



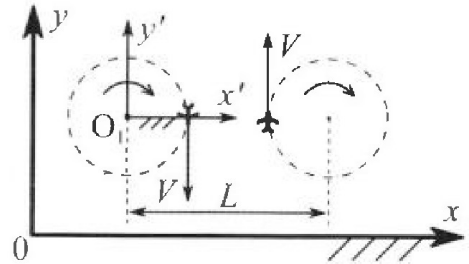
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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/с².

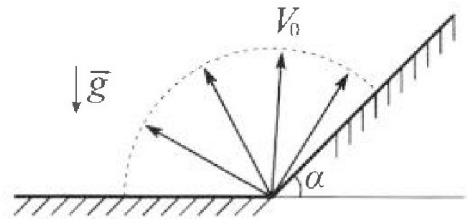


2. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

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.

3. 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 $\vec{U}$.

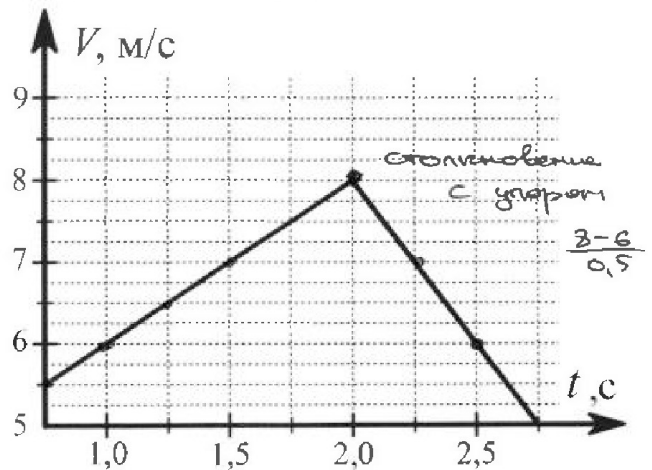
4. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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?

5. 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/с².



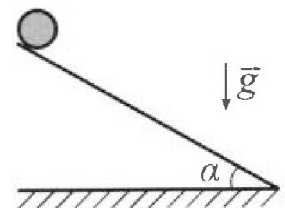
6. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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.

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

8. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

9. 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?



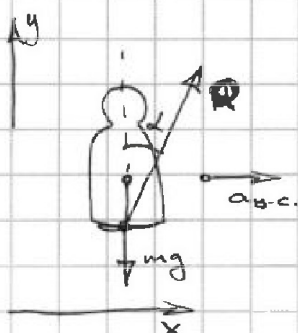
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 ~~на~~ 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.

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

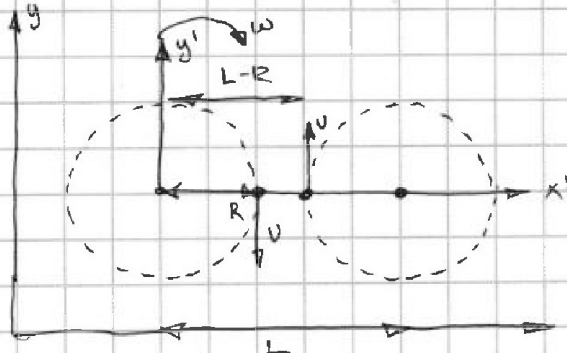
$$\delta = \left(\frac{Q}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

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

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

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

2)



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

$$U - \omega \cdot (L-R) = \cancel{U}$$

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

$$U - \omega \cdot (L-R) = U - U \cdot \frac{L-R}{R} =$$

$$= U \cdot \frac{2R-L}{R} = \cancel{U} - \frac{U}{2}$$

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

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



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.

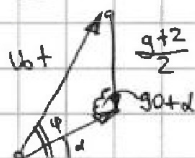
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 горизонтальную пов-ть

1) 1.сн. $\varphi \leq 90^\circ$



По Th. sin в Δ -ке перемены:

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

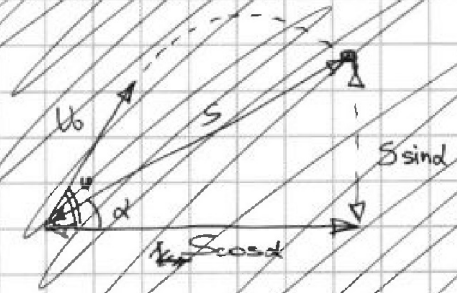
$$t = \frac{2 V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} \rightarrow \text{max} \Rightarrow \Rightarrow \text{т.к. } \varphi \leq 90^\circ, \text{ и } \alpha \leq 90^\circ \text{ и } \alpha = \text{const} \rightarrow \sin(\varphi - \alpha) \rightarrow \text{max} \text{ при } \varphi = 90^\circ \Rightarrow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

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

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

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

$\Rightarrow$ ~~т.к.~~ $\varphi \leq 90^\circ$



$$\begin{aligned} \text{Тогда: } S \sin \alpha &= S \cos \alpha \cdot \tan \varphi - g \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \varphi} = \\ &= S \cos \alpha \tan \varphi - g \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2} (\tan^2 \varphi + 1) \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \\ \tan \alpha &= \tan \varphi - g \cdot \frac{S \cos \alpha}{2 V_0^2} (\tan^2 \varphi + 1) \\ S &= \frac{2 V_0^2 \tan \alpha}{g (\tan^2 \varphi + 1)} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

$$S \sin \alpha = \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \varphi} (\tan^2 \varphi + 1) \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

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

$$S = \frac{2 V_0^2 \tan \alpha}{g (\tan^2 \varphi + 1)}$$



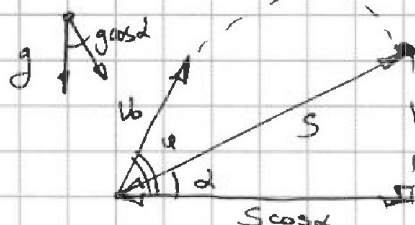
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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.

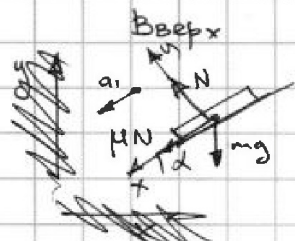
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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. ~~Значит~~
Ясно, что коэф. ~~тр~~ наклона данного графика - ускорение. При
чём оно зависит от направления движения шайбы (вверх/вниз)

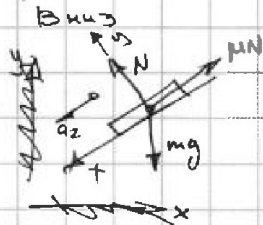


II ЗН:

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

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

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



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

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

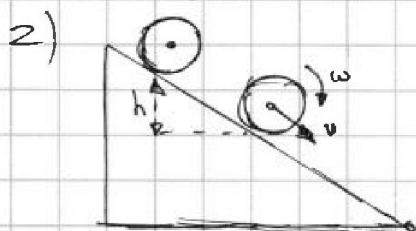
$$= g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

Из графика:

$$a_1 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 2 \text{ м/с}^2$$



$$3\text{ЗЭ: } mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 =$$

$$= \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2}$$

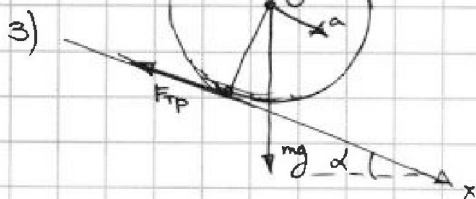
$$3\text{ЗЭ: } mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} =$$

$$= \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} =$$

$$= \frac{3}{4} mv^2$$

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

$$= 2 \text{ м/с}$$



Запишем уравнения, описывающие движение бочки:

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

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

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

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

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

$$\mu \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\text{В данном случае } \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,3}{\sqrt{1-0,09}} \approx$$

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



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 Менделеев-Клапейрон
 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

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

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

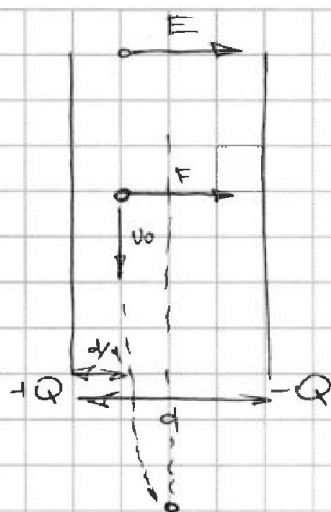


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

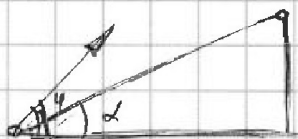


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

$$S \cos \alpha = V_0 \cos \varphi \cdot t$$

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

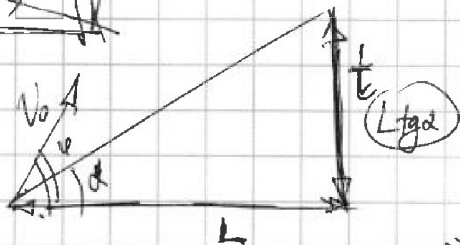
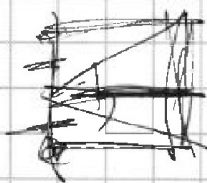
$$- g \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \varphi}$$

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

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

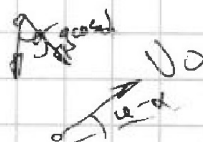
$$\frac{S \cos \alpha}{2 V_0^2} \cdot g = \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \varphi + 1}$$

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



$$L = V_0 t \cos \varphi$$

$$L \operatorname{tg} \alpha = V_0 t \sin \varphi - \frac{g t^2}{2}$$



$$t = \frac{V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

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

$$\frac{2 \cdot 45^2}{10} \cdot 0.4 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 9^2}{3} = 5.27 = 45.3 = 120$$

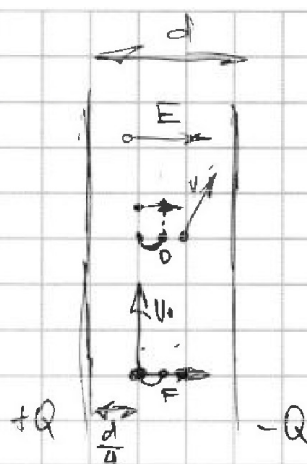


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$Q = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E \cdot d}{d} \Rightarrow \epsilon \epsilon_0 = Qd$$

$$F = E \cdot q = \frac{Qq}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} = r \cdot \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} =$$

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

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

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

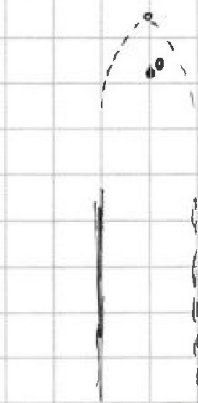
$$v^2 = v_0^2 + \frac{2qEd}{m}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{2Qd}{2m\epsilon \epsilon_0}$$~~

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

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

$$v = \sqrt{v_0^2 + r \cdot \frac{Q}{2\epsilon \epsilon_0}}$$



Решу:

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

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

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

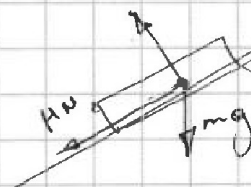
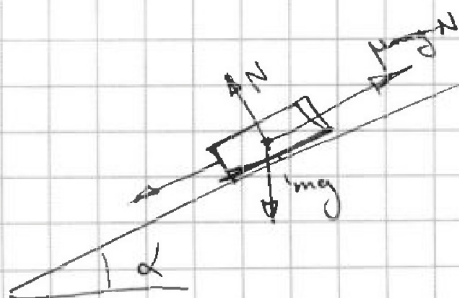
Берем:

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

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

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

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





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~~

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

~~(P, V)~~ Изохора:

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

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

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

$A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 600 \cdot \left(1 - \frac{10 \cdot 2}{3} \right) = 200 \text{ Дж}$

$Q = C_V \Delta T_2$

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

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

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

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

3-й НК

$A = p \tilde{V}_1 - p \tilde{V}_2 = p \tilde{V}_1 - p \tilde{V}_2$

$= \nu_{He} (p \tilde{V}_1 - p \tilde{V}_2) + \nu_{O_2} (p \tilde{V}_1 - p \tilde{V}_2)$

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.

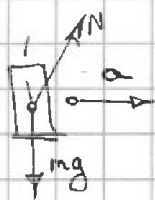
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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.



$$P = N$$

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

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

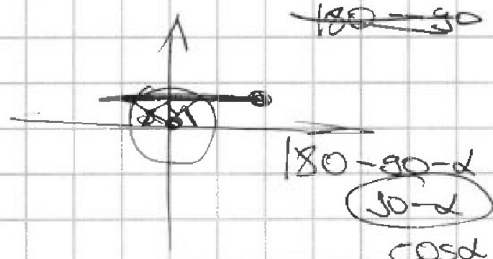
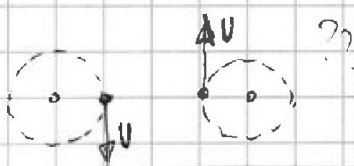
$$N^2 = (mg)^2 + \left(m \frac{v^2}{R}\right)^2$$

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

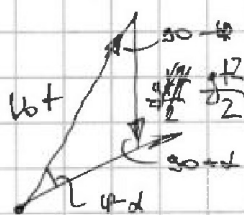
$$\delta = \left(\frac{N}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

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

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



$$\text{при } \varphi = 30$$



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

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

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

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

Если не как слож:

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

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

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



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 disk and a falling mass.

Initial Equations and Diagrams:

- $\frac{mR^2}{2}$ (circled)
- $dm \cdot R^2$ (circled)
- dm (circled)
- Diagram of a disk with radius R and a mass m hanging from a string.
- $y_{\text{гуски}}$ (vertical displacement of the string)
- $\frac{mR^2}{2} =$
- $m \cdot \frac{2\pi R^2 dR}{\pi R^2} \cdot R^2 =$
- $\frac{mR^2}{2}$ (circled)
- $\sum M = J\beta$
- $\omega = \frac{v}{R}$
- $mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = mv^2$
- $v^2 = \sqrt{gh}$

Further Calculations and Diagrams:

- $y_{\text{конца}} = \frac{mR^2}{2}$
- $y_{\text{гуски}}$
- $\frac{2\pi R^2 dR}{\pi R^2} \cdot m \cdot R^2 =$
- $= m \int_0^R R^2 dR = m \frac{R^2}{2}$
- $\frac{J\omega^2}{2}$ (circled)
- $\frac{mv^2}{2}$ (circled)
- $\frac{J\omega^2}{2}$ (circled)
- $\frac{mv^2}{2}$ (circled)
- $\frac{mR^2}{2}$
- $\frac{v^2}{R} = 0$

Diagrams include a triangle, a circle, and a disk with a string.

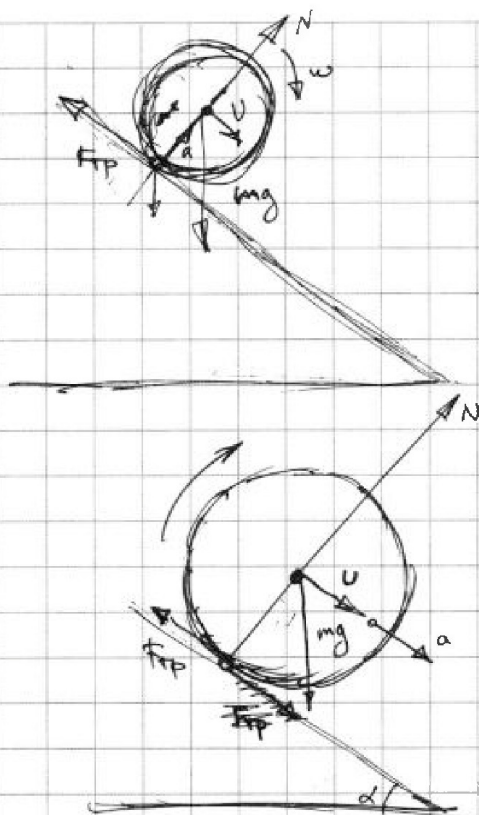


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$F_{тр}$

$$\sum M = J \beta$$

$$\sum F = ma$$

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

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

$$\frac{1}{2}mv^2$$

$$F_{тр} \cdot R = mv^2$$

$$F_{тр} = m \frac{v^2}{R}$$

$$mg \cos \alpha = N$$

$$\frac{dW}{dt} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{dW}{Rdt} = \frac{a}{R}$$

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

$$mg \cos \alpha$$

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

$$g \sin \alpha = \frac{3}{2}a \rightarrow a = \left[\frac{2}{3}g \sin \alpha \right] \cdot \frac{2}{3} \cdot 0.3 = 2 \text{ m/s}^2$$

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

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

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

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

$$\frac{2}{0.91}$$

$$0.2$$

$$2 \cdot \frac{0.1}{0.91}$$

$$\frac{0.91}{100}$$

$$10 \frac{10}{100}$$

$$\frac{0.1}{\sqrt{0.91}}$$

$$\sqrt{\frac{0.01}{0.91}} = \sqrt{\frac{1}{91}}$$

$$0.01 = 0.1 \cdot 0.1$$



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
☐

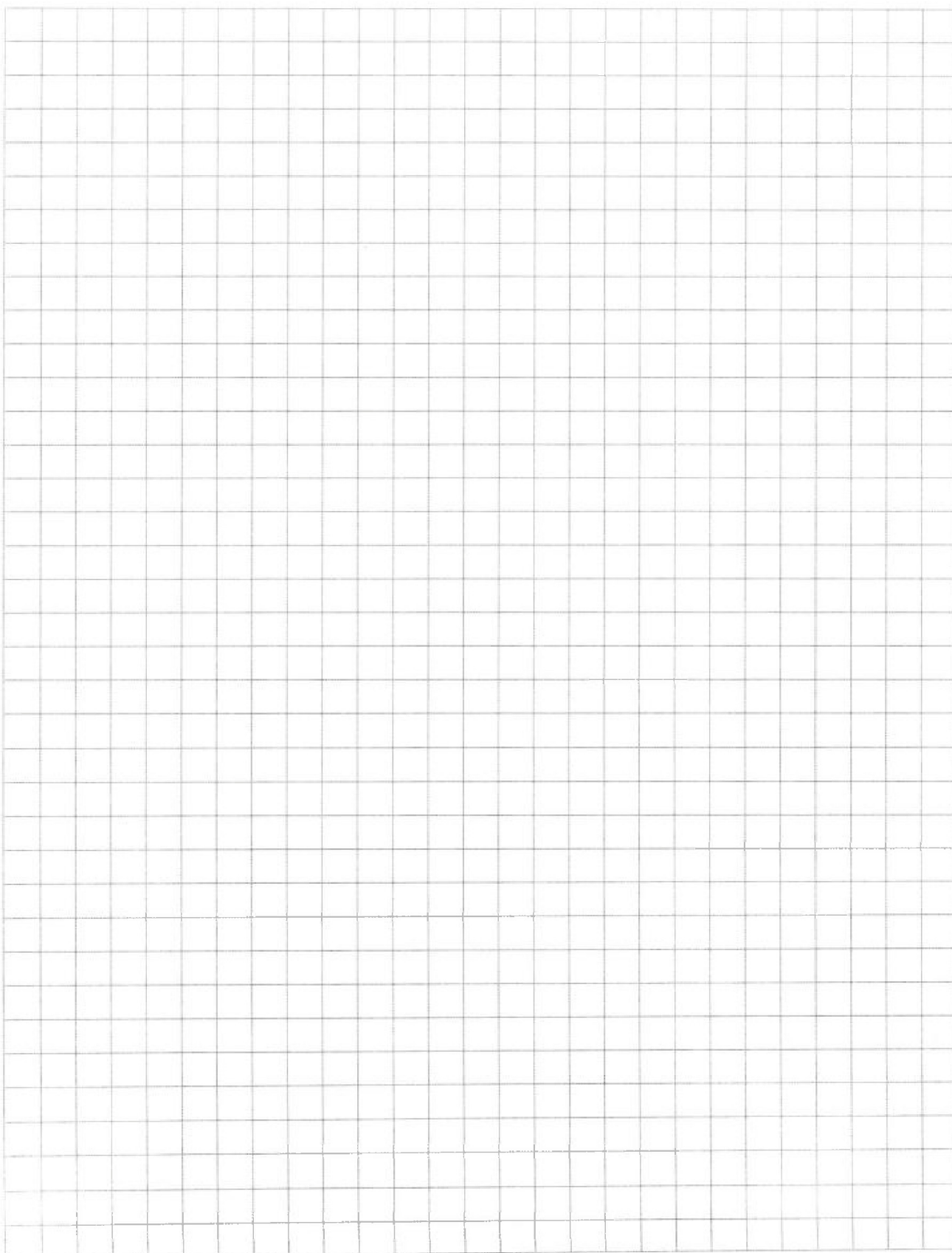
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!



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