



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

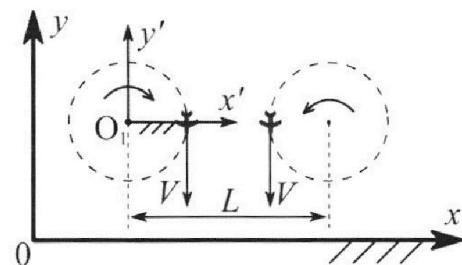


Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

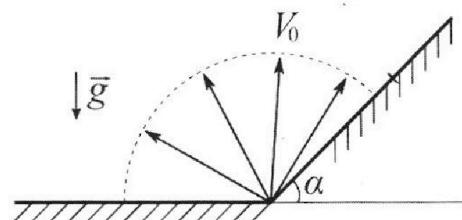
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

- Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .
- Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

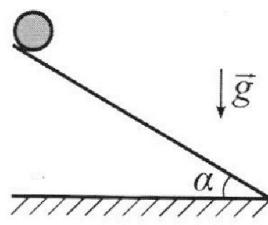
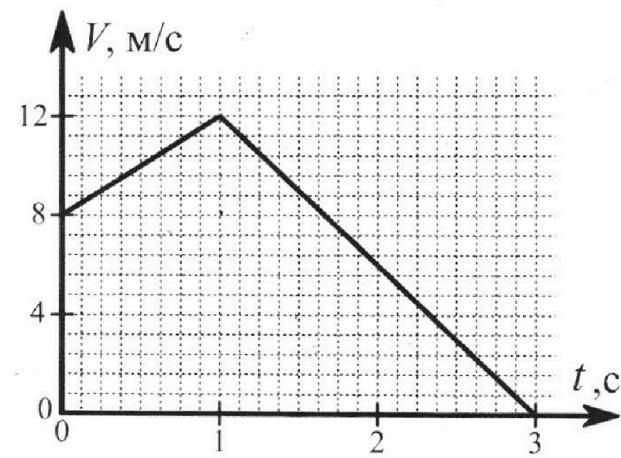


- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- 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 $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



- С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
- Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-03



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

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_I}{N_K}$ 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. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через нек оторое 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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

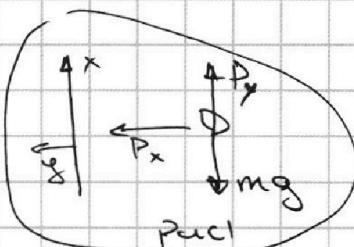
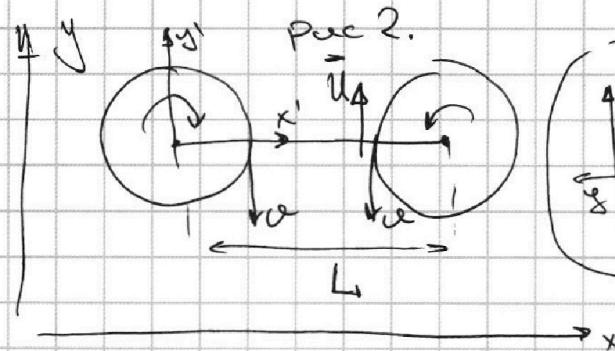
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

1)

дано:

$$R = 80 \text{ м}$$

$$\vartheta = 60 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$



II) при некотором изломе:

1) Рис I. : $y: P_y = mg$ $P = \sqrt{P_y^2 + P_x^2}$

$$x: P_x = ma_n = m \cdot \frac{\omega^2}{R}$$

$$\Rightarrow \delta = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{mg}{\sqrt{mg^2 + m^2 \frac{\omega^4}{R^2}}} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

2) $\omega = \frac{\vartheta}{R} \Rightarrow \vartheta_{\text{неп}} = \omega \cdot (R - \delta R) \quad \downarrow$

$$\Rightarrow \vartheta_{\text{неп}} = \vartheta_{\text{дв}} - \vartheta_{\text{нр}} \Rightarrow \vartheta = -\vartheta + \omega(L - R)$$

$$\vartheta = -\vartheta + \frac{\omega}{R}(L - R) = \vartheta \left(\frac{L}{R} - 2 \right) = 3\vartheta = 180 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

направление ϑ не рис. 2. (вверх)

Ответ: $\delta = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$: $\vartheta = 3\vartheta = 180 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

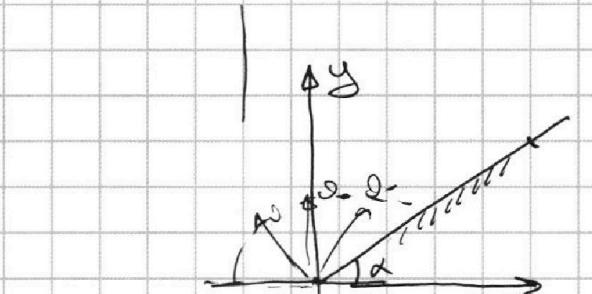
Дано:

$$\alpha \rightarrow \sin \alpha = 0,8$$

$$H = 45 \text{ м}$$

$v_0 - ?$

S - ?



$$1) H = \frac{v_0^2 \sin \beta}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = 30 \text{ м/с}$$

2)

$$x = v_0 \cos \beta t; \quad y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = v_0 \sin \beta \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$= v_0 x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)$$

задачки решено. $\frac{y}{x} = f(\alpha)$ (найди производную)

$$\Rightarrow y = x f(\alpha) \Rightarrow x = \frac{y}{f(\alpha)}$$

~~$$\Rightarrow \frac{x + g\alpha}{x} = \frac{x + g\alpha}{x} - \frac{g x^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)$$~~ правильность

~~$$\frac{dx}{dx} \left(\frac{x + g\alpha}{x} = \frac{x + g\alpha}{x} - \frac{g x^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \beta) \right)$$~~

$$x = \frac{(-f(\alpha) + f'(\alpha)) \cdot 2v_0^2}{(1 + f'^2(\alpha)) g}$$

$x \rightarrow \max x \Rightarrow$ возможна прокручивание

$$x' = 0 \Rightarrow 0 = \frac{2v_0^2}{(1 + f'^2(\alpha)) g} (0 + 1) + \frac{(f'(\alpha) - f(\alpha))(-1)}{(1 + f'^2(\alpha))^2} \cdot 2f'(\alpha) \cdot x \frac{g}{g}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{2f'(\alpha)(f(\alpha) - f'(\alpha))}{1 + f'^2(\alpha)} \Rightarrow 1 + f'^2(\alpha) = 2f'(\alpha)f(\alpha) - 2f(\alpha)f'(\alpha)$$

$$f'^2(\alpha) - 2f(\alpha)f'(\alpha) - 1 = 0$$

$$f'(\alpha) = f(\alpha) + \sqrt{f(\alpha)^2 + 1} = \frac{4}{3} + \sqrt{\frac{16}{9} + 1}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$f_j \beta = \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = \frac{9}{3} = 3$$

$$\Rightarrow x = \frac{(f_j \beta - f_j \alpha)}{(1 + f_j \beta)g} \cdot 2v_0^2 = \frac{\left(3 - \frac{4}{3}\right)}{\left(1 + \frac{9}{3}\right)10} \cdot 2 \cdot 30^2 = \frac{5}{3 \cdot 5} \cdot \frac{30^2}{10}$$

$$\Rightarrow x = \frac{10}{5 \cdot 10} = \cancel{300} \cancel{m} \quad 30 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = \frac{x}{\cos \alpha} = \frac{30 \cancel{m}}{\cos 30^\circ} = \cancel{300} \cancel{m} \quad 50 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \vartheta_0 = \sqrt{2gh} = 30^\circ \quad S = 50 \text{ м}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) $\cos \varphi$ начальное $K_1 = 4 = 4 \text{ кг}^2/\text{с}^2 = a_1$

$\cos \varphi$ начальное $K_2 = -\frac{12}{2} = -6 \text{ кг}^2/\text{с}^2 a_2$

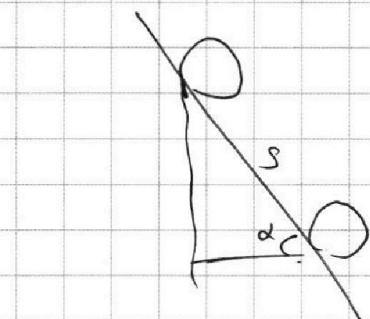
из 2-го уравнения на оси II начальной
координаты $m_2 g \sin \alpha - m_2 g \cos \alpha = m_2 a_2$

на оси I: $m_1 g \sin \alpha + m_1 g \cos \alpha = m_1 a_1$

$$\Rightarrow 2g \sin \alpha = a_1 + a_2 = 10$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

2) Закон изменения импульса: $\Delta K = A$



$$\Rightarrow \cancel{\text{импульсы}}$$

$$4mg S \sin \alpha = \Delta K$$

исследуем ΔK по Тр Кеплера

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \cancel{K_1} + K_2$$

m - масса бруска
 $3m$ - его

$$= \frac{4m \omega^2}{2} + \frac{m \omega^2}{2} = \frac{5}{2} m \omega^2$$

т.к. балансировка
скор орб у.м. тоже
равна 0. (скор т. баланса)

$$\Rightarrow 4mg S \sin \alpha = \frac{5}{2} m \omega^2$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{8}{5} g S \sin \alpha} = \omega = \sqrt{\frac{8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{5}} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} \text{ рад/с}$$

3) ~~ок~~ $S = \frac{\omega^2}{2\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{\omega^2}{2S} = \frac{\frac{8}{5} g S \sin \alpha}{2S} = \frac{4}{5} g \sin \alpha$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{4}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$



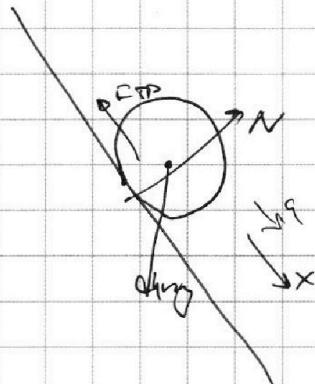
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

a)



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

$$F_{TP} \leq \mu m g \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} m g \sin \alpha \leq \mu \cdot 4 m g \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{4 \sin \alpha}{5 \cos \alpha}$$

II задача Касатка:

х: $g \sin \alpha - F_{TP} = m a$

$$F_{TP} = m (g \sin \alpha - a)$$

$$F_{TP} = m \left(g \sin \alpha - \frac{4}{5} g \sin \alpha \right)$$

$$= \frac{1}{5} m g \sin \alpha$$

$$y: N = m g \cos \alpha$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \alpha = 30^\circ; \quad a = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\mu \geq \frac{4 \sin \alpha}{5 \cos \alpha}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

①

$$1) V = \text{const} \quad \text{He} \quad O_2 \quad Q \quad \Delta T_1 = 48 \text{ K}$$

$$2) P = \text{const} \quad Q \quad \Delta T_2 = 30 \text{ K}$$

I нач. терм. состоян газа 1)

$$Q = \Delta U_2 + A = \frac{3}{2} \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{O_2} = \frac{3}{2} \lambda_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \lambda_{O_2} R \Delta T_1$$

I нач. терм. состоян 2)

$$Q = \Delta U_2 + A = \frac{3}{2} \lambda_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_{O_2} R \Delta T_2 + A$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \lambda_{\text{He}} R + \frac{5}{2} \lambda_{O_2} R = \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{\partial Q}{\partial \Delta T_2} + A \Rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж}$$

$$② Q = C_V \Delta T_2$$

$$A = P \Delta V = J R \Delta T_2 \Rightarrow J = \frac{A}{P \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow Q = C_V \frac{A}{R \Delta T_2} \Delta T_2 \Rightarrow C_V = \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_2 \cdot \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$

$$= \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_2 - \Delta T_1} = \frac{R \cdot 30}{18} = \frac{5}{3} R = C_V$$

$$③ \begin{cases} A = J R \Delta T_2 = (\lambda_{\text{He}} + \lambda_{O_2}) R \Delta T_2 = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) / \lambda_{O_2} \\ Q = \frac{3}{2} \lambda_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \lambda_{O_2} R \Delta T_2 / \lambda_{O_2} \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_{\text{He}}}{\lambda_{O_2}} \Rightarrow \frac{Q}{\lambda_{O_2}} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = (\alpha + 1) R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{\lambda_{O_2}} = \frac{3}{2} \alpha R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_1$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\left(\frac{3}{2} \alpha R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_2 \right) \left(1 - \frac{\Delta T_L}{\Delta T_2} \right) = (\alpha + 1) R \Delta T_2$$

$$\left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right) \underbrace{(\Delta T_1 - \Delta T_L)}_{18^\circ K} = (\alpha + 1) \underbrace{\Delta T_L}_{90^\circ K}$$

$$\Rightarrow \frac{3 \cdot 18^\circ K \alpha}{\alpha} + \frac{5 \cdot 18^\circ K}{\alpha} = 90^\circ C \alpha + 90^\circ K$$

$$3 \alpha = 15^\circ K \Rightarrow \alpha = \frac{15}{3} = 5$$

$$\frac{N_{\text{не}}}{N_{\alpha}} = \frac{J_{\text{не}}}{J_{\alpha}} = \alpha = 5$$

$$\text{Решение: } A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_L}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{Дж}$$

$$C_L = \frac{R \Delta T_L}{\Delta T_1 - \Delta T_L} = \frac{5}{3} R$$

$$\alpha = 5$$

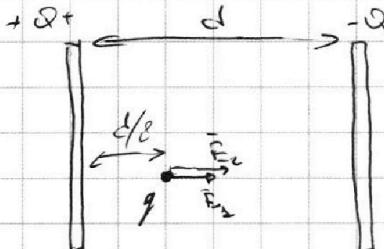


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$1) U = Ed \quad J = \frac{q}{m}$$

$$F = E_1 + E_2$$

$$F_1 = qE_1 \quad F_2 = qE_2$$

$$\Rightarrow F_1 + F_2 = F = q(E_1 + E_2) = qJ = q\frac{U}{d}$$

II си левог.

$$F = q\frac{U}{d} = m\frac{\omega_0^2}{R} \Rightarrow$$

$$U = \frac{\omega_0^2 dm}{qR} = \frac{\omega_0^2 d}{JR}$$

2) ~~Задача~~: Задача из лекции о твердых

$$\partial K = A \Rightarrow \frac{m\omega^2}{2} - \frac{m\omega_0^2}{2} = A = F\left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8}\right) = F\frac{3}{8}d$$

$$\Rightarrow \frac{m\omega^2}{2} - \frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{qU}{d} \cdot \frac{3}{8}d$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = \frac{J \cdot U \cdot 3}{4} = \frac{3}{4}J \cdot \frac{\omega_0^2 d}{R}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{3}{4} \frac{d}{R} \omega_0^2 + \omega_0^2$$

$$\omega = \omega_0 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1}$$

$$\text{Ответ: } U = \frac{\omega_0^2 d}{JR} ; \omega = \omega_0 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1}$$



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.

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!



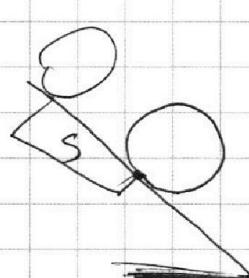
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$M_{\text{упр}} S \sin \alpha =$$

$$= \frac{4m \cdot 5^2}{2} + \frac{m \cdot 10^2}{2}$$

$$8S \sin \alpha = \frac{5m \cdot 10^2}{2}$$

$$8 \sin \alpha = 5m \cdot 10^2$$

$$\frac{8}{5} g \sin \alpha = 9$$

$$a = \sqrt{\frac{8}{5} g \sin \alpha} = \sqrt{\frac{8}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{8}$$

$$= \textcircled{Q} \sqrt{8}$$

$$a =$$



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.

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!

$$Q = C_v \cancel{(\Delta T_1)} \Rightarrow C_v = \frac{Q}{\cancel{\Delta T_1}} \quad \text{J}_{\text{не} \rightarrow}$$

$\cancel{C_v \Delta T_1}$

$$Q = C_v \cancel{\Delta T} \quad \Delta = P \cdot \Delta V = \cancel{P} \Delta T$$

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} \frac{\Delta}{R \Delta T_1} \quad \omega = \frac{\Delta}{R \Delta T_2}$$

$\Rightarrow \frac{N_{\text{не}}}{N_{\text{вс}}} = \frac{J_{\text{не}}}{J_{\text{вс}}}$

$$\begin{array}{c} 25 \\ 18 \\ 3 \end{array} \quad \begin{array}{c} 15 \\ 30 \\ 18 \end{array} \quad \begin{array}{c} 5 \\ 48 \\ 18 \end{array} \quad \begin{array}{c} 16 \\ 24 \\ 8 \end{array} \quad \begin{array}{c} 50 \\ 30 \\ 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 4 \end{array} \quad \begin{array}{c} 960 \\ 18 \\ 160 \end{array} \quad \begin{array}{c} 93 \\ 48 \\ 248 \end{array} \quad \begin{array}{c} 96 \\ 16 \\ 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 16 \\ 16 \\ 16 \end{array} \quad \begin{array}{c} 160 \\ 18 \\ 160 \end{array} \quad \begin{array}{c} 93 \\ 48 \\ 248 \end{array} \quad \begin{array}{c} 50 \\ 30 \\ 80 \end{array}$$

$$\Delta = \cancel{P} R \Delta T_2 = (\cancel{J}_{\text{не}} + J_{\text{вс}}) R \Delta T_2$$

$$\frac{\Delta}{J_{\text{вс}}} = (\alpha + \gamma) R \Delta T_2$$

$$\frac{Q}{J_{\text{вс}}} \left(1 - \frac{\alpha R}{\Delta T_1} \right)$$

$$\left(\frac{3}{2} \alpha R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_1 \right) \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$= (\alpha + \gamma) R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{3}{2} \alpha \cancel{R} - \frac{5}{2} \right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = (\alpha + \gamma) \underbrace{\Delta T_2}_{30}$$

$$\cancel{\frac{3}{2} \alpha \cancel{R}} \cancel{\alpha} + \frac{5}{2} \cancel{R} \cancel{\alpha^2} = 30 \alpha - 30 \Rightarrow 3\alpha = 15 \Rightarrow \alpha = 5$$

$$\frac{Q}{J_{\text{вс}}} = \frac{3}{2} \alpha R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_1$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$36 = 6 \cdot 6$$

$$P - 100\%$$

$$\text{нк} \times \%$$

$$1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{60 \cdot 60}{100}}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{3600}{100}}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{100 + 36}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{100 + 36}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1800}{360}$$

$$\frac{100-205}{360}$$

$$1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{60^2}{360^2}}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{3600}{3600}}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{100 + 1}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{101}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 9}} = 1 - \frac{10}{2 \cdot 5 \cdot 3} = 1 - \frac{10}{30} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{3}{5}$$

$$\frac{4}{5} \times \frac{8}{3}$$

$$\frac{16+9}{9}$$

$$\frac{25}{9}$$

$$3 - \frac{4}{5} = \frac{9-4}{5} = \frac{5}{5}$$

$$V = \text{const}$$

$$\frac{P}{A} = \text{const}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = \Delta U_{\text{вн}} + \Delta U_{\text{вн}}$$

$$= \frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_1 + \frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_2 = \Delta U_{\text{вн}} \left(\frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_1 + \frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_2 \right)$$

$$P = \text{const}$$

$$Q = \frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_1 + \frac{\beta}{2} \Delta U_{\text{вн}} \Delta T_2 + A$$

$$Q = \frac{Q}{\Delta T_2} \Delta T_2 + A \Rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_2} \right)$$

т.к.

$$\Delta U_{\text{вн}} = \sum \Delta P V_2 - \sum \Delta P V_1$$

$$= Q \left(1 - \frac{30}{45} \right) = \frac{2}{3} Q$$

$$\frac{48 f^2}{24} \cdot 3$$

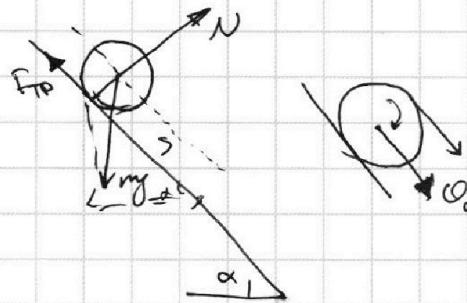


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$1) \mu M g S \sin \alpha = \frac{\mu M \omega^2}{2} \cdot \frac{M \omega^2}{2}$$

$$\mu M g S \sin \alpha = \mu M \omega^2$$

$$\omega^2 = \sqrt{g S \sin \alpha} = \sqrt{10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{5}$$

$$3) \text{ осн } S = \frac{g \sin \alpha \sin \alpha}{2 \alpha} \Rightarrow a = \frac{g \sin^2 \alpha}{2 \alpha} = \left(\frac{g \sin \alpha}{2} \right)^2$$

$$4) m g \sin \alpha - \cancel{F_N g \cos \alpha} = m \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$\cancel{m g \sin \alpha} \cancel{F_N g \cos \alpha} F_{Fr}$$

$$\mu \leq \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$\begin{array}{r} 760 \\ 560 \\ 8.6 \end{array} \begin{array}{l} \sqrt{5} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{5} \end{array}$$

$$A = F \sqrt{5} \angle 0^\circ$$

$$10 \overline{\sqrt{100 + \frac{6 \cdot 10^4}{6^2 \cdot 6 \cdot 10^2}}} = 200$$

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

$$\sqrt{2} \approx 2,4$$

$$\frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$$

$$\frac{1}{2,4} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{20}{60} \begin{matrix} \cancel{10} \\ \cancel{5} \end{matrix} \quad \frac{7}{5} \begin{matrix} \cancel{10} \\ \cancel{5} \end{matrix} = \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$100 \cancel{10}$$

$$1 + \delta \beta = 2 \beta^2 - 2 \beta \alpha \beta$$

$$\beta \beta - 2 \beta \alpha \beta - 1 = 0$$

$$\beta \beta = \frac{1 \pm \sqrt{1 + 4 \alpha^2}}{2}$$

$$\frac{1}{3} + \sqrt{\frac{16}{9} + 1}$$

$$\frac{4}{3} + \frac{5}{3} = \frac{9}{3} = 3$$

$$x = \left(3 - \frac{4}{3} \right) \cdot 2 \cdot 30^2$$

$$\frac{5}{3} \cdot 30^2 = \frac{(1+9) \cdot 100 \cdot 5}{5 \cdot 10} = \frac{10 \cdot 30}{2} = 30$$

$$-V + \frac{9}{P} L - d$$

$$-2V + \frac{9}{P} L = 9 \left(\frac{L}{P} - 2 \right)$$

$$9 \left(\frac{205}{360} - 2 \right)$$

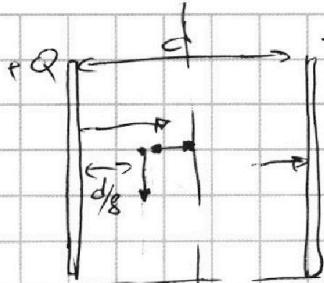
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$1) \quad F = qvE$$

$$\sum F = m\omega_0^2$$

$$E_{np} = \frac{U}{2\pi R} =$$

~~$E_L = F$~~

$$\frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \left(\frac{3d}{8}\right)$$

~~$F = qvB_0$~~

$$\frac{mv^2}{R} - \frac{mv^2}{2} = A$$

$$U = Ed$$

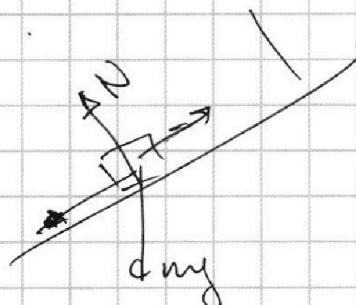
$$(E_1 + E_2)q = \frac{m\omega_0^2}{R}$$

$$\sum F = (E_1 + E_2)q$$

$$\frac{U}{d}$$

$$F = \frac{U}{d} q$$

(3)



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

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

$$\frac{4}{3} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{12}{2} = 6 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

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

$$10 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \quad \boxed{\alpha = 30^\circ}$$

$$\theta = 2 \sin \alpha$$

$$\frac{m\omega^2}{2} - \frac{m\omega_0^2}{2} = A = \frac{U}{d} \cdot q \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8}\right)$$

$$m\omega^2 - m\omega_0^2 = \frac{Uq}{d}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_0^2 + jU \frac{3}{4} = \omega_0^2 + j \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\omega_0^2 d}{R} \\ &= \omega_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}} \end{aligned}$$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 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!

[3]

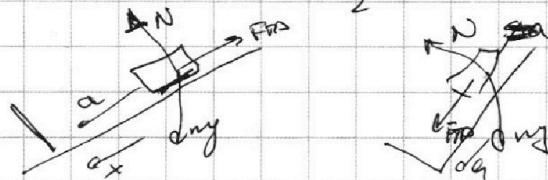
Дано:

$$n = 3 \text{ г}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

1) котр. искаема $K_3 = \frac{u}{2} = 4 = \alpha_3 \cdot \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$

котр. искаема $K_2 = \frac{-12}{2} = -6 = \alpha_2 \cdot \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$

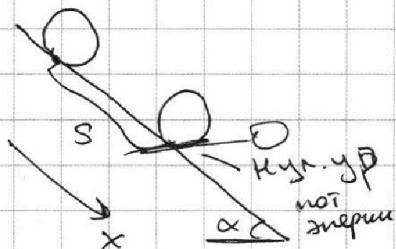


записи:
~~если~~: $m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = m a_1$
~~если~~: $m g \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha = m a_2$
 после

$$\Rightarrow 2g \sin \alpha = |\alpha_1| + |\alpha_2| = 10$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

2)



Запишем ЗСГ:

~~$M g S \sin \alpha = K$~~

изделие K no Th формула

$$K = K_{\text{окн}} + K_{\text{ын}} \Rightarrow$$

т.к. K колесо катится без скольжения $\Rightarrow K_{\text{окн}} = K_{\text{ын}}$

$$\Rightarrow K = \frac{M \omega_{\text{окн}}^2}{\alpha} + \frac{M \omega_{\text{ын}}^2}{\alpha}$$

$$\Rightarrow K = M \omega_{\text{ын}}^2 = M \omega^2$$

~~$M g S \sin \alpha = M \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{g S \sin \alpha} = \sqrt{10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{50} \text{ рад/с}$~~

$$3) S = \frac{\omega^2 R^2}{2a} \Rightarrow S = \frac{g S \sin \alpha}{2a} \Rightarrow 2a = g \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a = \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$\Rightarrow a = \frac{g}{4} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ м/с}^2$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
ИЗ

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

4) 3u Использование

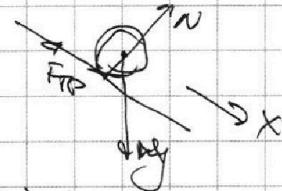
$$X: Mg \sin \alpha - F_{TP} = Ma$$

$$F_{TP} = M(g \sin \alpha - a) = M \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$F_{TP} \leq \mu N \Rightarrow \frac{M g \sin \alpha}{2} \leq \mu M g \cos \alpha$$

$$y: N = Mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{f_s \alpha}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$



$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \vartheta = \sqrt{g S \sin \alpha} = \sqrt{5} \approx 2,2 \text{ m/s}^2; \quad a = \frac{8 \sin \alpha}{2} = \frac{8}{4} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{f_s \alpha}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$