



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

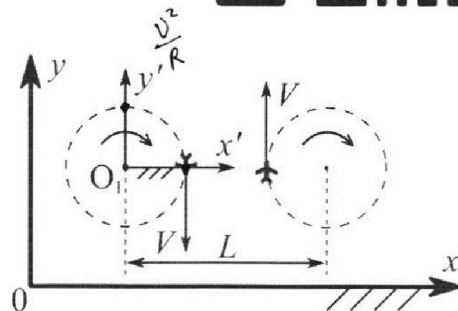
Вариант 10-01

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.

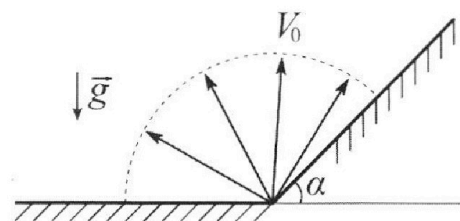
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 2$ 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 $\vec{U}$.

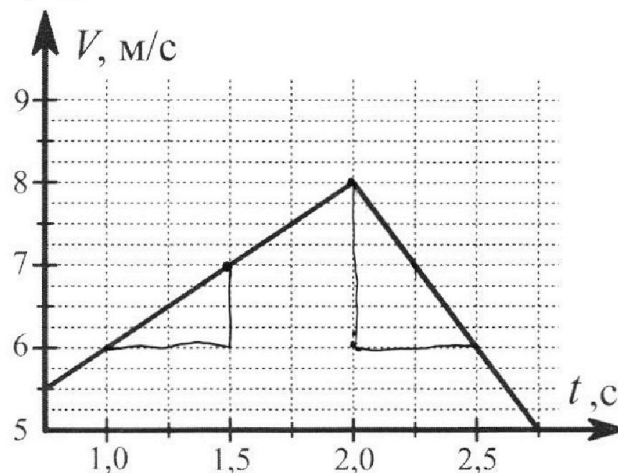
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$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

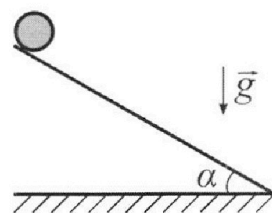
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. 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.

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 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.

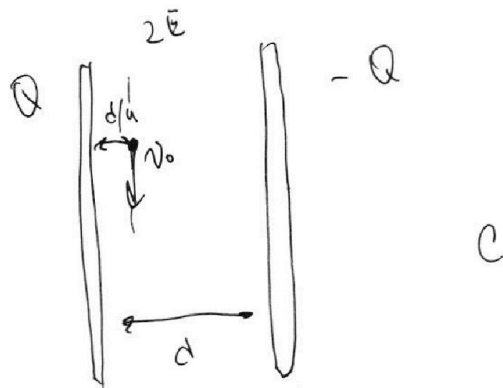
1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

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?

$$a_n = \frac{V_0^2}{R}$$

$$F = ma_n$$





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.



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!

$$v_1 = \omega R_1 = \omega (L - R)$$

и направлена вниз

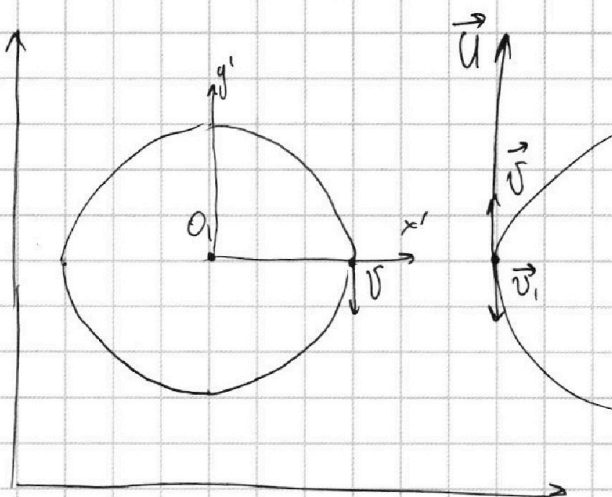
$$v_1 = \frac{v}{R} (L - R) = 0,1 \cdot 1200 =$$
$$= 120 \text{ м/с}$$

U - скорость самолета
в направлении отлета

$$\vec{U} = \vec{v} - \vec{v}_1 =$$

$$U = 200 \text{ м/с}$$

U направлена вертикально ~~вниз~~ вверх



Ответ: 30% ; а $U = 200 \text{ м/с}$ и направлена вертикально вверх



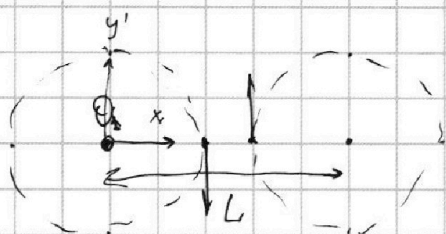
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

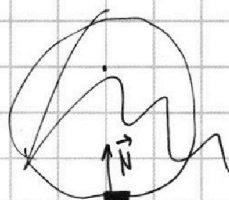
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

y



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



$$V = 80 \text{ м/с} \quad l = 2000 \text{ м}$$

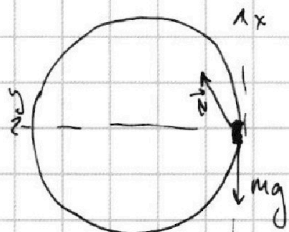
$$R = 800 \text{ м}$$

$$-mg + N = m a_{\text{с.с}} \quad N = \frac{v^2}{R} m + mg$$

$$\vec{P} = -\vec{N} \text{ (по III ЗК)}$$

$$\delta = \left(\frac{v^2}{Rg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{80 \cdot 80}{10 \cdot 800} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$\delta = \left(\frac{P - mg}{mg} \right) \cdot 100\% = \frac{v^2}{Rg} \cdot 100\% = 80\%$$



$$\begin{aligned} \text{по } OY \quad N_y &= m \frac{v^2}{R} \\ \text{по } OX \quad N_x &= mg \end{aligned} \quad \left| \quad N = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} \right.$$

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

$$= \left(\frac{\sqrt{100 + 64}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 39\%$$

② Вращающаяся система отсчета вращается с угловой скоростью ω вокруг точки $\omega = \frac{v}{R} = 91 \text{ рад/с}$; Значит скорость точки, в которой находится второй самолет движется со скоростью v_1



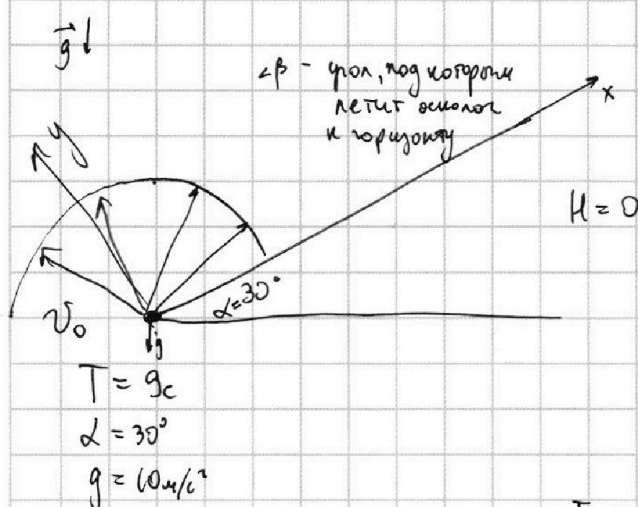
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



$$H = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = 0$$

$$v_0 \sin \beta = \frac{g t}{2}$$

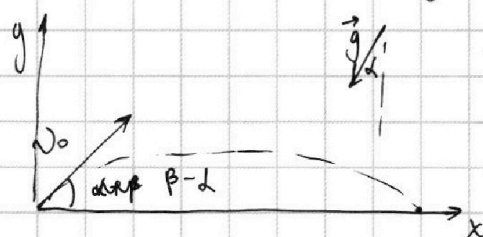
$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g} - \text{максимальное время соотв. полету}$$

$\sin = 1 \quad \beta = 90^\circ$

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

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

Найдем максимальное расстояние ~~по~~ по склону
 Введем оси координат ось x по направлению горки



$$\begin{aligned} -g_x &= g \sin \alpha \\ -g_y &= g \cos \alpha \end{aligned}$$

$$0 = v_0 \sin(\beta - \alpha) - \frac{g \cos \alpha}{2} t$$

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

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

$$S = \frac{v_0 \cos(\beta - \alpha) \cdot 2 v_0 \sin(\beta - \alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 v_0^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin(\beta - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$\cdot \left(\cos 2(\beta - \alpha) - \frac{g \sin \alpha}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \sin(\beta - \alpha) \right) = \frac{2 v_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \left(\sin \beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \cos \beta \right)$$

$$\cdot \left(\sin \beta \cos \beta + \sin \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\sin \beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \cos \beta \right) \right) = \sqrt{\frac{4 v_0^2}{3}}$$



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

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!

$$\text{Пусть } \angle(\beta - \alpha) = \angle \gamma$$

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

$$S' = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \tan \alpha \cdot 2 \sin \beta \right)$$

$$1 - 2 \sin^2 \beta - \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \beta = 0$$

$$2 \sin^2 \beta + \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \beta - 1 = 0$$

$$\text{Пусть } \sin \beta = x$$

$$2x^2 + \frac{2}{\sqrt{3}}x - 1 = 0$$

$$D = \frac{4}{3} + 8 = \frac{28}{3}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{\frac{20 + \sqrt{28}}{24}}$$

$$x_1 = \frac{-\frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{2\sqrt{7}}{\sqrt{3}}}{4} = \frac{\sqrt{7} - 1}{4\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{3} = 3 \sqrt{1 - \frac{2}{9}} \approx$$

$$x_2 = \frac{-\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{2\sqrt{7}}{\sqrt{3}}}{4} = -\frac{\sqrt{7} + 1}{4\sqrt{3}} \text{ не уга. уел.}$$

$$\approx 3 - 3 \cdot \frac{1}{3} \approx \frac{8}{3}$$

$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sqrt{7} - 1}{4\sqrt{3}} \left(\frac{\sqrt{40 + \sqrt{28}}}{4\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{7} - 1}{\sqrt{3} \cdot 4\sqrt{3}} \right) \right) =$$

$$= \frac{2 \cdot 2 \cdot 45^2}{10 \cdot \sqrt{3}} \cdot \frac{\frac{8}{3} - 1}{4\sqrt{3}} \left(\frac{\sqrt{(40 + \frac{8}{3})\sqrt{3}} - (\frac{8}{3} - 1)}{12} \right) = \frac{2 \cdot 2 \cdot 45 \cdot 85}{10 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 3}$$

$$\frac{6,5 \cdot \sqrt{3} - \frac{5}{3}}{12}$$

$$\frac{45 \cdot 25}{10}$$

$$\frac{45 \cdot 5}{2} = 90 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 45 \text{ м/с} \\ S = 90 \text{ м}$$



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
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!

③ V_0 кинематика:

$$S = \frac{V_{0x}^2 - V_0^2}{2a}$$

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

$$a = \frac{V^2 \sin \alpha}{2h} = \frac{4 \cdot 0,3}{2 \cdot 0,3} \text{ м/с}^2 = 2 \text{ м/с}^2$$

④ μ з.к

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

$$F_{\text{тр}} = 2m(g \sin \alpha - a)$$

Чтобы бочка двинулась без проскальзывания $F_{\text{тр}} < \mu N$.

$$2m(g \sin \alpha - a) < 2\mu mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,09} = \sqrt{0,91}$$

$$\mu > \frac{2(g \sin \alpha - a)}{2g \cos \alpha} = \frac{1}{10 \cdot \cos \alpha} > \frac{1}{\sqrt{91}} > \frac{9}{86}$$

$$\sqrt{91} = \sqrt{81 + 10} \approx 9 \sqrt{1 + \frac{10}{81}} \approx 9 + 9 \cdot \frac{10}{81 \cdot 2} \approx 9 + \frac{5}{3} \approx \frac{86}{9}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,3$ $V = 2 \text{ м/с}$ $a = 2 \text{ м/с}^2$ $\mu > \frac{9}{86}$



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

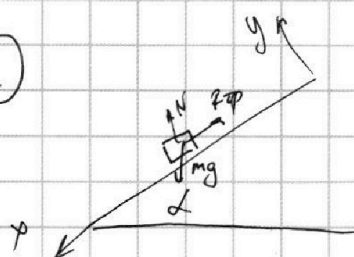
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

1

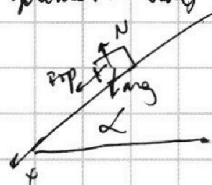


Задачи по ОХ,

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1$$

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

Теперь шайба
движется ~~вниз~~ вверх



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

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

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

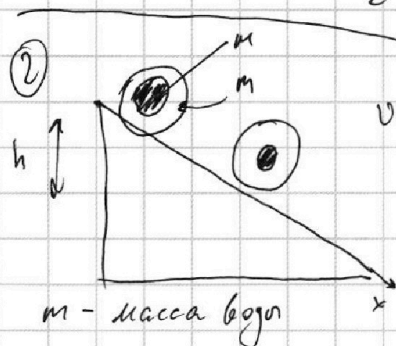
$$a_2 = (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)g$$

из графика!

$$a_1 = \frac{8-6}{21} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2$$

2



$v_0 = 0$

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

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

вода - жидкость,
значит она не
вращается вместе с боковой

ЗСЭ

$$2mgh = E_k$$

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

$$v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,5}{3}} = 2 \text{ м/с}$$

$$\text{По т. Кёнига: } E_k = \frac{2mv^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2}$$

v - скорость центра масс

ω - скорость с которой
вращаются стенки бочки

Бочка вращается без проскальзывания $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \omega = v$



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!

$$Q = 600 \text{ Дж}$$

$$\Delta T_1 = 15 \text{ К}$$

ν_1 - гелий ν_2 - кислород

$$\Delta T_2 = 10 \text{ К}$$

Для углерода:

$$Q = \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1$$

Для углерода:

$$\left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2\right) = \frac{Q}{R \Delta T_1}$$

$$p_0 V = \nu_2 R \Delta T_2 (\nu_1 + \nu_2)$$

$$p_0 V = \nu_2 R \Delta T_2$$

$$Q = A + \Delta U_2 = p_0 V + \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 =$$

$$= (\nu_1 + \nu_2) R \Delta T_2 + R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2\right) = \frac{600}{R \cdot 15} = \frac{40}{R}$$

$$A = Q - \Delta U_2 = Q - R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2\right) =$$

$$= Q - \frac{Q R \Delta T_2}{R \Delta T_1} = Q - Q \frac{T_2}{T_1} = 600 \left(1 - \frac{2}{3}\right) =$$

$$(\nu_1 + \nu_2) C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = 40$$

$$= 200 \text{ Дж}$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{A}{R \Delta T_2} = \frac{200}{R \cdot 10} = \frac{20}{R}$$

$$C_V = \frac{Q R \Delta T_2}{\Delta T_1 A} = \frac{600 \cdot R \cdot 15 \cdot 10}{200 \cdot 40 \cdot 15} = 2R$$

$$\begin{cases} \nu_1 + \nu_2 = \frac{20}{R} \\ \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 = \frac{40}{R} \end{cases}$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 = 2 \nu_1 + 2 \nu_2$$

$$\frac{1}{2} \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1 \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} = 1$$

$$\frac{N_r}{N_A} = \nu_1 \quad \left(\begin{array}{l} \text{6 атомов углерода} \\ \text{62 раз больше, чем} \\ \text{атомов He} \end{array} \right)$$

$$\frac{N_K}{N_A} = \nu_2$$

$$\frac{N_r}{N_K} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 1 \Rightarrow \frac{N_r}{N_K} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $A = 200 \text{ Дж}$ $C_V = 2R$ $\frac{N_r}{N_K} = \frac{1}{2}$



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 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!

$$\lambda = \frac{q}{m} > 0$$

$$\frac{Q}{-Q}$$

$$\frac{C}{d}$$

$$\frac{V_0}{d/4}$$

$$\frac{d}{4}$$

$$\frac{d}{4}$$

$$\frac{d}{4}$$

$$\vec{F}_{ЭН} = m \vec{a}_n$$

$$\vec{F}_{ЭН} = m \vec{a}_n$$

$$F_{ЭН} = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$R = \frac{m v_0^2}{F_{ЭН}} = \frac{m v_0^2}{Q C} = \frac{v_0^2}{\lambda C}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + Q C \cdot \frac{d}{2} = \frac{m v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \lambda C d}$$

$$\text{Или: } R = \frac{v_0^2}{\lambda C}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \lambda C d}$$

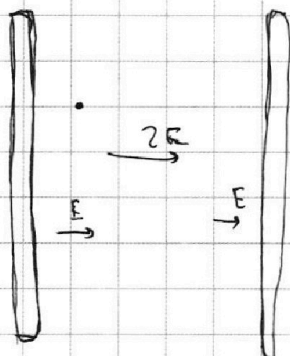


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$(v_1, v_2) R_0 T$$

$$C_1 C_2$$

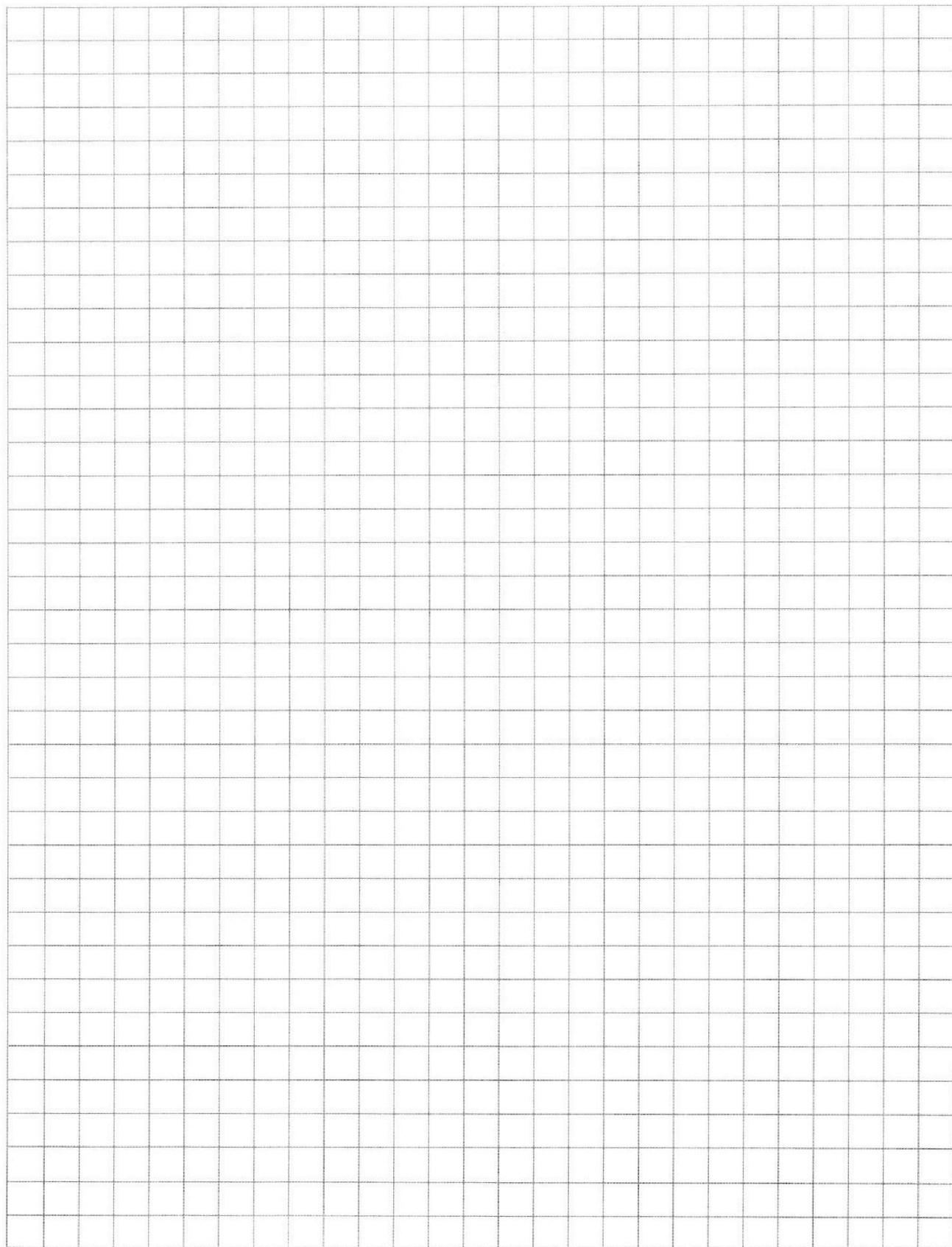


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
☐

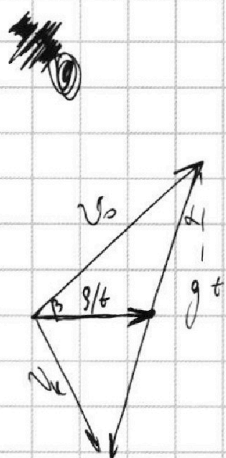
5
☐

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!



$$\frac{\sqrt{7}-1}{4\sqrt{3}} = \sin \beta \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cos \beta$$

$$S/t = v_0 \cos \beta - \frac{1}{2} g t \sin \beta$$

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

$$\left(\frac{10 \cdot 80}{800} \right)^2 \quad \textcircled{16} \quad 64$$

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

$$S = v_0 \cos \beta \cdot 2 v_0$$

$$\frac{128}{3}$$

$$\approx \sqrt{12}$$

$$36 + 6$$

$$6 \sqrt{1 + \frac{1}{6}} \approx 6 + 8 \cdot \frac{1}{2 \cdot 6} = 6,5$$

$$6,5 \cdot 1,7 = \frac{5}{3}$$

$$6,5 \cdot 1,7 = 1,2$$

$$\begin{array}{r} 513 \\ 21 \overline{) 1061} \\ \underline{42} \\ 20 \\ \underline{18} \\ 2 \end{array} \quad 0,6 \checkmark$$



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!

>

1000)

$$(\sin \alpha \cdot \cos \beta)' = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

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

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

$$\sin(60 - 30) = \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\sin(90 - 0) = 1 = 1 \cdot 1 - 0 - 0$$

$$F_{TP} + 2mg \sin \alpha = 2ma$$

$$\sin \beta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \beta$$

$$F_{TP} < \mu N$$

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

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

$$\sin \beta \cos \beta + \sin \alpha \cos \alpha$$

$$90 - 0 = 0$$

$$60 - 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$1 - \frac{7 - 2\sqrt{7} + 1}{16 \cdot 3} = 9 \quad \frac{16 \cdot 3}{48} \quad \frac{48 - 8 + 2\sqrt{7}}{48} = \frac{40 + 2\sqrt{7}}{48}$$

$$\sqrt{91} = \sqrt{81 + 10} = 9 \sqrt{1 + \frac{10}{81}}$$

$$(1+x)^2 = 1+2x = 9 \left(\frac{2}{3}\right)$$