



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

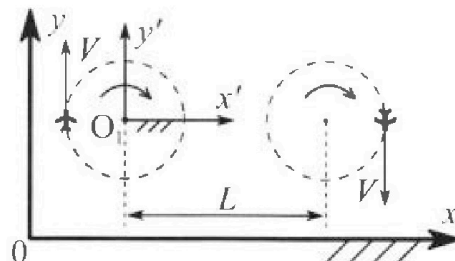
Вариант 10-04

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 $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R=500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

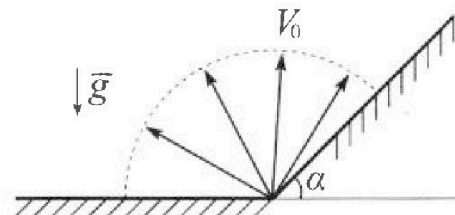
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

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. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5$ с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

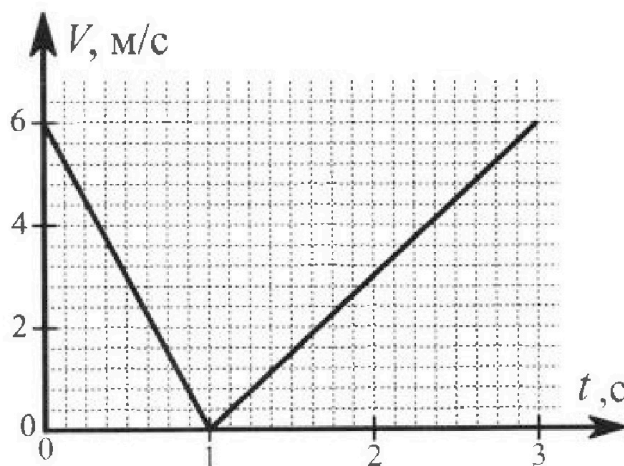


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

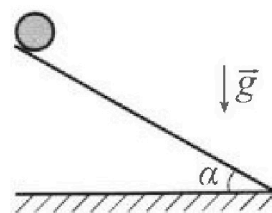
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 в $n=4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=1,5$ 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 10-04



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m — масса частицы.

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?



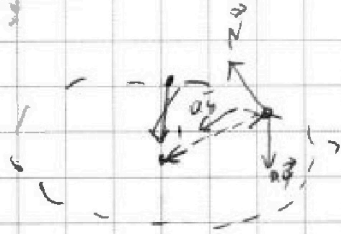
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

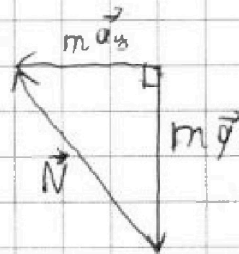
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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 1.



$$m \vec{a}_y = \vec{N} + m \vec{g}$$



$$N^2 = m^2 g^2 + m^2 a_y^2$$

$$N = m \sqrt{g^2 + a_y^2}$$

$$N = m g \sqrt{g^2 + a_y^2}$$

$$\frac{N}{m g} = \frac{\sqrt{g^2 + a_y^2}}{g}$$

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

$$\frac{N}{m g} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} = \frac{\sqrt{100 \frac{\mu^2}{\text{с}^4} + \frac{100^4 \frac{\mu^4}{\text{с}^4}}{500^2 \mu^2}}}{10 \frac{\mu}{\text{с}^2}} = \frac{\sqrt{500 \frac{\mu^2}{\text{с}^4}}}{10 \frac{\mu}{\text{с}^2}} = \sqrt{5}$$

$$\text{Ответ: } \frac{N}{m g} = \sqrt{5}$$



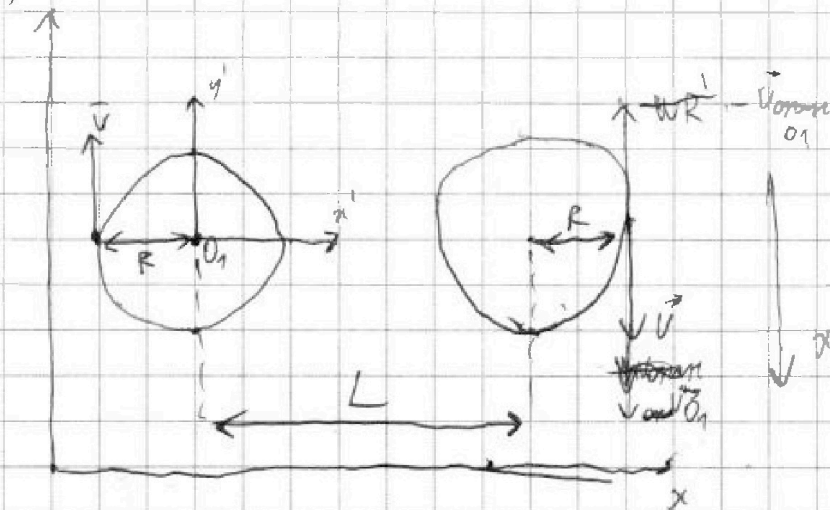
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



→ найдем скорость центра масс относительно точки O_1 с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$

$$v_{O_1} = \omega R' \quad v_{O_1} = \omega(L+R) \quad v$$

$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_{O_1} \quad \vec{u} = \vec{v} - \omega(L+R) = v - \frac{v(L+R)}{R}$$

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

$$u = v_{O_1} - v = v \frac{L+R}{R} - v = v \frac{L}{R}$$

$$u = v \frac{L}{R} = 700 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{750 \text{ м}}{500 \text{ м}} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: u направлена по оси y' ($u = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)

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.

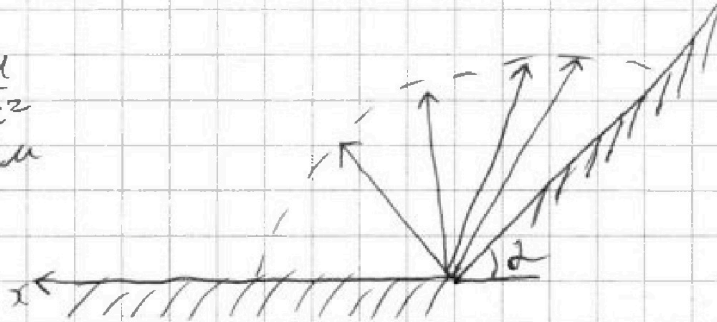


1 2 3 4 5 6 7

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!

№2
1. $T = 5 \text{ с}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $S = 100 \text{ м}$



количество полетов при броске на горизонтальную поверхность
 $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ $\sin \alpha \in [-1; 1]$, значит $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$
 при $\sin 2\alpha = 1$ $2 < 90^\circ$

С другой стороны $L_{\max} = v_0 x = T$

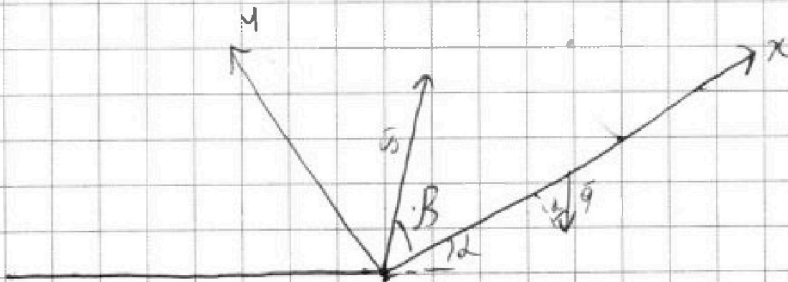
значит $2 = 45^\circ$
 $v_0 x = v_0 \cos \alpha_{\max} =$
 $= \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$

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

$$v_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} g T = 25 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = 25 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.



$$Ox: x = v_0 \cos \alpha t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2}$$

$$Oy: 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$$



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
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!

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

$$S = L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha B}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha B}{g^2 \cos^2 \alpha} \quad (1)$$

$$L(B) = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha B}{g \cos \alpha} - \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha B \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha}$$

$$L'(B) = \frac{v_0^2 \cos 2\alpha B \cdot (2\alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha} \cdot 2 \sin \alpha B \cdot \cos \alpha B$$

$$L'(B) = 0 \quad + \frac{2v_0^2 \cos 2\alpha B}{g \cos \alpha} = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha} \sin 2\alpha B$$

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

$$\tan \alpha B = \tan \alpha \quad (2)$$

Отсюда можно решить уравнение из предыдущего

(1) и (2) и найти значение



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!

$$C_p = \frac{Q}{(V_1 + V_2) \Delta T_2}$$

$$\frac{2Q}{\Delta T_1 R} = 3V_1 + 5V_2$$

$$F_{21} = \frac{E_2}{q}$$

$$C_p - C_v = R$$

$$C_v$$

$$\varphi = \frac{2ZSh}{2ZD}$$

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

$$\Delta T_1 = F_{21} \Delta T_2 \quad Q_c \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{2}{R} \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right)$$

$$\varphi = \frac{2ZSh}{2ZD}$$

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

Анализ

$$C_v = \frac{Q}{(V_1 + V_2) \Delta T_1} = \dots$$

$$C_p = \frac{Q}{(V_1 + V_2) \Delta T_2}$$

$$C_p \Delta T_1 = A + \dots$$

$$\frac{2Q_c}{\Delta T_1 R} = 3V_1 + 5V_2$$

$$\frac{C}{\Delta T_1}$$

~~...~~



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 4

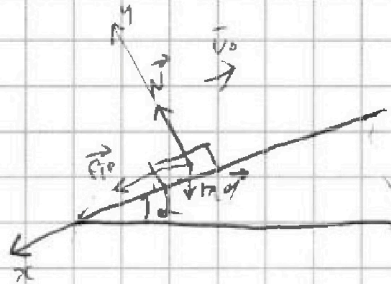
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

13. первый ступень

$= R$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1. \sin \alpha = ?$$



$$|a_1| = \frac{dv_1}{dt_1} = + \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1 \text{с}} = + 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

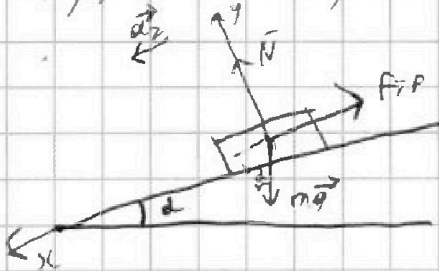
$$a_2 = \frac{dv_2}{dt_2} = \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2 з. скорость для первого участка по условию

$$O_{x1}: mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_1 \quad O_y: mg \cos \alpha = N$$

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

$$g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_1 \quad (1)$$



$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$O_{x2}: mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma_2 \quad O_y: mg \cos \alpha = N$$

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

$$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_2 \quad (2)$$

$$\begin{cases} g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_1 \\ g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_2 \end{cases}$$

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 4

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

$$\begin{cases} \frac{a_1}{g} = \mu \cos \alpha + \sin \alpha \\ \frac{a_2}{g} = -\mu \cos \alpha + \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mu \cos \alpha = \frac{a_1}{g} - \sin \alpha \\ \mu \cos \alpha = \sin \alpha - \frac{a_2}{g} \end{cases}$$

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

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{9}{20} = 0,45 \quad \text{Откуда: } \sin \alpha = 0,45$$

Из данной системы уравнений можно
найти коэф. трения μ

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!

Второй отток γ
 $mB = 4\pi d = \pi m d$

30) учитываем кин. энергию. Вспомогат.
 $E_k + E_{k0} + E_{k\gamma} + A_{тр} = E_{k02} + E_{k\gamma 2} + E_{k2}$
 $mgh + \frac{mv^2}{2} + \frac{jW^2}{2} + A_{тр} = mgh + \frac{mv_2^2}{2} + \frac{jW_2^2}{2}$

$j = \mu R^2$
 $W = U = \frac{m_0}{R}$
 $m_0 = mB + m\delta = \pi r + \pi m d$
 $m_0 = \frac{m v_2^2}{g}$

2. $h = 1,5 \text{ м}$

$A_{тр} = F_{тр} \cdot \sigma \cdot \cos \alpha = -F_{тр} \cdot \sigma =$
 $= -\frac{F_{тр} h}{\sin \alpha}$

$\sin \alpha = \frac{h}{R}$
 $R = \frac{h}{\sin \alpha}$

0y: $m_0 g \cos \alpha = N$
 0x: $m_0 g \sin \alpha = F_{тр}$
 $F_{тр} = \mu N$

$F_{тр} = \mu m_0 g \cos \alpha$

$A_{тр} = \frac{\mu m_0 g \cos \alpha h}{\sin \alpha}$

$m_0 g h + m_0 v_0^2 + A_{тр} = m_0 v_2^2$
 $m_0 g h + \mu m_0 g \cot \alpha h = m_0 v_2^2$
 $g h (1 + \mu \cot \alpha) = v_2^2$

$v_2 = \sqrt{g h (1 + \mu \cot \alpha)}$ м/с. Но так как α неизвестно, найдем μ из условия задачи, используя найденный в первом оттоке коэффициент трения $\mu = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2g \cos \alpha}$



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
4 ИЗ 4

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

$$\begin{aligned}
 V_2 &= \sqrt{gh(1 + \mu \tan \alpha)} = \sqrt{gh \left(1 + \frac{a_1 - a_2}{2g \cos \alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right)} = \\
 &= \sqrt{gh \left(1 + \frac{a_1 - a_2}{2g \sin \alpha} \right)} = \sqrt{10 \frac{\mu}{c^2} \cdot 1,5 \mu \cdot \left(1 + \frac{6 \frac{\mu}{c^2} - 3 \frac{\mu}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{\mu}{c^2} \cdot 0,45} \right)} = \\
 &= \sqrt{15 \frac{\mu^2}{c^2} \cdot \left(1 + \frac{3}{9} \right)} = \sqrt{15 \frac{\mu^2}{c^2} \cdot \frac{4}{3}} = \sqrt{20 \frac{\mu^2}{c^2}} = 2\sqrt{5} \frac{\mu}{c}
 \end{aligned}$$

3. Заменим z z -плотностью
 Ответ: $V_2 = 2\sqrt{5} \frac{\mu}{c}$

$\text{Ox: } mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma \quad mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$

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

$$a = g \sin \alpha - \frac{a_1 - a_2}{2} = 10 \frac{\mu}{c^2} \cdot 0,45 - \frac{6 \frac{\mu}{c^2} - 3 \frac{\mu}{c^2}}{2} = 3 \frac{\mu}{c^2}$$

Ответ: $a = 3 \frac{\mu}{c^2}$



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
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!

из уравнения (1)

$$\frac{2Q}{R_0 T_1} = 3U_1 + 5U_2$$

Пусть $\frac{U_1}{U_2} = x$

$$\frac{2Q}{R_0 T_1 U_2} = 3x + 5 \cdot (3)$$

из уравнения (2)

$$Q = A \cdot R_0 T_2 \left(\frac{3}{2} U_1 + \frac{5}{2} U_2 \right)$$

$$A = R_0 U = R_0 U_1 + R_0 U_2$$

$$R_0 U = U_1 R_0 T_2$$

$$= (U_1 + U_2) R_0 T_2 \quad R_0 U = (U_1 + U_2) R_0 T_2$$

$$Q = (U_1 + U_2) R_0 T_2 + R_0 T_2 \left(\frac{3}{2} U_1 + \frac{5}{2} U_2 \right)$$

$$\frac{Q}{R_0 T_2} = \frac{5}{2} U_1 + \frac{7}{2} U_2$$

$$\frac{2Q}{R_0 T_2 U_2} = 5x + 7 \quad (4)$$

Ищем корни (3) и (4) одновременно x

$$\frac{5x + 5}{5x + 7} = \frac{3x + 5}{3x + 7}$$

$$5x + 5 \cdot (3x + 7) = 3x + 5 \cdot (5x + 7)$$

$$x(15 + 7) = 3x + 5(5x + 7)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = x = \frac{5 \cdot 0 T_1 - 7 \cdot 0 T_2}{5 \cdot 0 T_2 - 3 \cdot 0 T_1} = \frac{10K}{20K} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$



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 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!

№4.
 $Q_c = 2320 \text{ Вт}$
 $\sigma T_1 = 58 \text{ К}$
 $\sigma T_2 = 40 \text{ К}$

1. Q \rightarrow Найти температурный коэффициент для изохорического

$$Q = A + \alpha U \quad Q = \frac{3}{2} U_1 R \sigma T_1 + \frac{5}{2} U_2 R \sigma T_1 = R \sigma T_1 \left(\frac{3}{2} U_1 + \frac{5}{2} U_2 \right) \quad (1)$$

1. Найти температурный коэффициент для изохорического процесса

$$Q = A + \alpha U = A + R \sigma T_2 \left(\frac{3}{2} U_1 + \frac{5}{2} U_2 \right) \quad (2)$$

$$A_{вн} = -A_{вн} \quad Q = -A_{вн} + \frac{Q \sigma T_2}{\sigma T_1}$$

$$(A_{вн}) = Q \left(1 - \frac{\sigma T_2}{\sigma T_1} \right) = 2320 \text{ Вт} \cdot \frac{18}{58} = \frac{2320 \cdot 18}{58} = \frac{2320 \cdot 9}{29} = \frac{20880}{29} \text{ Вт}$$

Ответ: $A_{вн} = \frac{20880}{29} \text{ Вт}$

2. $C_p = \frac{Q}{\sigma T_2} = \frac{2320 \text{ Вт}}{\sigma 40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}$

Ответ: $C_p = 58 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}$

3. $U_1 = \frac{N_1}{N_A} \quad U_2 = \frac{N_2}{N_A} \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$

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.



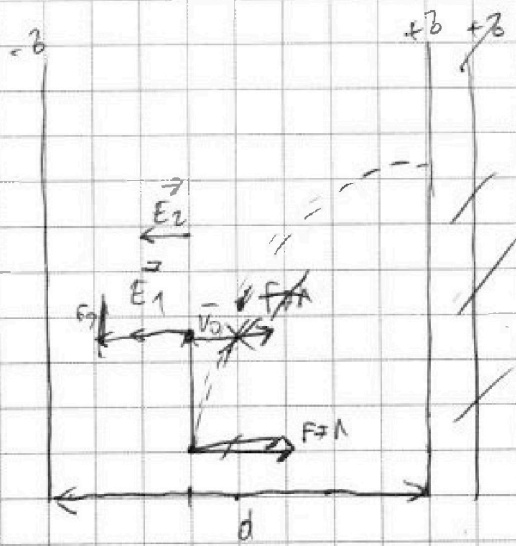
1 2 3 4 5 6 7

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!

U_0, S
 u, d, R

$$\gamma = \frac{a}{m}$$



1.

$$E_0 = \frac{u}{d}$$

$$\vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_1 = \frac{b}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{b}{2\epsilon_0}$$

$$E_0 = \frac{b}{\epsilon_0}$$

$$\frac{b}{\epsilon_0} = \frac{u}{d}$$

$$b = \frac{u\epsilon_0}{d}$$

$$\vec{F}_{ЭЛ} = \vec{E}_0$$

$$F_{ЭЛ} = -\frac{E_0}{d} = -\frac{u}{d^2}$$

$$F_{ЭЛ} = ma_s$$

$$b = E_0 \epsilon_0 = \frac{u}{d} \epsilon_0$$

$$F_{ЭЛ} q \frac{u}{d} = \frac{m v_0^2}{R}$$

$$\gamma = \frac{v}{m} = \frac{d v_0^2}{R u}$$

Problem: $\gamma = \frac{d v^2}{R u}$ $\gamma = \frac{d v_0^2}{R u}$



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!

$$2. \quad E_{K1} + E_{n1} = E_{K2} + E_{n2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{\beta q z}{2 \epsilon_0} d = \frac{m v^2}{2} + \frac{\beta q}{2 \epsilon_0} d$$

$$E_{n1} = \frac{\beta q z}{2 \epsilon_0} d$$

~~$E_{n1} = \frac{\beta q}{2 \epsilon_0} d$~~

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{1}{8} d \frac{\beta q}{\epsilon_0}$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{1}{4} d \frac{\beta q}{2 \epsilon_0 m}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{8} d \frac{\beta q}{\epsilon_0 m}}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{8} d \frac{\beta q}{\epsilon_0 m}}$$

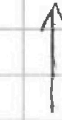
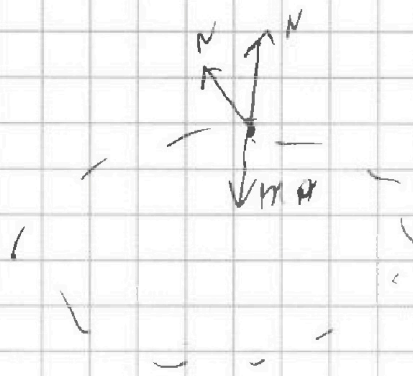


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

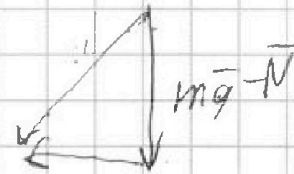
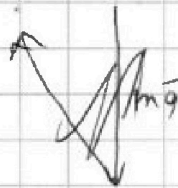
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



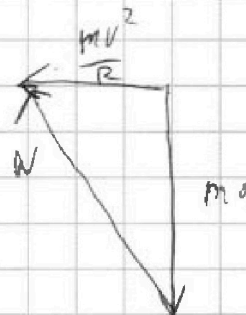
$$100 + \frac{100^4}{500^2} = \frac{100 \cdot 100}{25}$$

$$100 + \frac{100 \cdot 100^2}{25} = 500$$

$$mg + \bar{v} = m$$



mg



$$N = \sqrt{m^2 a^2 + m^2 g^2} =$$

$$N = m \sqrt{a^2 + g^2}$$

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

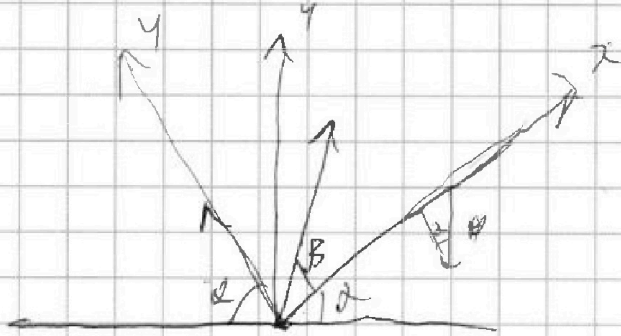


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$V_0 \cos \beta - g t = L$$

$$L = V_0 \cos \beta T$$

$$0 = V_0 \sin \beta T - g T^2$$

$$V_0 \sin \beta T = \frac{g T^2}{2}$$

$$T = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g}$$

$$L = \frac{2 V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

$$V_0 \cos \beta - g t = \frac{g t^2}{2}$$

$$V_0 \cos \beta T - \frac{g T^2}{2} = L$$

$$V_0 \sin \beta T - \frac{g T^2}{2} = 0$$

$$V_0 \sin \beta = \frac{g T}{2}$$

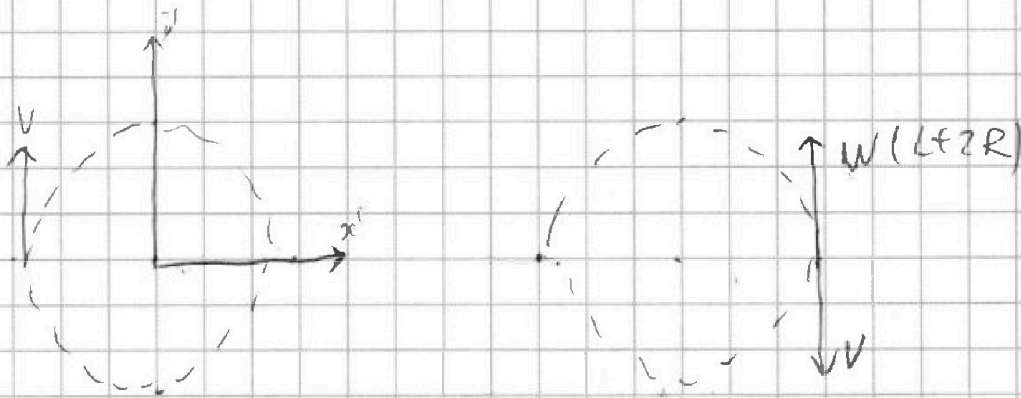


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!



$$W = vR$$

$$\frac{URV(L+2R)}{R}$$

$$v \left(\frac{L+2R}{R} - 1 \right) = v \left(\frac{L+R}{R} \right)$$

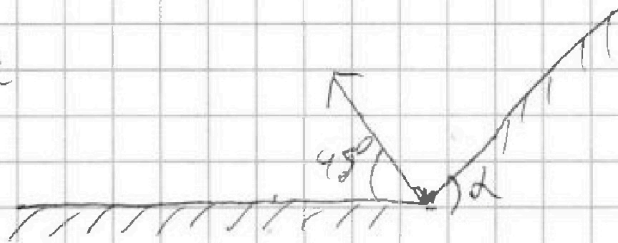
№ 2

$$T = 5 \text{ с}$$

$$S = 700 \text{ м}$$

$$q = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = ?$$



$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 \sin \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot T = \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{и} \quad v_0 g = v_0^2 \quad v_0 = \sqrt{2} g T$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\frac{2 \operatorname{ctg} B}{1 - \operatorname{ctg}^2 B} = 2 \operatorname{ctg} B$$

$$2 \operatorname{ctg} B = 2 \operatorname{ctg} B - \operatorname{ctg} B \operatorname{ctg}^2 B$$

$$\operatorname{ctg}^2 B \operatorname{ctg} B + 2 \operatorname{ctg} B - 2 \operatorname{ctg} B = 0$$

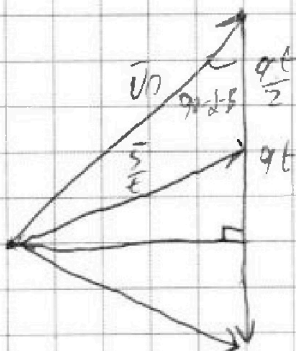
$$\operatorname{ctg}^2 B (\operatorname{ctg}^2 B + 2 \operatorname{ctg} B - 2 \operatorname{ctg} B) = 0$$

$$n = 4 + 9 \operatorname{ctg}^2 B$$

$$\cos(40^\circ - 2B) = \sin(2+B)$$

$$\sin(2+B) = \frac{0.6}{2}$$

$$+ = 2 \sin(2+B)$$





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!

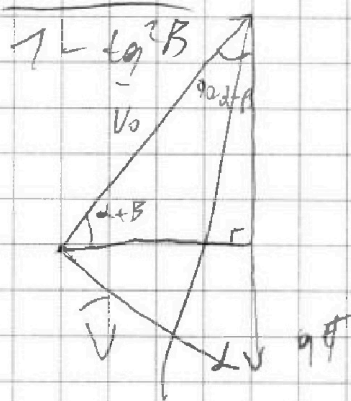
$$\frac{2V_0 \sin \beta}{\rho \cos \alpha} = T$$

$$\frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{\rho \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{\rho \cos^2 \alpha} = L$$

$$\frac{V_0^2 \sin 2\beta}{\rho \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{2\rho \cos^2 \alpha} = L$$

$$\tan 2\beta = \frac{2 \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta} = \frac{2 \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta}$$

$$= 2 \cot 2\beta$$



$$2\beta = \frac{\arccos(1)}{\cot}$$

$$2\beta = \frac{\pi}{4}$$

$$\beta = \frac{\pi}{8}$$

$$\tan \beta = \frac{1 - \tan^2 \beta}{2 \tan \beta}$$

$$2\beta = \frac{\arccos(1)}{\cot(\frac{\pi}{2})}$$

$$2 \sin \beta \cos \beta \cos \alpha = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta$$



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!

$$U_1 \neq U_2$$

$$U_1 = \frac{N_1}{NA}$$

$$U_2 = \frac{N_2}{NA}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{2Q}{\sigma T_1 R U_2} = \frac{3U_1}{U_2} + 5$$

$$\frac{2Q}{\sigma T_2 U_2} = \frac{3}{2} \frac{U_1}{U_2} + 5$$

~~$$\frac{2Q \sigma T_1}{\sigma T_1 R U_1} = \frac{3}{2} \frac{U_1}{U_2} + 5$$~~

~~$$\frac{\sigma T_2}{\sigma T_1} = \frac{3}{2} + 5$$~~

$$\frac{2Q}{\sigma T_1 R U_2} = \frac{3}{2} \frac{U_1}{U_2} + 5$$

~~$$Q = \sigma T_1 R \sigma T_1 (U_1 + U_2) + \sigma T_2 R \left(\frac{3}{2} U_1 + 5 U_2 \right)$$~~

$$P_{DU} = U R \sigma T$$

$$Q_{\sigma T_2} = \frac{5}{2} U_1 + \frac{7}{2} U_2$$

$$\frac{2Q}{\sigma T_2} = 5U_1 + 7U_2$$



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!

$$Q = pU$$

$$Q = \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} V_1 R T_2 + \frac{3}{2} V_1 R T_1 + \frac{5}{2} V_2 R T_2 - \frac{5}{2} V_2 R T_1$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_1 = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right)$$

$$Q = A + R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right) \quad \frac{Q}{\Delta T_1} = R \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right)$$

$$Q = A + \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A_{br} = Q \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 1 \right) =$$

$$Q_{br} = -A_{br} + \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$= 2320 \cdot \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 1 \right)$$

$$|A_{br}| = \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \cdot Q$$

$$A_{br} = \left(\frac{58 - 40}{40} \right) \cdot 2320 = \frac{18}{40} \cdot 2320 = 58 \cdot 18 = 1044 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ - 18 \\ \hline 464 \\ + 58 \\ \hline 1044 \end{array}$$

$$C_p = \frac{Q \left(1 + \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}{(V_1 + V_2) \Delta T_2}$$

$$\frac{2Q}{\Delta T_1 R} = 3V_1 + 5V_2$$

$$\frac{2320 \cdot 4}{29}$$

$$\frac{Q}{V \Delta T} = C_V +$$

$$\begin{array}{r} 2320 \\ - 9 \\ \hline 20880 \end{array}$$

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!

A_1
 $Q_1 = 2300 \text{ Дж}$
 $T_1 = 58 \text{ K}$
 $T_2 = 40 \text{ K}$
 $\mu = \frac{5}{2} pV$
1. $A_{br} = ?$

$$Q = A + \mu U \quad - Q = A + \frac{3}{2} (U_1 + U_2) R_0 T$$

$$-Q = A + A_{br} - \frac{3}{2} U R_0 T_1$$

$$+Q = A_{br} - \frac{3}{2} (U_1 + U_2) R_0 T_1$$

$$A_{br} = -Q + \frac{3}{2} (U_1 + U_2) R_0 T_1$$

$$U_1 = \frac{m_1}{\mu_1} \quad U_2 = \frac{m_2}{\mu_2} \quad U = U_1 + U_2$$

$$p_0 V = U R_0 T$$

$$Q_1 = U P$$

$$-Q = -U R_0 T_1 - \frac{3}{2} U R_0 T_1$$

$$Q = \frac{5}{2} U R_0 T_1$$

$$U R_0 T_1 = \frac{2}{5} Q$$

$$A_{br} = \frac{3}{2} U R_0 T_1 - Q$$

$$A_{br} = -\frac{2}{5} Q$$

$$Q = \mu U$$

$$Q = \frac{5}{2} U R_0 T_1$$

$$\frac{5}{2}$$

$$Q = \frac{5}{2} U R_0 T_1 \quad \frac{Q}{R_0 T_1} = \frac{5}{2} U$$

$$Q = A + \frac{5}{2} U R_0 T_1$$

$$Q = A +$$



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!

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

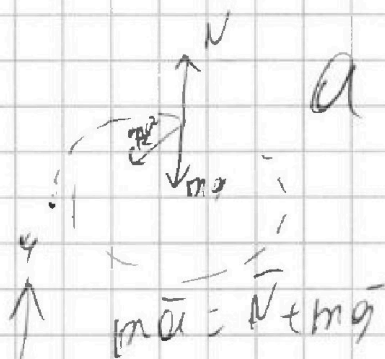
$$\mu = \frac{a_1 - a_2}{2\varphi \cos \alpha}$$

$$m\varphi \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m a$$

$$m\varphi \sin \alpha - \mu m\varphi \cos \alpha = m a$$

$$\varphi \sin \alpha - \mu \varphi \cos \alpha = a$$

$$\varphi \sin \alpha - \mu \varphi \cos \alpha = a$$



$$a = \varphi \left(\sin \alpha - \frac{a_1 + a_2}{2\varphi} \right) =$$

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

$$N - mg = \frac{mv^2}{R} \quad x = \frac{v^2}{R\varphi} + 1$$

$$mg + N = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{N}{mg} + 1 = \frac{v^2}{R\varphi}$$

$$x = \frac{v^2}{R\varphi} - 1$$

