



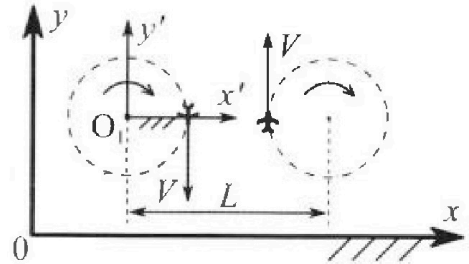
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

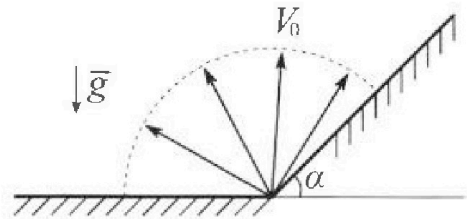


2. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

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.

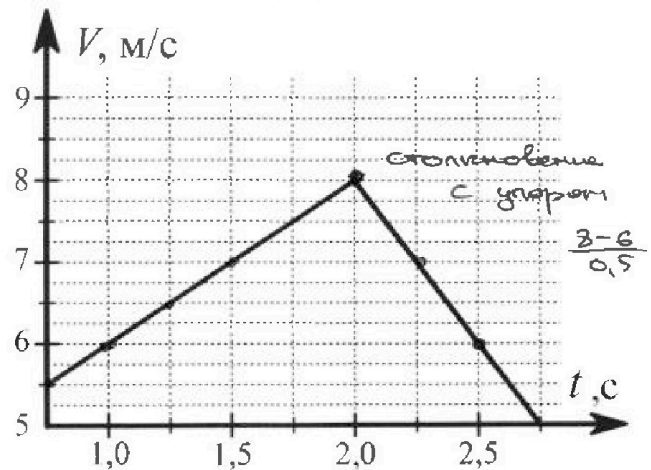
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



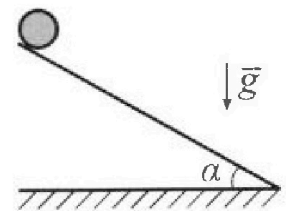
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 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.



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 μ 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?



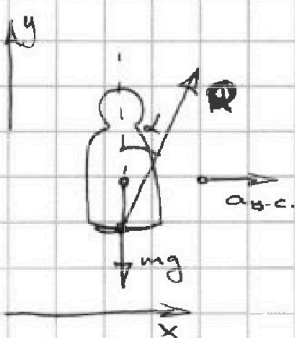
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 ~~нет~~ 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 : $Q \sin \alpha = ma_{\text{ц.с.}} = m \frac{v^2}{R}$

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

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

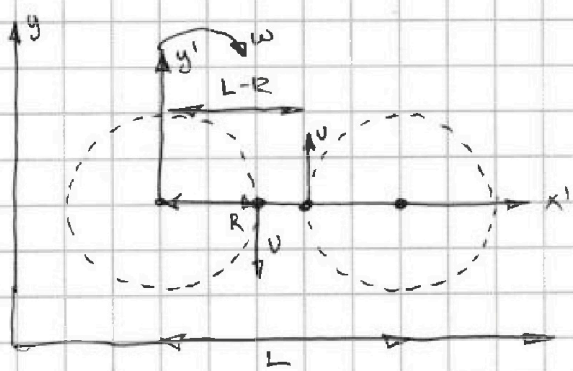
$$\delta = \left(\frac{Q}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

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

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

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

2)



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

$$U - v_0(L-R) = U$$

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

$$U - v_0(L-R) = U - v_0 \frac{L-R}{R} = v_0 \frac{2R-L}{R} = \frac{v}{2}$$

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

$U = \frac{v}{2}$, направленной вниз



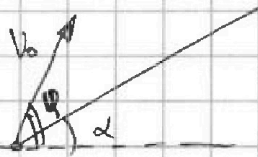
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

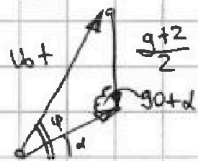
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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:

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

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

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

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

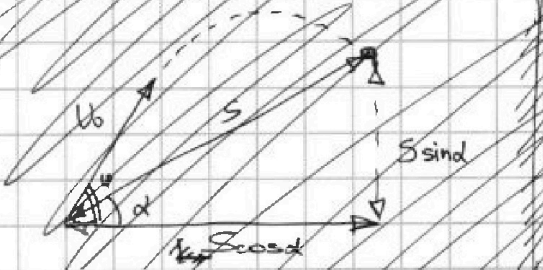
для $\varphi > 90^\circ$

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



~~$S \cos \alpha = V_0 \cos \varphi \cdot t$, где t - время полета~~

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

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

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

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

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



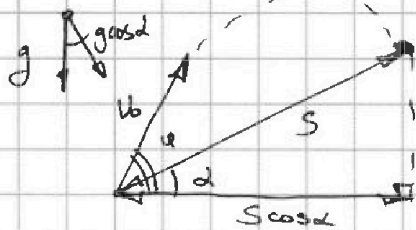
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

2) Найти max. расстояние по горке



Тогда:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



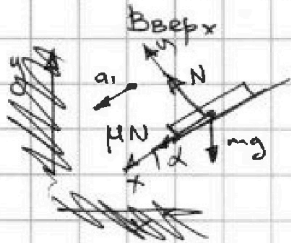
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

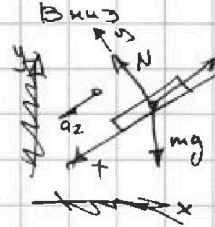
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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)



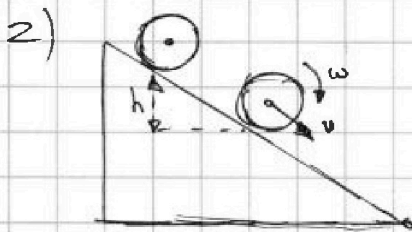
II ЭН:
 $O_y: N = mg \cos \alpha$
 $O_x: a_1 = \frac{\mu N + mg \sin \alpha}{m} = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$



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

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

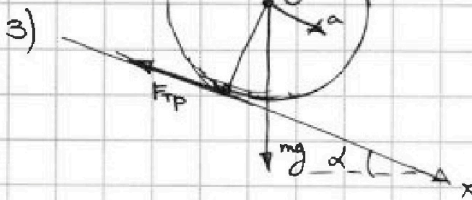
Из графика: $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$
 $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$



~~ЗЭЭ: $mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2}$~~

ЗЭЭ: $mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{3}{4} mv^2$

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



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)

$\mu \geq \frac{1}{3} \tan \alpha$

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

$\Rightarrow \mu \geq \sqrt{0,1}$



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) 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-Кларепрона

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

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

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

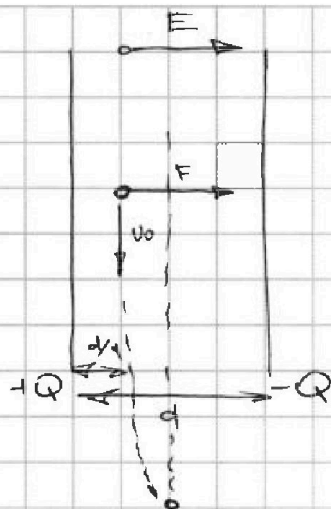


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{rQ}{2C}}$



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.

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!



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

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

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

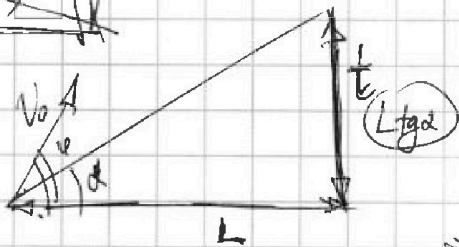
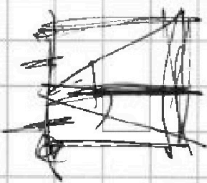
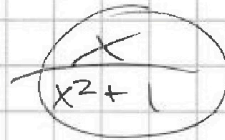
$$S \sin \alpha = v_0 \sin \varphi \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \varphi \cdot \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \varphi} -$$

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

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

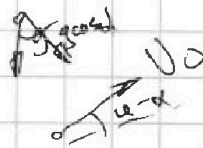
$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi - g \cdot \frac{S \cos \alpha}{2 v_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \varphi + 1)$$

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



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

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



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

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

$$\frac{2 \cdot 45^2}{10 \cdot 3} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9^2}{3} = 5 \cdot 27 = 45 \cdot 3 = 135$$

$$= 120$$

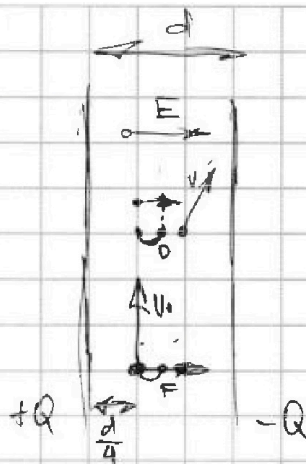


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

$$= r \cdot \frac{Q}{Qd} = r \cdot \frac{Q}{Qd}$$

$$R_{\text{кр}} = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2 Qd}{rQ}$$

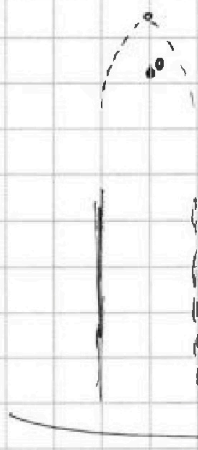
~~$\frac{mv_0^2}{2} = E \cdot \frac{d}{4} = \frac{Q}{\cos \alpha} \cdot \frac{d}{4}$~~

~~$v^2 = v_0^2 + \frac{2Qd}{m \cos \alpha}$~~

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

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

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



Решу:

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

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

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

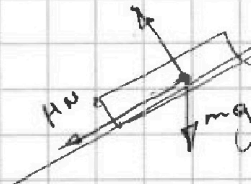
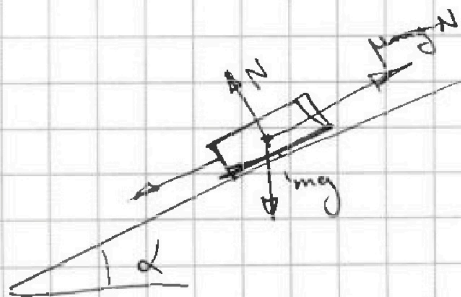
Вверх:

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

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

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

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





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.

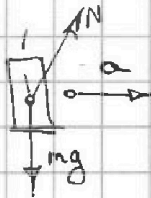
1 2 3 4 5 6 7

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!

Черновики.

1.



$$P = N$$

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

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

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

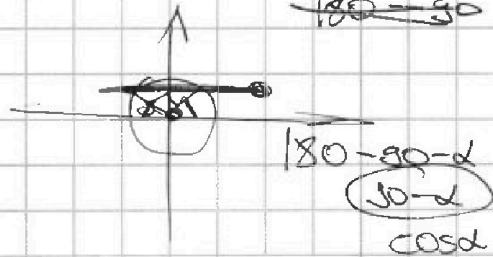
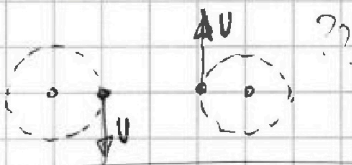
$$N = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

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

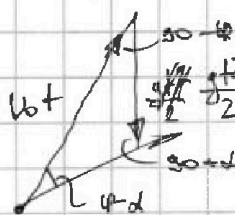
$$= \left(\frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

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

164



$$\text{при } \varphi = 90$$



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

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

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

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

Если не наклон:

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

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

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



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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a rotating body and a falling mass.

Initial Equations:

- $\frac{mR^2}{2}$
- mR^2
- $dm \cdot R^2$
- dm
- $\lambda = \frac{m}{l} = \frac{m}{2R} = \text{massa}$
- $x^{n+1} = \frac{1}{n+1} x^{n+1}$
- $\int x^{n-1} = \frac{x^n}{n}$
- $\int 0^R \lambda \cdot R^2 \cdot dx = \lambda R^2 x = \frac{mR^2}{2}$
- $\sum M = J\beta$
- $\omega = \frac{v}{R}$

Energy Conservation:

- $mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = mv^2$
- $v^2 = \sqrt{gh}$

Moment of Inertia Calculation:

- $J = \int R^2 dm = \int_0^R 2\pi R^2 \lambda R dr = \pi R^2 \lambda \int_0^R r^2 dr = \pi R^2 \lambda \frac{R^3}{3} = \frac{mR^2}{2}$

Final Results:

- $\frac{J\omega^2}{2}$
- $\frac{mv^2}{2}$
- $\frac{mv^2}{2}$
- $\frac{mR^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

Diagrams include a vertical rod of length $2R$ pivoted at the top, a falling mass m , and a circular disk of radius R .

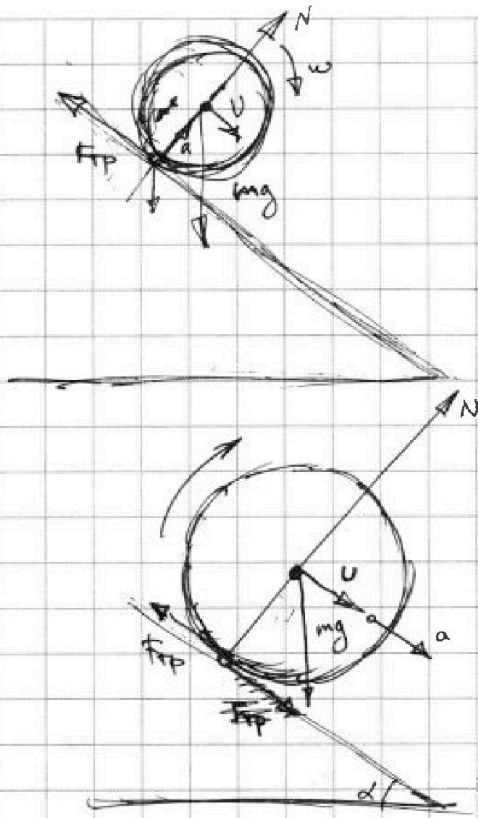


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$F_{тр}$

$$\sum M = J\beta$$

$$\sum F = ma$$

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

$$F_{тр} \cdot R = mv^2$$

$$F_{тр} = m \frac{v^2}{R}$$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

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

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

$$mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{2}{10 \cdot 0,91}$$

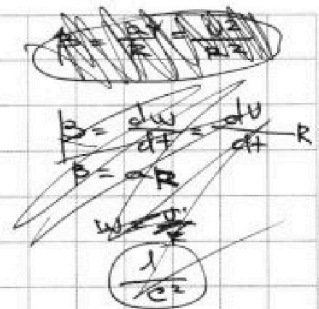
0,2

$$2 \cdot \frac{0,1}{0,91} = 0,01 \quad 0,01 = 0,1 \cdot 0,1$$

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

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

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



μ - значение

$$a_1 = a_2$$

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

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

~~scribbles~~

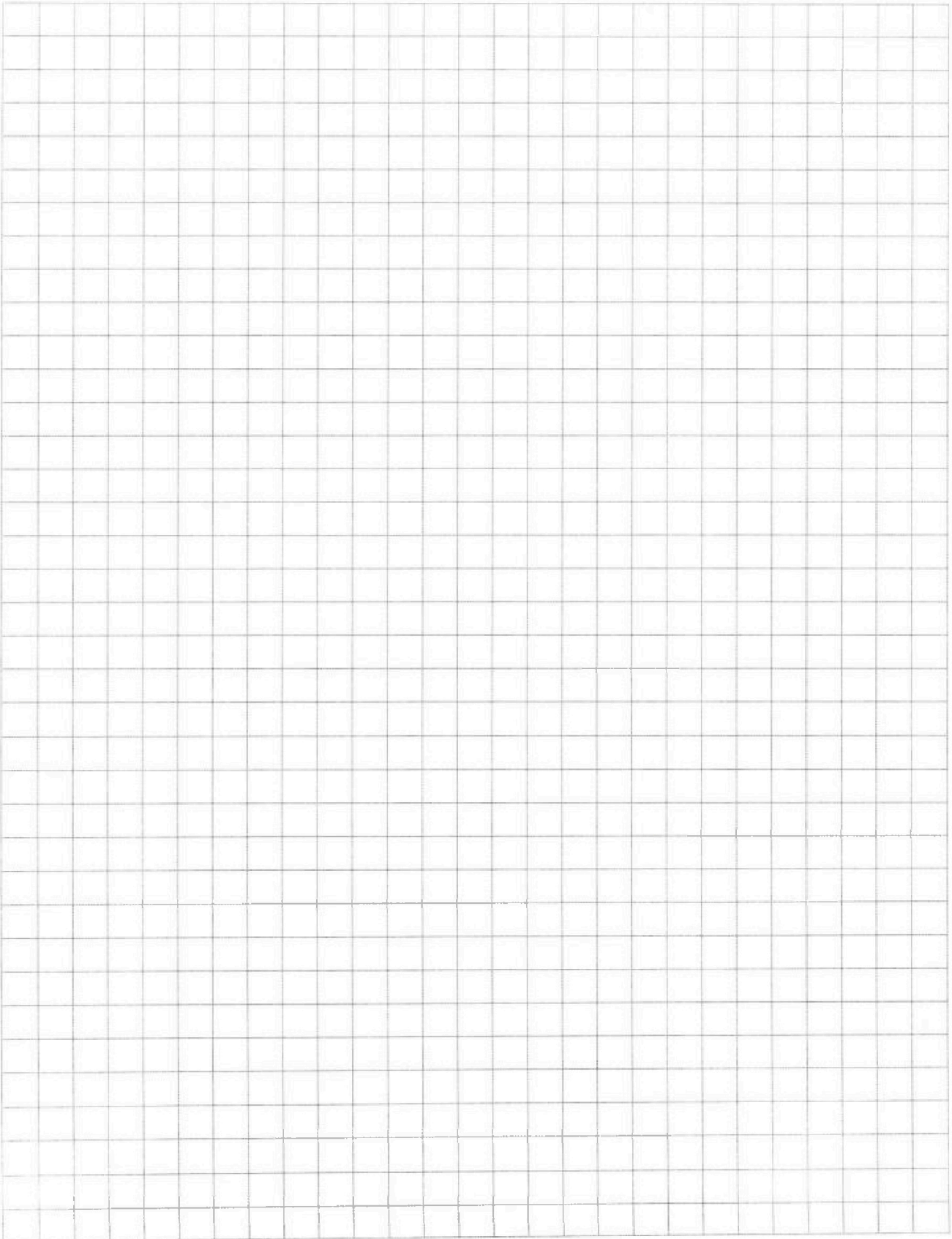


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



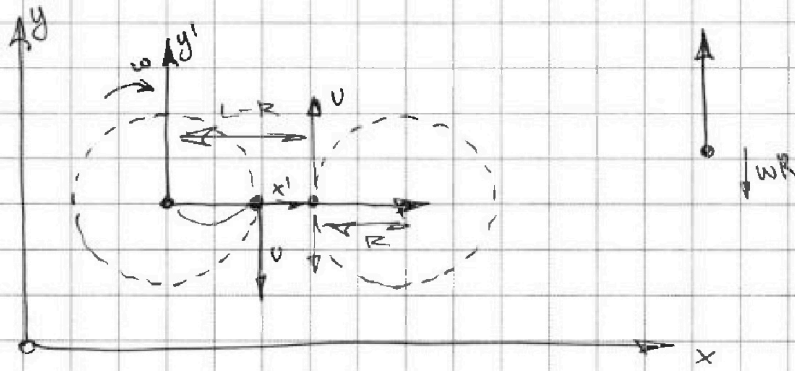


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



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