



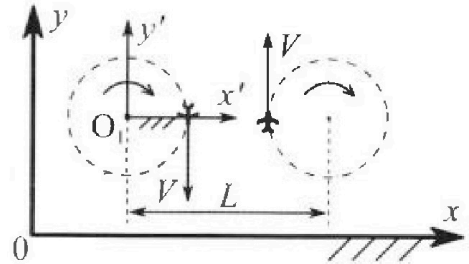
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

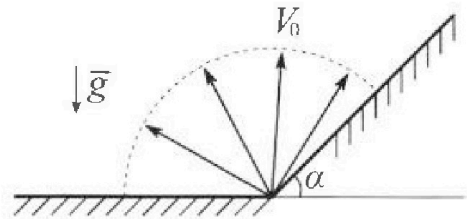


2. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый 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.

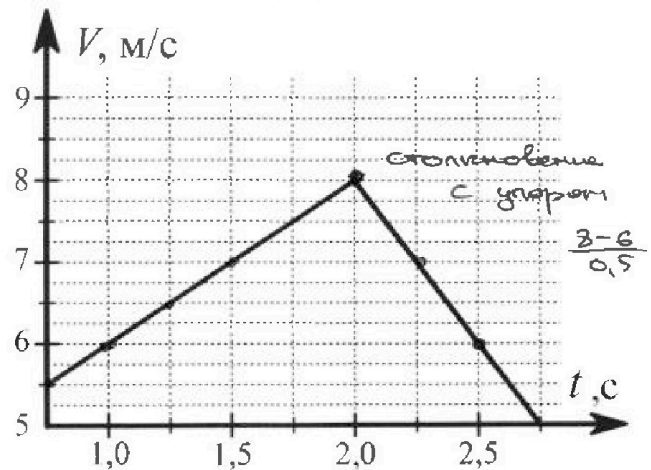
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



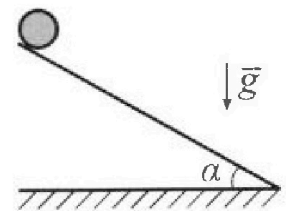
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



3. 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.



3. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 0,3 \text{ м}$ ?

3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-01

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  $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$  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?



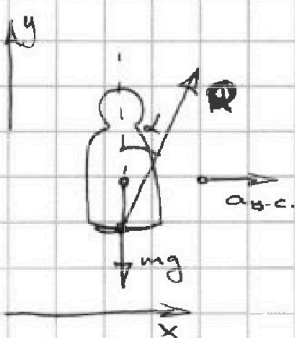
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1)



На летчике действ. две силы, задающие ему центростремительное ускорение  $a$ , это ~~реакция~~ реакция опоры  $Q$  и сила тяжести  $mg$ .

По III ЭН:  $P = Q$  (по модулю)

II ЭН  $\rightarrow$  на  $Oy$ :  $Q \cos \alpha = mg$   
 $\rightarrow$  на  $Ox$ :  $Q \sin \alpha = ma_{у.с.} = m \frac{v^2}{R}$

Возведём оба ур-я в квадрат и сложим, чтобы избавиться от угла.

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

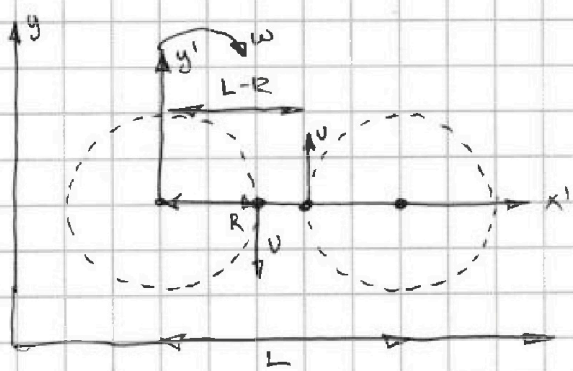
$$\delta = \left( \frac{Q}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left( \frac{\sqrt{100 \frac{m^2}{s^4} + \frac{(300^2 \cdot 8^2) \frac{m^4}{s^4}}{300^2 \frac{m^2}{s^2}}}}{10 \frac{m}{s^2}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$= \left( \frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \frac{2\sqrt{41} - 5}{5} \cdot 100\% =$$

$$= 20(2\sqrt{41} - 5)\%$$

2)



В системе отсчёта  $y'x'$  скорость второго самолёта:

$$U - \omega_0(L-R) = U$$

скорость в с.  $xy$       вращающаяся компонента от  $x'y'$

$$U = U_0 - U_0 \frac{L-R}{R} = U_0 \frac{2R-L}{R} = U_0 \frac{2R-L}{R}$$

Что в системе отсчёта  $x'y'$  движется со скоростью

$$U = \frac{v}{2}, \text{ направленной вниз}$$



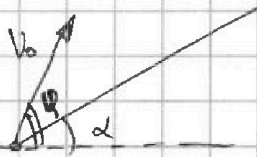
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

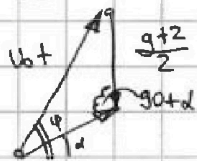
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

Заметим, что при  $\varphi \leq 90^\circ$  снаряды падают на горку, иначе на в плоскость пов-ть



1) для  $\varphi \leq 90^\circ$



По Th. sin в А-ке перпендикулярной:

$$\frac{V_0 t}{\sin(90 + \alpha)} = \frac{g t^2}{2 \sin(\varphi - \alpha)}$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} \rightarrow \text{max} \rightarrow \Rightarrow \text{т.к. } \varphi \leq 90^\circ \text{ и } \alpha \leq 90^\circ \text{ и } \alpha = \text{const} \rightarrow \sin(\varphi - \alpha) \rightarrow \text{max при } \varphi = 90^\circ \Rightarrow \Rightarrow \sin(\varphi - \alpha) = \sin(90 - \alpha) = \cos \alpha$$

Отсюда  $T_{\text{max}} = \frac{2 V_0}{g}$ , такое же как при  $\varphi > 90^\circ$ .

$$\text{Отсюда } V_0 = \sqrt{\frac{g T_{\text{max}}}{2}} = \frac{10^3 / 2 \cdot 9.8}{2} = 45 \text{ м/с}$$

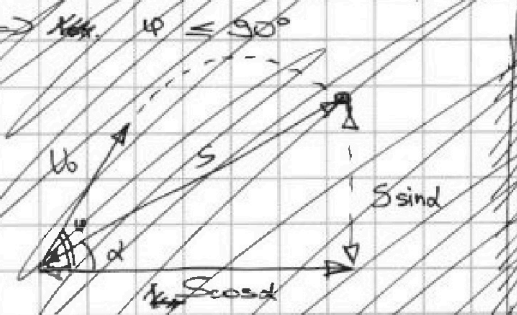
для  $\varphi > 90^\circ$

Время полета  $t = \frac{2 V_0 \sin \varphi}{g} \rightarrow \text{max} \Rightarrow \Rightarrow \sin \varphi = 1$

$$\Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{2 V_0}{g}$$

2) Найти максимальное рас-ние ~~по горке~~ по горке  $\Rightarrow$

~~$\Rightarrow$  для  $\varphi \leq 90^\circ$~~



$$S \cos \alpha = V_0 \cos \varphi \cdot t, \text{ где } t - \text{ время полета}$$

~~$$S \sin \alpha = V_0 \sin \varphi \cdot t$$~~

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

$$\text{Из 1-го ур-я } t = \frac{S \cos \alpha}{V_0 \cos \varphi}$$

Тогда:  $S \sin \alpha = \frac{S \cos \alpha}{V_0 \cos \varphi} \cdot \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{V_0^2 \cos^2 \varphi} =$

$$= S \cos \alpha \sqrt{\frac{g}{2 V_0^2} (\text{tg}^2 \varphi + 1)} \cdot S \cos \alpha$$

$$\text{tg } \alpha = \text{tg } \varphi \cdot \frac{g}{2 V_0^2} (\text{tg}^2 \varphi + 1)$$

~~$$S = \frac{t \cdot \text{tg } \alpha}{\cos \alpha}$$~~



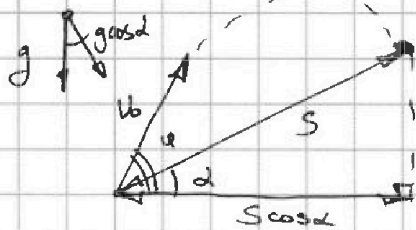
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) Найти max. расстояние по горке



Тогда:

$$S \cos \alpha = v_0 \cos \varphi t, \text{ где}$$

$$t = \frac{2 \cdot v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \text{время полёта}$$

$$S \cos \alpha = v_0 \cos \varphi \cdot \frac{2 v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cos \varphi \sin(\varphi - \alpha) = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot (\sin(\varphi - \alpha) \cos \varphi)$$

$$= \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{\sin(2\varphi - \alpha) + \sin(-\alpha)}{2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot (\sin(2\varphi - \alpha) - \sin(\alpha)) \rightarrow \text{max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin(2\varphi - \alpha) \rightarrow \text{max}, \text{ при } \varphi \leq 90^\circ$$

$$2\varphi - \alpha = 90^\circ \Rightarrow \varphi = \frac{90 + \alpha}{2} \leq 90^\circ, \text{ т.к. } \alpha \leq 90^\circ$$

$$\boxed{S} = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cos\left(\frac{90 + \alpha}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{90 - \alpha}{2}\right) =$$

$$= \left( \frac{2 \cdot 45^2}{10 \cos^2 30} \cdot \cos 60 \sin 30 \right) \text{ м} = \boxed{135 \text{ м}}$$



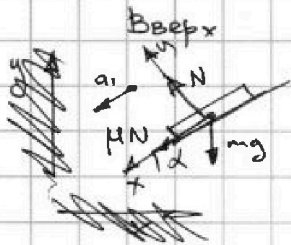
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

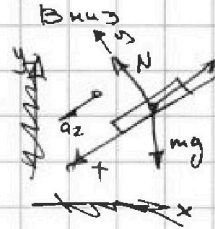
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1) Экстремум на графике = столкновение с упором. ~~Ускорение~~  
Ясно, что коэф. трения наклона данного графика - ускорение. При этом оно зависит от направления движения шайбы (вверх/вниз)



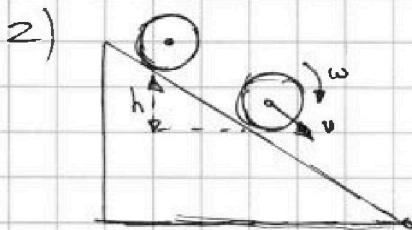
II ЭН:  
 $O_y: N = mg \cos \alpha$   
 $O_x: a_1 = \frac{\mu N + mg \sin \alpha}{m} = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$



$O_y: N = mg \cos \alpha$   
 $O_x: a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu N}{m} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,3$

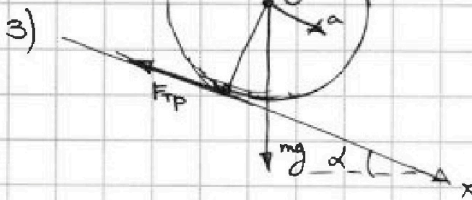
Из графика:  $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$   
 $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$



~~3ЭЭ:  $mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{V^2}{R^2}$~~

3ЭЭ:  $mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{V^2}{R^2} = \frac{3}{4} mV^2$

$V = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot 0,3} \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$



Запишем уравнения, описывающие движение бочки:

$\sum M_O = J_O \beta \Rightarrow F_{тр} \cdot R = \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{a}{R}$

II ЭН:  $O_x: ma = mg \sin \alpha - F_{тр} = mg \sin \alpha - \frac{ma}{2}$

$\frac{3ma}{2} = mg \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{2}{3} g \sin \alpha = 2 \text{ м/с}^2$

4) Чтобы не было проскальзывания:  $F_{тр} \leq \mu N$

$\frac{m \cdot \frac{2}{3} g \sin \alpha}{2} \leq \mu mg \cos \alpha$  ( $N = mg \cos \alpha$  из II ЭН на  $O_y$ )

$\mu \geq \frac{tg \alpha}{3}$

В данном случае  $tg \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,3}{\sqrt{0,91}} \approx 0,31$

$\Rightarrow \mu \geq \sqrt{\frac{1}{91}}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1) 1 мТ на изохоре:  $Q = \Delta U_1 = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2}\right) R \Delta T_1$   
 1 мТ на изобаре:  $Q = A + \Delta U_2 = A \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2}\right) R \Delta T_2 =$   
 $= A + Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$

$$A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = \left(600 \left(1 - \frac{2}{3}\right)\right) D_{He} = 200 D_{He}$$

2)  $Q = C_V \cdot \Delta T_1 \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600 D_{He}}{15 K} = 40 \frac{D_{He}}{K}$

3) На изобаре  $A = p \Delta V = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2$

3-й Поппельева-Клапейрона

Тогда  $Q = \underbrace{\left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2}\right) R \Delta T_1}_{\text{изохора}} = \underbrace{\left(\frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2}\right) R \Delta T_2}_{\text{изобара}} \cdot \nu_{O_2}$

$$\left(\frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} + \frac{5}{2}\right) \Delta T_1 = \left(\frac{5}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} + \frac{7}{2}\right) \Delta T_2$$

Т.к.  $\nu_{He} = \frac{N_{He}}{N_A}$  и  $\nu_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{N_A}$ , то  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}}$

число Авогадро

$$\frac{N_{He}}{N_{O_2}} \left(\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1\right) = \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2$$

$$\frac{N_{He}}{N_{O_2}} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 15 K - 7 \cdot 10 K}{5 \cdot 10 K - 3 \cdot 15 K} = 1$$

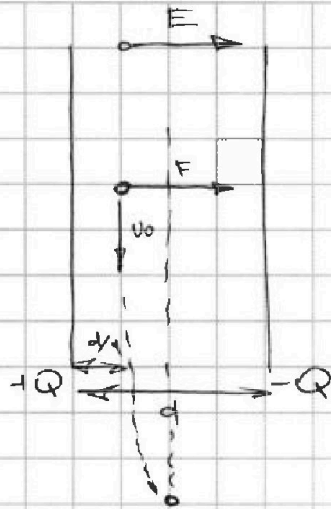


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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



1)  $R_{кр} = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2}{F} \cdot m =$   
 $= \frac{v_0^2}{q \cdot E} \cdot m = \frac{v_0^2}{rE}$   
 $= \frac{v_0^2}{r \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}} = \frac{v_0^2 \epsilon_0 S}{rQ}$

радиус кривизны тр-иц

Ёмкость конденсатора  $C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow$

$\Rightarrow \epsilon_0 S = Cd$

$R_{кр} = \frac{v_0^2 Cd}{rQ}$

2) Т.к. на равном расстоянии от обкладок потенциал 0. То в точке, где находилась частица в нач. момент времени потенциал  $E \cdot \frac{d}{4}$

ЗСЭ:  $\frac{mv_0^2}{2} + q \cdot E \cdot \frac{d}{4} = \frac{mU^2}{2} + q \cdot 0$

$U^2 = v_0^2 + \frac{q}{m} \cdot \frac{Ed}{2} = v_0^2 + r \cdot \frac{Qd}{2\epsilon_0 S} = \frac{1}{C}$

$U = \sqrt{v_0^2 + \frac{rQ}{2\epsilon_0 S}}$



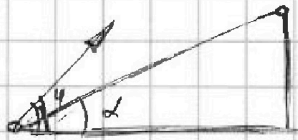


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!



$$\frac{1}{\cos^2 \varphi} = (\operatorname{tg}^2 \varphi + 1)$$

$$\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) = 2 \sin \alpha \cos \beta$$

$$S \cos \alpha = v_0 \cos \varphi \cdot t$$

$$S \sin \alpha = v_0 \sin \varphi \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \varphi \cdot \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \varphi} -$$

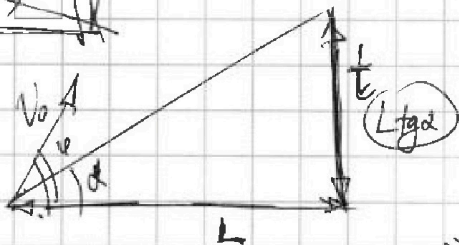
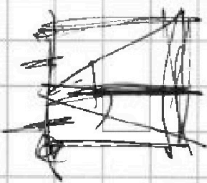
$$- g \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi}$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi - g \cdot \frac{S \cos \alpha}{2 v_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \varphi + 1)$$

$$\frac{S \cos \alpha}{2 v_0^2} \cdot g = \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \varphi + 1}$$

$$\frac{x}{x^2 + 1}$$



$$L = v_0 t \cos \varphi$$

~~$$L \operatorname{tg} \alpha = v_0 t \sin \varphi - \frac{g t^2}{2}$$~~

$$t = \frac{v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{2 \cdot 45^2}{10 \cdot 3} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9^2}{3} = 5 \cdot 27 = 45 \cdot 3 = 120$$

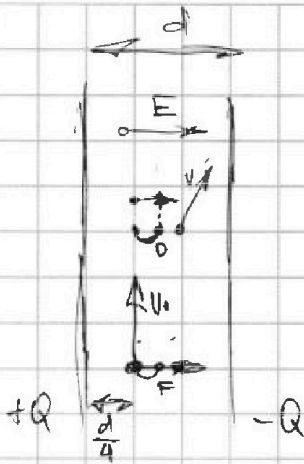


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{d^2}{a}$$

$$Q = \frac{E d}{\cos \alpha} \Rightarrow E d = Q \cos \alpha$$

$$F = E \cdot q = \frac{Q q}{\cos \alpha}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{\cos \alpha} = r_0 \cdot \frac{Q}{\cos \alpha} =$$

$$= r_0 \cdot \frac{Q}{\cos \alpha} = r_0 \cdot \frac{Q}{d}$$

$$R_{\text{кр}} = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2 d}{r_0 Q}$$

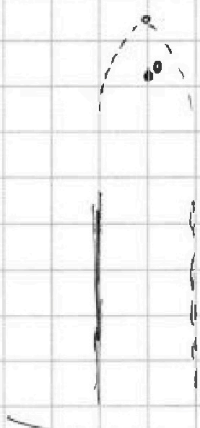
~~$\frac{mv_0^2}{2} = E \cdot \frac{d}{4} = \frac{Q}{\cos \alpha} \cdot \frac{d}{4}$~~

~~$v^2 = v_0^2 + \frac{2qEd}{2m}$~~

$$\frac{mv_0^2}{2} + q \frac{Ed}{4} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2 + \frac{Ed}{2m} = v^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + r_0 \frac{Q}{2d}}$$



Итак:

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

$$O_x: a_1 = \frac{N - mg \sin \alpha}{m} =$$

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

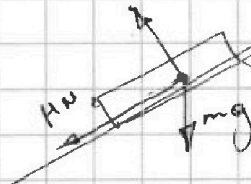
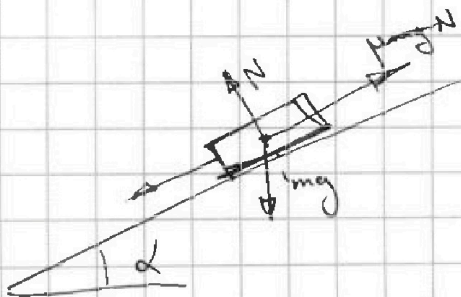
Вверх:

$$a_2 = \frac{N + mg \sin \alpha}{m}$$

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

$$a_2 - a_1 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_2 - a_1}{2g}$$





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

1 НТ: ~~Q = A\_{разд} + \Delta U~~

~~A\_{разд} = Q - \left( \frac{3}{2} \nu\_{He} R \Delta T + \frac{5}{2} \nu\_{O\_2} R \Delta T \right)~~

~~Изохора:~~

При изохорическом  $A = 0 \Rightarrow Q = \left( \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T \right) \Delta T_1$

$\left( \frac{3}{2} \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \right) \Delta T_1 = \frac{Q}{\Delta T_1}$

Изобара:  $Q = A + \Delta U = A + \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2$

$A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 600 \cdot \left( 1 - \frac{19 \cdot 2}{3} \right) = 200 \text{ Дж}$

$Q = C_V \Delta T_2$

$\frac{Q}{\nu_{O_2}} = \left( \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} + \frac{5}{2} \right) R \Delta T_1$

~~$\frac{Q}{\nu_{O_2}} = \frac{A}{\nu_{O_2}} + \left( \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} + \frac{5}{2} \right) R \Delta T_2$~~

~~$\left( \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} + \frac{5}{2} \right) R (\Delta T_1 - \Delta T_2) = \frac{A}{\nu_{O_2}}$~~

~~$\frac{Q - A}{\nu_{O_2}}$~~

3-й НК

$A = p \tilde{V}_1 - p \tilde{V}_2 = p \tilde{V}_1 \left( \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 1 \right)$

$= \tilde{V}_1 p \left( \nu_{He} + \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2$

Изохора:  $Q = \left( \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_1$

$Q = \left( \frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2$

$\nu_{He} = 4$   
 $\nu_{O_2} = 16$

$\nu_{He} = \frac{N_{He}}{N_A}$

$\nu_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{N_A}$

$\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \frac{N_{He}}{N_{O_2}}$



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.

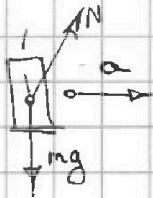
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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.

1.



$$P = N$$

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

$$O_x: N \sin \alpha = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

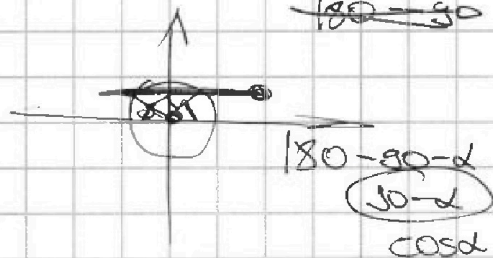
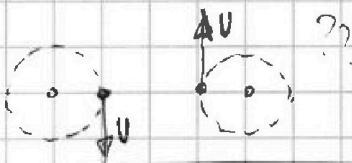
$$N^2 = (mg)^2 + \left(m \frac{v^2}{R}\right)^2$$

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

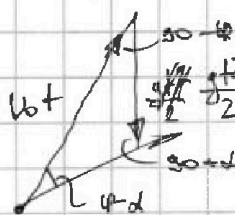
$$\delta = \left( \frac{N}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$100 + \frac{80^4}{800^2} = \frac{(80 \cdot 80)^2}{800^2} + 100 = \frac{(800 \cdot 8)^2}{800^2} + 100 = 164$$



$$\text{при } \varphi = 90$$



$$\frac{v_0 t}{\sin(90+d)} = \frac{gt}{2 \sin(\varphi-d)}$$

$$\frac{v_0}{\cos \alpha} = \frac{gt}{2 \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{gt}{\sin 2\alpha}$$

$$t = \frac{v_0 \sin(90-d)}{g \cos \alpha}$$

$$T_{\max} = \frac{2v_0 \sin(90-d)}{g \cos \alpha} = \frac{2v_0}{g}$$

Если не как склон:

$$T = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{2v_0}{g}$$

$$v = \frac{g T_{\max}}{2}$$

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  
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!

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

$$\begin{aligned} & mR^2 \\ & dm \cdot R^2 \\ & (dm) \end{aligned}$$



y гуська

$$\int_0^R mR^2 =$$

$$\int_0^R 2\pi r \cdot dr$$



$$\frac{m}{n} \cdot R^2$$

$$m \cdot \frac{2\pi R^2 dr}{R^2} = R^2$$

$$\lambda = \frac{m}{L} = \text{масса}$$

$$\int x^{n-1} = \frac{x^n}{n}$$

$$\sum M = J\omega$$

3C): ~~масса~~

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

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = mv^2$$

$$v^2 = \sqrt{gh}$$

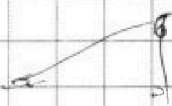
y колыба -  $\lambda R^2$

y гуська

$$\int_0^R \left( \frac{2\pi R dr}{R^2} \cdot m \right) R^2 =$$

$$= m \int_0^R R dr = m \frac{R^2}{2}$$

$\lambda R^2$



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

$$\frac{mv^2}{2}$$



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

$$\frac{mv^2}{2}$$



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

$$\frac{v^2}{R} = 0$$

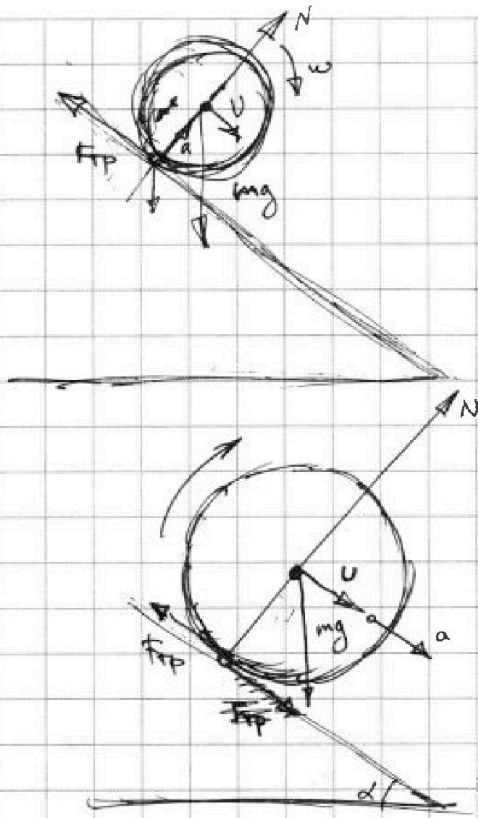


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!



$F_{тр}$

$$\sum M = J \beta$$

$$\sum F = ma$$

$$F_{тр} \cdot R = \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2}$$

$$F_{тр} \cdot R = m v^2$$

$$F_{тр} = m \frac{v^2}{R}$$

$$mg \cos \alpha = N$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{R}$$

$$\frac{dv}{dt} = a$$

$$\sum M = J \beta \rightarrow F_{тр} \cdot R = J \beta = \frac{a}{R} \cdot \frac{mR^2}{2}$$

$$mg \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{тр} = mg \sin \alpha - \frac{ma}{2}$$

$$g \sin \alpha = \frac{3}{2} a \rightarrow a = \left[ \frac{2}{3} g \sin \alpha \right] = \frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 0,3 = 2 \text{ м/с}^2$$

$F_{тр} \leq \mu N$  - без проскальзывания

$$F_{тр} = \frac{ma}{2} = \frac{mg \sin \alpha}{3}$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{3} \leq \mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{\tan \alpha}{3} \leq \mu$$

$$\frac{2}{0,491}$$

0,2

$$2 \cdot \frac{0,1}{0,91}$$

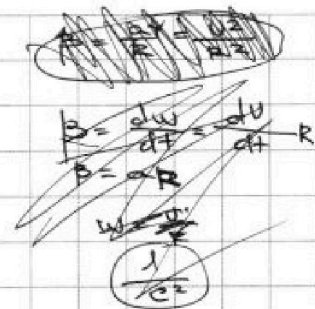
$$\frac{0,91}{100}$$

$$\frac{1}{10 \cdot 0,91}$$

$$\frac{0,1}{\sqrt{0,91}}$$

$$\sqrt{\frac{0,01}{0,91}} = \sqrt{\frac{1}{91}}$$

$$\sqrt{0,01} \cdot 0,01 = 0,1 \cdot 0,1$$



$\mu$  - значение

$$a_1 = a_2$$

$$2\mu g \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{a_1 - a_2}{2g \cos \alpha}$$

~~0,2~~

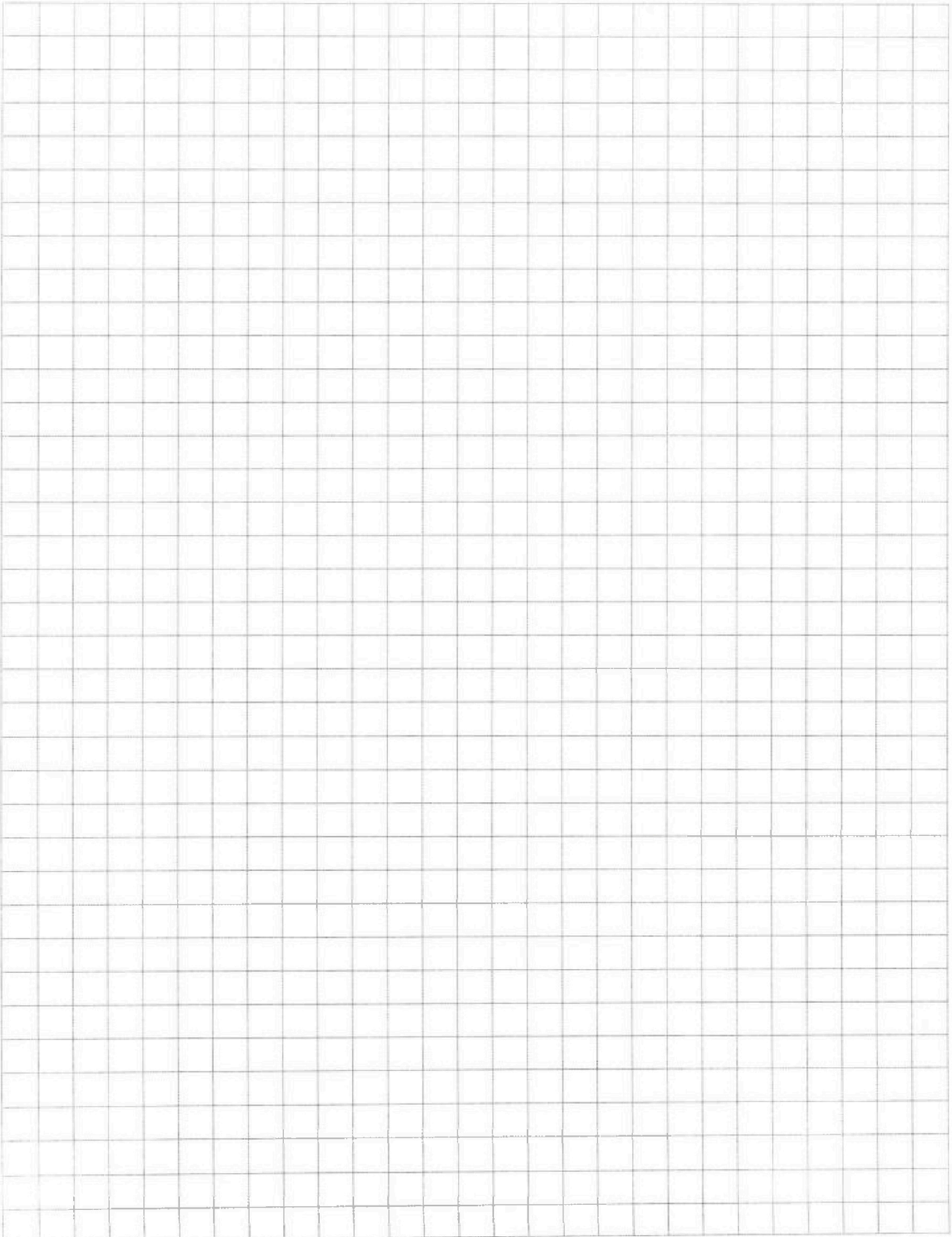


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



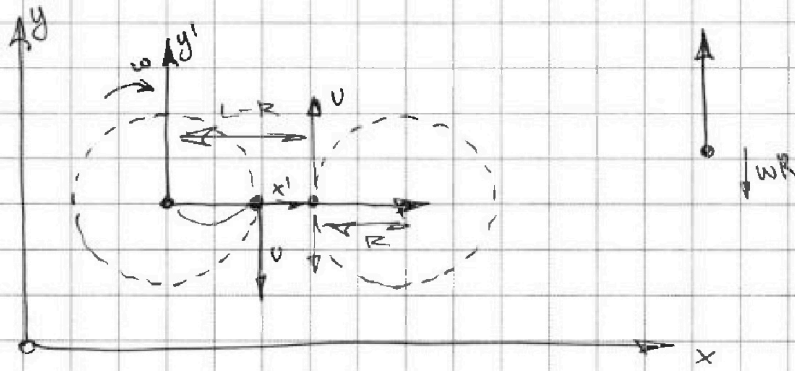


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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