

Ответ:  $(\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\% = \delta$

$u_2 = 200 \text{ м/с}$  напр. по оси  $y$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
13 из 13

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!

$$\frac{\partial z}{\partial r_2} = \frac{e_1 r_2 - e_2}{e_1 - e_2} > 0$$

$$\Rightarrow \text{опт} = \frac{e_1}{2} R + \frac{e_2 r_2}{2} = \frac{e_1}{2} R$$

т.к. их отнош.  $> 0 \rightarrow$

$$e_1 = 5 \text{ и } e_2 = 4 \Rightarrow \text{если } e_2 \geq 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial z}{\partial r_2} = \frac{5-4}{4-3} = 1$$

$$\frac{\partial z}{\partial r_2} < 0 \Rightarrow \emptyset \Rightarrow e_2 = 3$$

Ответ:  $A_{\text{каж}} = 200 \text{ А} \cdot \text{не}$

$$C_{\text{рв}} = 2R \approx 16,62 \text{ млрд. } \frac{\text{А} \cdot \text{не}}{\text{К}}$$

$$\frac{\partial z}{\partial r_2} = 1$$



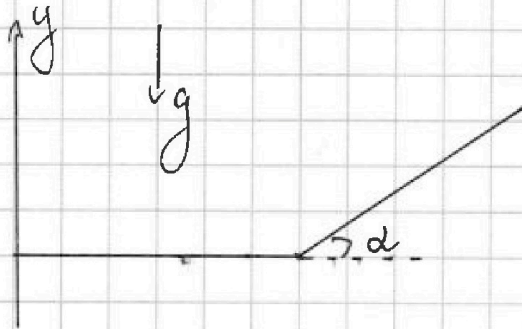
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

## Задача 2



$$T = gC$$

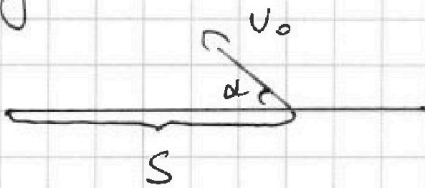
$$\alpha = 30^\circ$$

Время полета max, когда проекция скорости осколка на y max.  $\Rightarrow$  осколок которой вылетел вертикально вверх будет лететь max возможное время  $= T$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow \text{м.к. берет и падение оскол. см.}$$

$$v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$$

найдем max расстояние осколка упавшего на горизонт.



$$\Rightarrow S = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \cdot v_0 \cos \alpha \Rightarrow$$

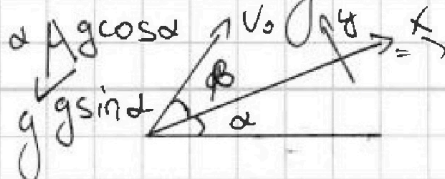
$$\frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha \Rightarrow \text{max если}$$

$$\sin 2\alpha = 1 \text{ м.к.}$$

$$\sin \in [-1; 1]$$

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

max S где макс. нр.



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 13

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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow S &= v_0 \cdot \cos \beta t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \\ &= \frac{2v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4v_0^2 \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta - \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\sin \alpha \cdot 2 \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right) \Rightarrow \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{\sin \beta \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right) \end{aligned}$$

найдем max этой функции  $\Rightarrow$

$$\left( \frac{\sin 2\beta}{2} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta \right)' = 0 \Rightarrow$$

$$\cos 2\beta \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot 2 \sin \beta \cdot \cos \beta = 0 \Rightarrow$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{ctg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha) \Rightarrow$$

$$\beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2} \text{ или } \text{погем. } \beta = 30^\circ = \alpha \Rightarrow$$

$$\cos \alpha = \cos \beta$$

$$S = \frac{2v_0^2 \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ} \cdot \cos 30^\circ - \frac{\sin 30^\circ \cdot 2v_0^2 \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ} =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g} \cdot \left( \sin 30^\circ - \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} \right) = \frac{2v_0^2}{g} \left( \frac{1}{2} - \frac{1 \cdot 4}{8 \cdot 3} \right) =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2v_0^2}{3g} = S_{\max} \Rightarrow \text{шосок в гориз.}$$

заемь упадет дальше  $\Rightarrow$  м.к. в рассм.

$$\max \text{ сл. с } g \text{ в } \text{сторон} \Rightarrow S_{\max} = \frac{v_0^2}{g} =$$

$$= \frac{g^2 T^2}{4g} = \frac{g T^2}{4} = 20,25 \text{ м. Ответ: } v_0 = 45 \text{ м/с; } S_{\max} = 20,25 \text{ м}$$

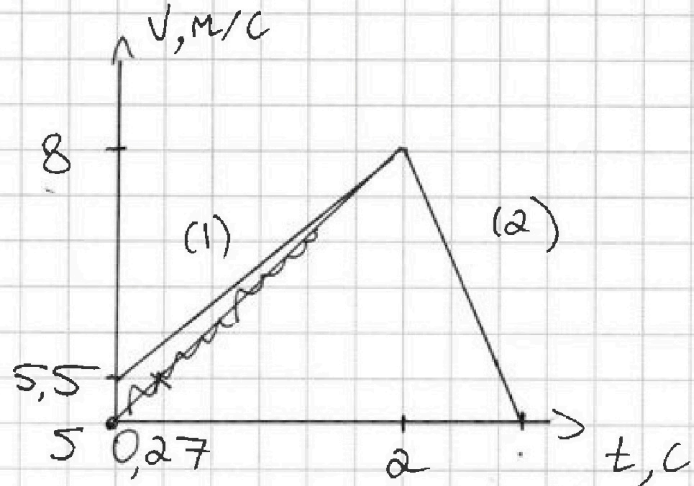
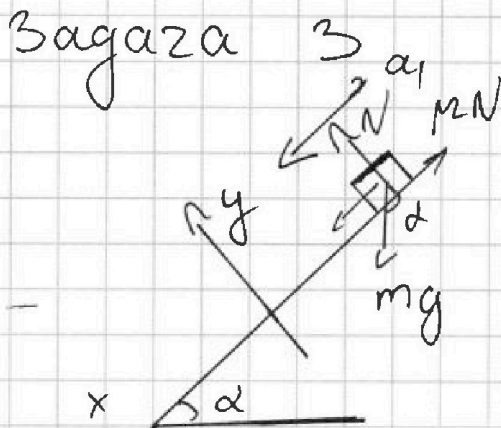


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 из 13

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!



дв. соотв. прямой  
1 на графике

т.к. на уз. 1 скорость возрастает  
=> тело движется вниз с горки  
т.к. горка шершавая  $\mu$  не будет  
какое-то  $\mu$

ИЗЗ. на y:

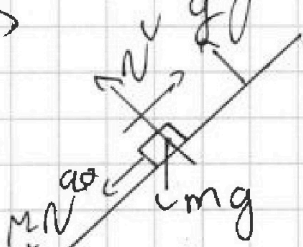
$$N - mg \cos \alpha = 0$$

ИЗЗ. на x

$$mg \sin \alpha - \mu N = +ma_1 \Rightarrow$$

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

т.к. на уз. 2 скорость падает  
=> тело движется вверх по склону  
=>



аналог 1  $N = mg \cos \alpha$

ИЗЗ. на x:

$$ma_2 = mg \sin \alpha + mg \cos \alpha \mu$$

дв. соотв. прямой  
2 на графике =>

$$a_2 = g \sin \alpha + \cos \alpha \mu$$





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
7 из 13

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!

$\Delta \omega_{\text{гор}} = 0$  м.к. она не вращ.  $\Rightarrow$   
ведь она  $2$  уг. эквиг.

$$3C2: 2mgh = \frac{J\omega^2}{2} + \frac{2mV^2}{2}$$

$$= \frac{mR^2 \cdot \frac{V^2}{R^2}}{2} + mV^2 = \frac{3}{2} mV^2 \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{4}{3}gh} = V = 2 \text{ м/с}$$

парал. гор.,  $\text{т.к. } V = \omega R$   
 $\Rightarrow a = \frac{dV}{dt} = \frac{d\omega R}{dt} = \beta R$  в угловое ускорение

$\Rightarrow \int \beta = \int \frac{a}{R} \Rightarrow \int \Sigma M \text{ от } O$  центра масс

$$\Sigma \dot{M} = F_{\text{мп}} R = \mu N R$$

$$h / \sin \alpha = \frac{at^2}{2} = \frac{a \cdot \frac{V^2}{a^2}}{2} \Rightarrow \frac{V^2}{a \cdot 2} = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

$$t = \frac{V}{\beta} = \frac{V}{R\beta} = \frac{V}{a} = 1 \text{ с} \quad a = \frac{V^2 \sin \alpha}{2h} = 2 \text{ м/с}^2$$

$\Rightarrow$  найдем крайний момент  $\Rightarrow$

$$F_{\text{мп}} = \mu N = \mu \cdot 2mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$J\beta = 2\mu mg \cdot \cos \alpha R$$

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{V}{R \cdot t} \Rightarrow \frac{mR^2 \cdot V}{R \cdot t} = 2\mu mg \cos \alpha R$$

$$\Rightarrow M_{\text{min}} = \frac{V \cdot 2g \cdot \cos \alpha}{\frac{1}{\beta t}} = \frac{1}{\beta t}$$



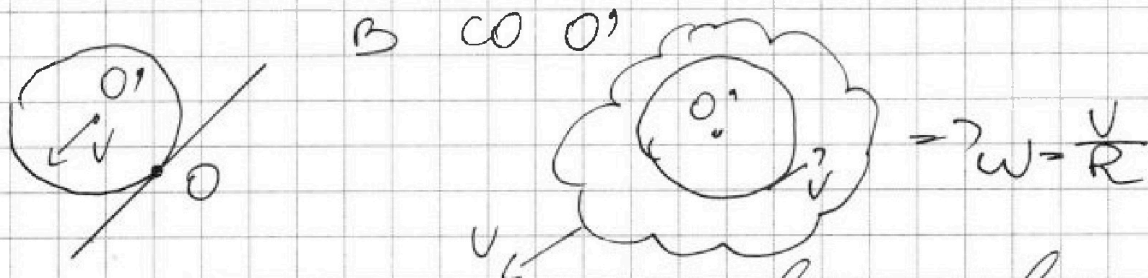
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
8 из 13

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!

пояснение:



→ не разложим д.в. на д.в. центра массов и вращение д.в.

т.к. вода идеальна и полностью заполняет д.в. → на нее действ. только т.в. и N со стороны д.в. → никакая сила не растекает воду

Ответ:  $\sin \alpha = 0,3$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$\mu \geq \frac{1}{59}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
11 из 13

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

м.к. процесс изохорический  $\rightarrow$   
 $V = \text{const} \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow$

И.Т.:  $\left. \begin{array}{l} \text{в одн. коэф.} \\ \text{м.к. там смесь газов} \end{array} \right\} (1)$

$$Q = \Delta U + A_{газа} \Rightarrow Q = \Delta U = \frac{\nu}{2} \nu_{од} R \Delta T_1$$

$\nu_1$  число молей смеси  $Q = \nu_{од} \nu_{см} \Delta T_1$

$\nu_2$  число молей кислорода

$$\nu_{од} = \nu_2 + \nu_1$$

$\Rightarrow$  в изохор. процессе  $p = \text{const}$

И.Т.: (2)

$$\Delta U = \frac{\nu}{2} \nu_{од} R \Delta T_2$$

$$Q = \Delta U + A_{газа} \Rightarrow A_{газа} = Q \left( \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2 = \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$U = \frac{\nu}{2} pV \Rightarrow \Delta U = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V)$$

$$(1): Q = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V) = \frac{\nu}{2} \Delta pV$$

$$(2): Q = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V) + p \Delta V \Rightarrow$$

$$Q = \left( \frac{\nu}{2} + 1 \right) \cdot p \Delta V$$

3-й крайней Менделеев:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p \Delta V = \nu_{од} R \Delta T_2$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
12 из 13

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!

$$\Delta pV = \overset{\text{const}}{\sqrt{2}} R \Delta T_1$$

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{i}{2} + 1}{\frac{i}{2}} \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 1 \Rightarrow$$

$$(i+2)\Delta T_2 = i\Delta T_1 \Rightarrow 2 \cdot \Delta T_2 = i(\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$\Rightarrow i = \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = 4 \Rightarrow C_{pV} = \sqrt{2} \Delta T_1 = \frac{Q}{2R} =$$

$$= 2R = 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta pV + \Delta pP = \sqrt{2} R \Delta T_1$$

по Закону Дальтона  $\Rightarrow$  если у нас есть смесь газов, мы можем рассуждать, что молекулы газа не действуют друг на друга

$$Q = \frac{i_2}{2} \cdot \sqrt{2} R \Delta T_1 + \frac{i_2}{2} \cdot \sqrt{2} R \Delta T_1$$

$$Q = \left(\frac{i_2}{2} + 1\right) \sqrt{2} R \Delta T_2 + \left(\frac{i_2}{2} + 1\right) \sqrt{2} R \Delta T_2$$

$$\sqrt{2} = \frac{Q}{2R\Delta T_1} = \frac{Q}{2R\Delta T_1}$$

$$\frac{i_2}{2} \sqrt{2} + \frac{i_2}{2} \sqrt{2} = \frac{i}{2} \sqrt{2} \Rightarrow$$

$$i_2 \sqrt{2} + i_2 \sqrt{2} = i \sqrt{2} = i \cdot (\sqrt{2} + \sqrt{2}) \Rightarrow$$

$$(i_2 - i) \sqrt{2} = \sqrt{2} (i - i_2) \Rightarrow$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
10 из 13

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!

=>



=> под действием  $E$   
конд. => тело сместится  
на  $d/4$

||  
вн. обкладки конд.  
совершат над нами  
работу  $= \frac{d}{4} \cdot E q = \rightarrow$

ЗСД:

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{d}{4} E q \Rightarrow$$

$$V^2 = V_0^2 + \frac{d}{4} E \gamma \Rightarrow$$

Ответ:  $R = \frac{V_0^2}{Q \cdot \gamma} \cdot c \cdot d$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{Q q}{4 c m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{Q \gamma}{4 c}}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
9 из 13

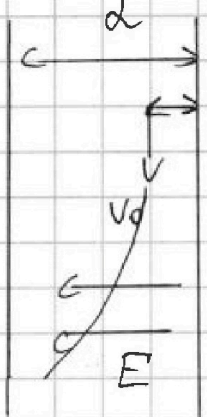
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 57

$$\gamma = \frac{q}{\epsilon_0 L} > 0 \rightarrow q > 0$$

то у шарика мало

заряд будет притягиваться к положительной пластине



по опр.  $\frac{q}{\Delta y} = C$

$\Delta y$  — разность потенциалов между обкладками

-Q

+Q

$$\Delta y = \frac{Q}{C} \Rightarrow$$

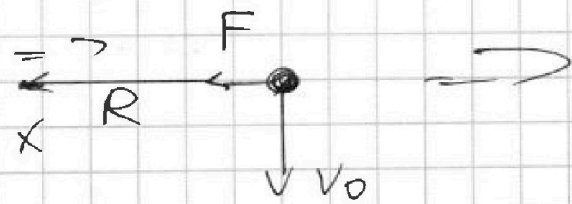
$$dy = -E dx \text{ если } \vec{E} \text{ направ. по } \vec{E}$$

внутри конденс. постоянное

$$E = \frac{\Delta y}{d} = \frac{Q}{C \cdot d} \Rightarrow$$

F действ. на заряд со стороны обкладок =  $E \cdot q$

$$F = \frac{Q}{C \cdot d} q$$



ИЗЗ. на x:

$$\frac{v_0^2}{R} \cdot m = F \Rightarrow R = \frac{v_0^2 m}{Q q} \cdot C \cdot d =$$

$$= \frac{v_0^2}{Q \cdot \gamma} \cdot C \cdot d$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
6 из 13

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!

$\Rightarrow$  т.к.  $a = \frac{dv}{dt}$  и наш график  $v(t)$  прямая  $\rightarrow$  коэф. наклона =  $a$  для галсеого гв:

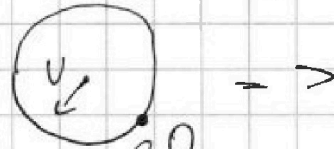
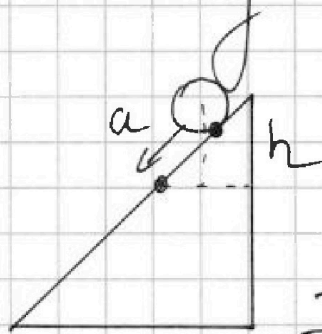
$$|a_1| = |k_1| = \frac{(8-6) \frac{m}{c}}{(2-1)c} = 2 \frac{m}{c^2} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{91}}{10}$$

$$|a_2| = |k_2| = \frac{(8-6) \frac{m}{c}}{(2,5-2)} = 4 \frac{m}{c^2} \quad \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  из формулы  $(a_1 + a_2) = 2g \sin \alpha \Rightarrow$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0,3 \Rightarrow \mu = \frac{a_2 - a_1}{2g \cos \alpha}$$

$v$  - скорость центра



т.к. точка вращ. у нее будет не вращ. гв.

$\Rightarrow$  по th. Кеннига:

$$E_k = E_{k_{cm}} + E_{rot} \Rightarrow \text{они. нее вращ}$$

в со ц.м.

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$



$$J = \sum \Delta m_i r_i^2 = mR^2$$

$$= mR^2 + mR^2 + mR^2$$

$$\Rightarrow J_{од} = J_{точки} + J_{вотир} \Rightarrow J_{точки} = mR^2$$



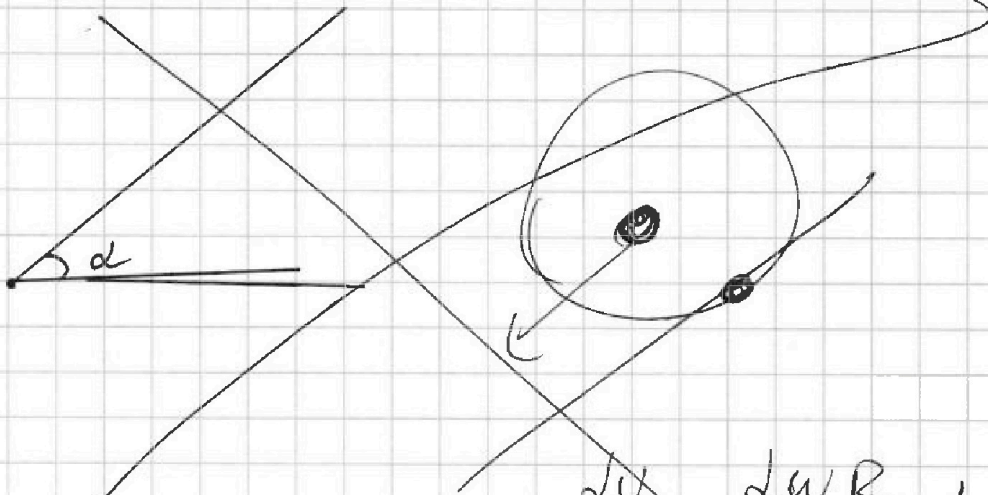
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Задача 3



$$\frac{dV}{dt} = \frac{dWR}{dt} = \beta R$$

$$J\beta = \Sigma M$$





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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow J_{\text{всего}} &= \int \Delta m R'^2 = \int_0^R 2\pi R' \Delta R' \cdot \pi R'^2 \cdot R' \\ &= \frac{m}{R^2} \cdot 2 \int_0^R R'^3 dR' = \frac{2m}{R^2} \left| \frac{R'^4}{4} \right|_0^R = \frac{mR^2}{2} \\ \Rightarrow E_{\text{к}} &= \frac{2mV^2}{2} + \frac{\frac{3}{2}mR^2 \cdot \frac{V^2}{R^2}}{2} = \\ &= mV^2 + \frac{3}{4}mV^2 = \frac{7}{4}mV^2 \rightarrow \\ \text{ЗСЭ: } mgh &= \frac{7}{4}mV^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{4gh}{7}} \end{aligned}$$



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!

