



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

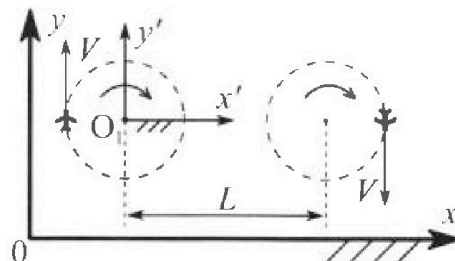
Вариант 10-04

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.

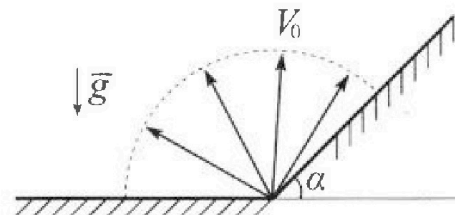
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.

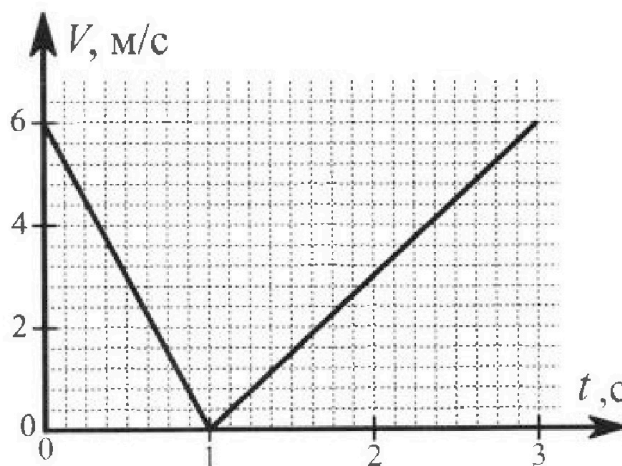


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

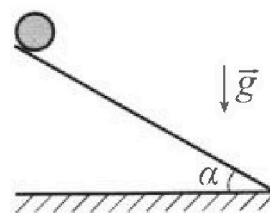
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 со 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.

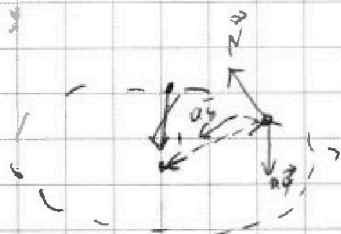
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

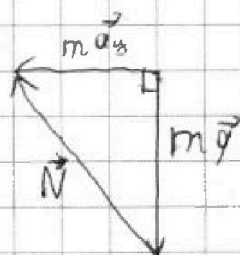
1 ИЗ 2

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.



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



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

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

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

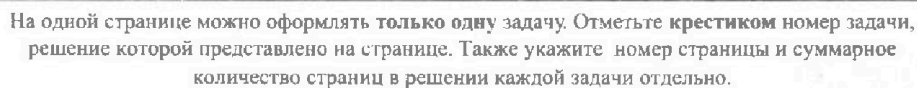
$$\frac{N}{m g} = \sqrt{g^2 + a_y^2}$$

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

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

$$= \frac{\sqrt{100 \frac{\mu^2}{c^4} + 100 \frac{\mu^4}{c^4}}}{10 \frac{\mu}{c^2}} = \frac{\sqrt{500 \frac{\mu^2}{c^4}}}{10 \frac{\mu}{c^2}} = \sqrt{5}$$

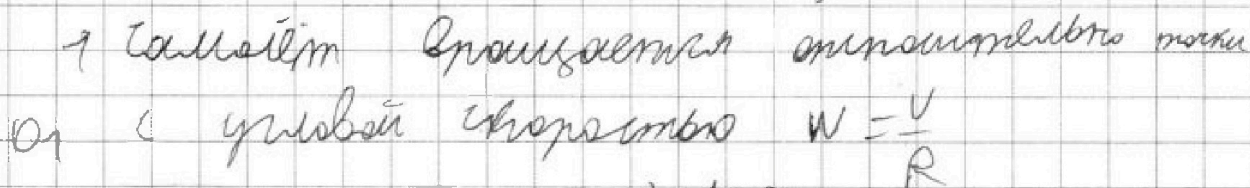
$$\text{Ответ: } \frac{N}{m g} = \sqrt{5}$$



СТРАНИЦА

7 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!



$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_{01}$$

$$= -V \left(\frac{R-L-R}{R} \right) = -V \left(\frac{L}{R} \right)$$

$$U = U_{07} - U = V \frac{L+R}{R} - U = U \frac{L}{R}$$

$$U = U \frac{C}{R} = 100 \frac{\mu}{C} \cdot \frac{1750 \mu}{500 \mu} = 250 \frac{\mu}{C}$$

Пример: а равновероятна ето ако $y'(a) = 750 \frac{m}{s}$.



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
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. $T = 5 \text{ с}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $S = 100 \text{ м}$



поиск макс. длины на горизонтальной поверхности
равенства $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ $\sin 2\alpha \in [-1; 1]$, значит $L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$
при $\sin 2\alpha = 1$ $2\alpha = 90^\circ$

т.е. при $\alpha = 45^\circ$ $L_{\max} = v_0 x = T$

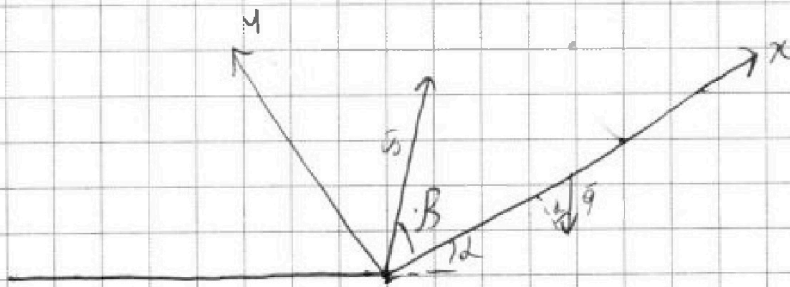
значит $\alpha = 45^\circ$
 $v_0 x = v_0 \cos \alpha_{\max} =$
 $= \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$

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

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

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

2.



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

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



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!

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

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$S = L = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} \quad (1)$$

$$L(\alpha) = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha}$$

$$L'(\alpha) = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (\cos 2\alpha \cdot (1 + 2)) - \frac{4V_0^2 \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha} \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$L'(\alpha) = 0 \quad + \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cos 2\alpha = \frac{4V_0^2 \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha} \sin 2\alpha$$

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

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

Осталось лишь решить уравнение из уравнения (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.

☐☐☐☐☐☐☐

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!

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

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

$$F_{\text{эл}} = \frac{E}{q}$$

$$C_p - C_v = R$$

$$C_v$$

$$\varphi = \frac{2ZSh}{2\epsilon d}$$

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

$$\Delta T_1 = F_{\text{эл}}(1) \text{ or } Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_1 \right)$$

$$\varphi = \frac{2ZSh}{2\epsilon d}$$

Анализ

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

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

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

$$C_p \Delta T_2 = A +$$

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

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

$$M_{\text{эл}} = \frac{U_{\text{эл}}}{I}$$



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

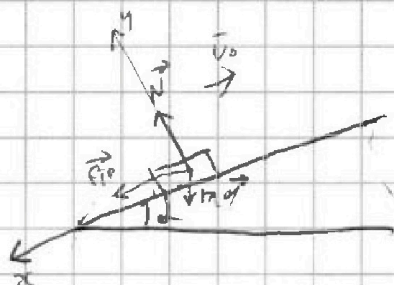
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1.3. первый ступень

$\frac{1}{2}$

$$q = 10 \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

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



$$|a_1| = \frac{dV_1}{dt_1} = +6 \frac{\mu}{\text{с}^2} = +6 \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

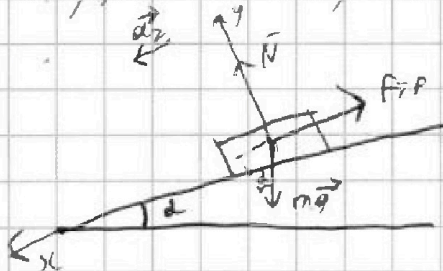
$$a_2 = \frac{dV_2}{dt_2} = 6 \frac{\mu}{\text{с}^2} = 3 \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

2.3. вторая ступень

$$O_{x1}: mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_1 \quad O_{y1}: mg \cos \alpha = N$$

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

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



$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$O_{x2}: mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma_2 \quad O_{y2}: mg \cos \alpha = N$$

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

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

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

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 данных условий 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 $\rightarrow$

$mB = 4\pi\delta = \pi m\delta$

Здесь учитываем кин. энергию. Вспомогат. $E_k + E_{k0} + E_{k\pi} + A_{\text{тр}} = E_{k\pi_2} + E_{k\pi_2} + E_{k_2}$

$mgh + \frac{mV^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} + A_{\text{тр}} = mgh + \frac{mV_2^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2}$

$J = mR^2$ $W = U$ $m_0 = mB + m\delta = \pi r + \pi m\delta$

$m_0gh + m_0V_0^2 + F_{\text{тр}}R = m_0V_2^2$ $A_{\text{тр}} = \frac{m_0V_2^2}{2}$

2. $h = 1,5 \text{ м}$

$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cos 180^\circ = -F_{\text{тр}} r$

$= - \frac{F_{\text{тр}} h}{\sin \alpha}$

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

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

0y: $m_0 g \cos \alpha = N$

0x: $m_0 g \sin \alpha = F_{\text{тр}}$

$F_{\text{тр}} = \mu N$

$F_{\text{тр}} = \mu m_0 g \cos \alpha$

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

$m_0 g h + m_0 V_0^2 + A_{\text{тр}} = m_0 V_2^2$

$m_0 g h + \mu m_0 g \cot \alpha h = m_0 V_2^2$

$gh(1 + \mu \cot \alpha) = V_2^2$

$V_2 = \sqrt{gh(1 + \mu \cot \alpha)}$

м.к. По максимальным
наклонным шаткам одинаковы, значит можно
использовать найденный в первом оттоке
коэф. 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!

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

3. Суммарно 2 з. Решено. Ответ: $V_2 = 2\sqrt{5} \frac{m}{s}$.

$$Ox: m g \sin \alpha - F_{тр} = m a \quad m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = m a$$

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

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

Ответ: $a = 3 \frac{m}{s^2}$.



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)

$$\frac{2Q}{R_{0T1}} = 3U_1 + 5U_2$$

Пусть $\frac{U_1}{U_2} = X$

$$\frac{2Q}{R_{0T1}U_2} = 3X + 5 \cdot (3)$$

из уравнения (2)

$$Q = A + R_{0T2} \left(\frac{3}{2}U_1 + \frac{5}{2}U_2 \right)$$

$$A = p_0V = p_0V = U R_{0T2}$$

$$= (U_1 + U_2) R_{0T2} \quad p_0V = (U_1 + U_2) R_{0T2}$$

$$Q = (U_1 + U_2) R_{0T2} + R_{0T2} \left(\frac{3}{2}U_1 + \frac{5}{2}U_2 \right)$$

$$\frac{Q}{R_{0T2}} = \frac{5}{2}U_1 + \frac{7}{2}U_2$$

$$\frac{2Q}{R_{0T2}U_2} = 5X + 7 \quad (4)$$

Решим систему (3) и (4) относительно X

$$\frac{0T2}{0T1} = \frac{3X + 5}{2X(5X + 7)}$$

$$5X \cdot 0T2 + 7 \cdot 0T2 = 3X \cdot 0T1 + 5 \cdot 0T1$$

$$X(5 \cdot 0T2 - 3 \cdot 0T1) = 5 \cdot 0T1 - 7 \cdot 0T2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = X = \frac{5 \cdot 0T1 - 7 \cdot 0T2}{5 \cdot 0T2 - 3 \cdot 0T1} = \frac{10K - 10 \cdot 5 \cdot 7K}{26K - 26 \cdot \frac{5}{7}K} = \frac{5 \cdot 0T1 - 7 \cdot 0T2}{5 \cdot 0T2 - 3 \cdot 0T1}$$

Ответ: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{7}$



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.

$$Q_c = 2320 \text{ Вт}$$

$$t_1 = 58^\circ \text{К}$$

$$t_2 = 40^\circ \text{К}$$

1. Q 3) Найти периодичность для изохорического

$$Q = A + p \Delta V$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T = R \Delta T \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_2 \right) \quad (1)$$

1) Найти периодичность для изохорического процесса

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

$$A_{вн} = -A_{вн}$$

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

$$(A_{вн}) = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \text{ Вт}$$

$$= 2320 \text{ Вт} \cdot \frac{18}{58} = \frac{2320 \cdot 18}{58} = \frac{2320 \cdot 9}{29} = \frac{20880}{29} \text{ Вт}$$

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

2. $C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{2320 \text{ Вт}}{58^\circ \text{К}} = 58 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}$

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

3.

$$V_1 = \frac{N_1}{N_A}$$

$$V_2 = \frac{N_2}{N_A}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$$



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!

$$U_0 = 5$$
$$U, d, R$$

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

1.

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

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

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

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

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

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

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

$$\vec{F}_{\text{ЭЛ}} = \frac{E_0}{d}$$

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

$$F_{\text{ЭЛ}} = m a$$

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

$$F_{\text{ЭЛ}} \frac{U}{d} = \frac{m v_0^2}{R}$$

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

$$\text{Problem: } \gamma = \frac{d v_0^2}{R U}$$



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. $E_{K1} + E_{P1} = E_{K2} + E_{P2}$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{6q^2 d}{8\epsilon_0} = \frac{mV^2}{2} + \frac{6q^2 d}{8\epsilon_0}$$

~~$E_{P1} = \frac{6q^2 d}{8\epsilon_0}$~~ $E_{P2} = \frac{6q^2 d}{8\epsilon_0}$

~~mV^2~~

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{1}{8} d \frac{6q^2}{\epsilon_0}$$

$$V^2 = V_0^2 - \frac{1}{4} d \frac{6q^2}{2\epsilon_0 m}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{1+3}{8} \frac{q^2}{\epsilon_0}}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{1}{8} d \frac{6q^2}{\epsilon_0}}$$

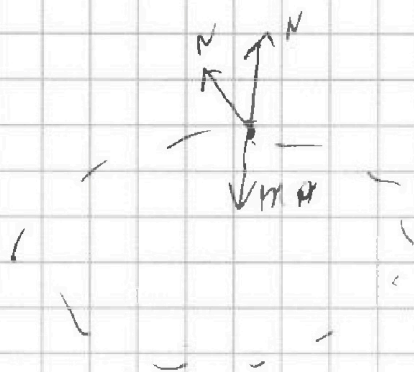


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

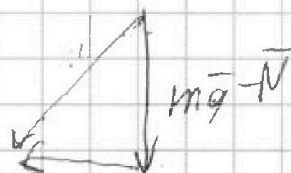
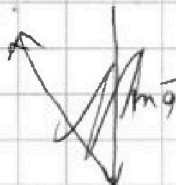
СТРАНИЦА
из

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

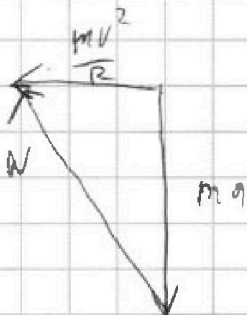


$$100 + \frac{100^4}{500^2} = \frac{100 \cdot 100}{25}$$
$$100 + \frac{100 \cdot 100^2}{25} = 500$$

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



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
☐

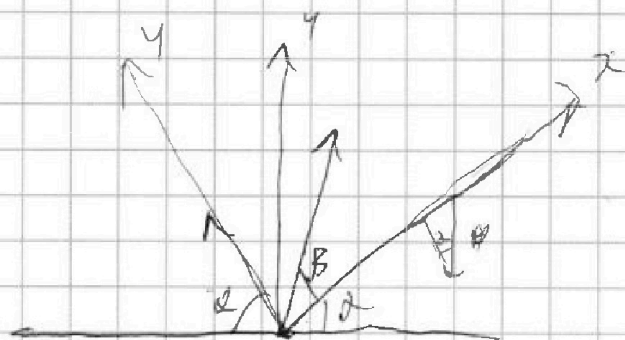
5
☐

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!



$$V_0 \cos \beta - g \sin \alpha = L$$

$$L = V_0 \cos \alpha T$$

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

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

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

$$V_0 \cos \beta - g T = 0$$

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

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

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

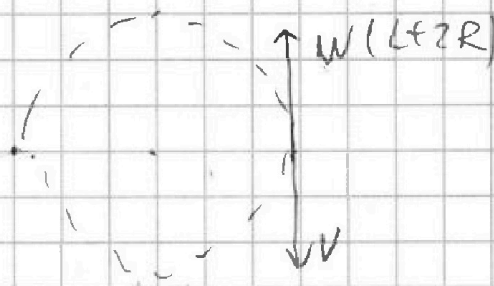
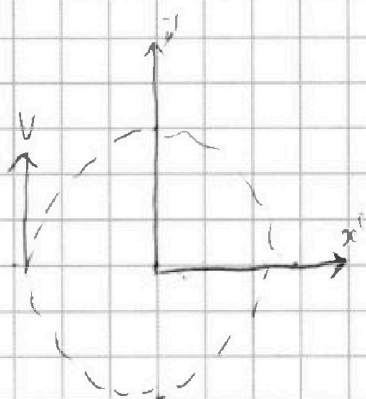


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$W = VR$$

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

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

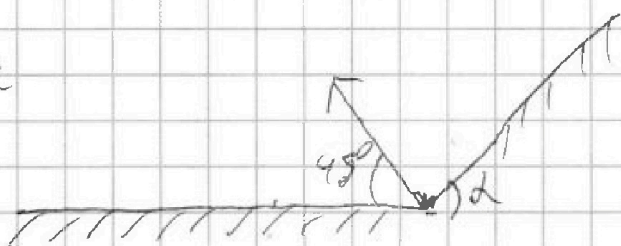
$$N_2 = 2$$

$$T = 5 \text{ s}$$

$$S = 100 \text{ m}$$

$$q = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V_0 = ?$$



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

$$V_0 \sin \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot T = \frac{V_0^2}{2g} \quad \text{if } V_0 g = V_0^2 \quad V_0 = \sqrt{2} g T$$



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.

☐☐☐☐☐☐☐

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!

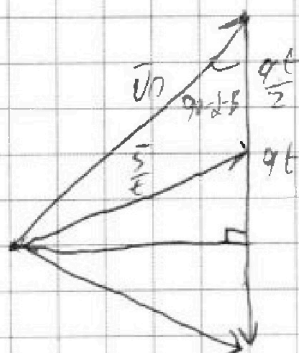
$$\frac{2\epsilon q B}{1 - \epsilon q^2 B} = 2\epsilon q$$

$$2\epsilon q B = 2\epsilon q - \epsilon q^3 B$$

$$\epsilon q^3 B \epsilon q + 2\epsilon q B - 2\epsilon q = 0$$

$$\epsilon q^3 B (\epsilon q^2 + 2\epsilon q B - 2\epsilon q) = 0$$

$$\epsilon q^2 = 4 + 8\epsilon q^2$$



$$\cos(40-2\epsilon B) = \sin(2\epsilon B)$$

$$\sin(2\epsilon B) = \frac{q}{2}$$

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



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!

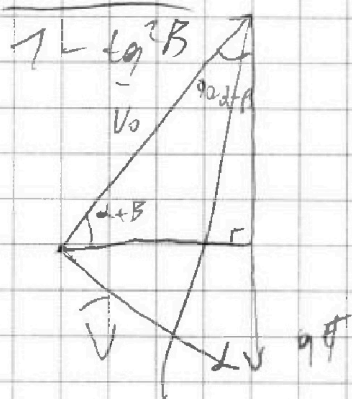
$$\frac{2V_0 \sin B}{q \cos \alpha} = 1$$

$$\frac{2V_0^2 \sin B \cos B}{q \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 B}{q \cos^2 \alpha} = L$$

$$\frac{V_0^2 \sin 2B}{q \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 B \sin \alpha}{2q \cos^2 \alpha} = L$$

$$\tan 2B = \frac{2 \sin B \cos B}{\cos^2 B - \sin^2 B} = \frac{q \cos \alpha}{2q \cos^2 \alpha}$$

$$= 2 \cot 2B$$



$$2B = \arctan(1)$$

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

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

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

$$2B = \arctan(1)$$

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



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!

$$\frac{U_1}{U_2}$$

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

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

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

$$\frac{2Q}{R \sigma T_2 U_2} = \frac{3}{2} \frac{U_1}{U_2} + 7$$

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

~~$$\frac{\sigma T_2}{\sigma T_1} = \frac{3 \times 5}{7 \times 47}$$~~

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

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

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

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

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



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
__ 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!

$$Q = pV$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{Q}{V_1 T} = C_V$$

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



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!

$Q_1 = 2800 \text{ Дж}$
 $T_1 = 58 \text{ K}$
 $T_2 = 40 \text{ K}$
 $\mu = \frac{5}{2} R$
 1. $A_{\text{вн}} = ?$

$$Q = A + \mu U$$

$$-Q = A + \frac{3}{2} \mu R_0 T$$

$$-Q = A A_{\text{вн}} - \frac{3}{2} \mu R_0 T_1$$

$$+Q = A_{\text{вн}} + \frac{3}{2} (\mu_1 + \mu_2) R_0 T_1$$

$$A_{\text{вн}} = -Q + \frac{3}{2} (\mu_1 + \mu_2) R_0 T_1$$

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

$$P_0 V = \mu R_0 T$$

$$Q_1 = \mu P$$

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

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

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

$$A_{\text{вн}} = \frac{3}{2} \mu R_0 T_1 - Q$$

$$A_{\text{вн}} = -\frac{2}{5} Q$$

$$Q = \mu U$$

$$Q = \frac{\mu \mu R_0 T_1}{2}$$

$$\frac{\mu}{2}$$

$$\frac{Q}{\mu R_0 T_1} = \frac{\mu R_0 T_1}{2}$$

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

$$Q = A +$$



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!

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

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

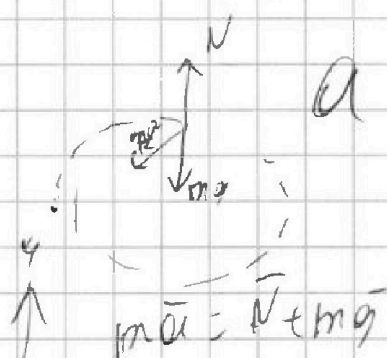
$$mg \sin \alpha - F_{тр} = ma$$

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

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

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

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



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

$$x = \frac{v^2}{Rg} + 1$$

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

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

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

