



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-02

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



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  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. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} < 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый момент времени.

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?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

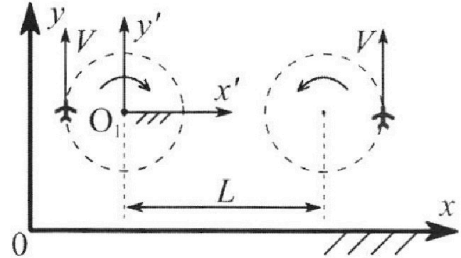
## Вариант 10-02

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  $V = 70 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

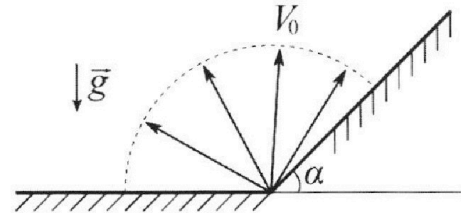
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1 \text{ км}$ . 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. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1=160 \text{ м}$ , упавших на склон,  $S_2=120 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



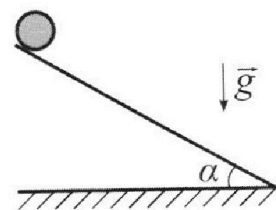
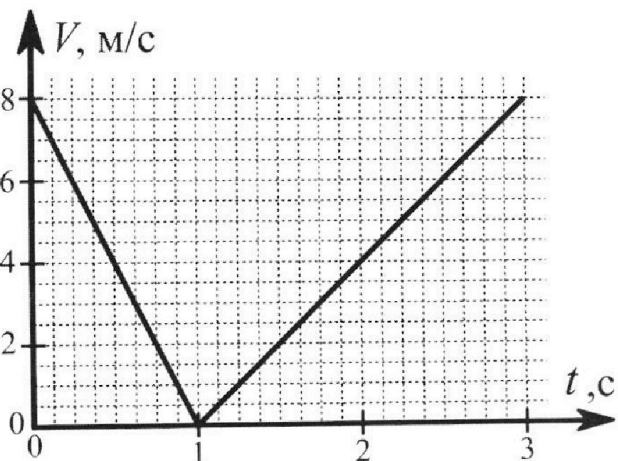
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





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

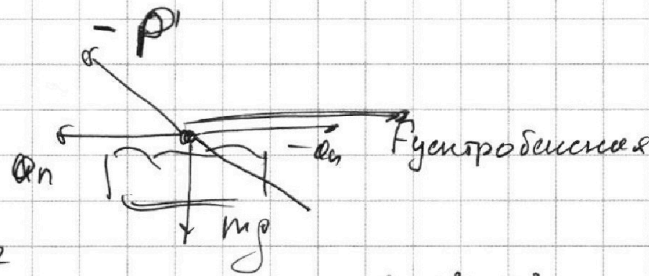
СТРАНИЦА

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.

Рисуем все силы, действующие на лётчика в самолёте:



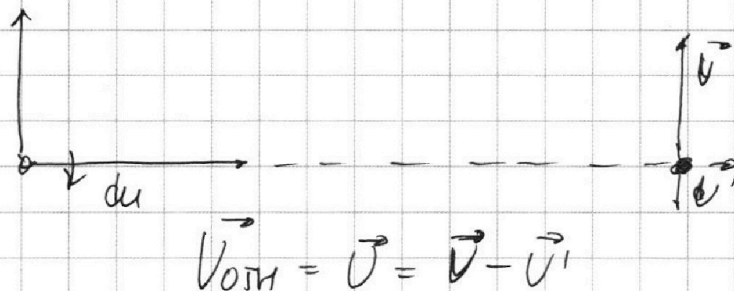
Результант сил  $(mg)^2 = P^2$ , т.к. сумма всех сил равняется нулю.

$$F_{\text{центростремительная}} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P^2 = m^2 \frac{v^4}{R^2} + m^2 g^2, \quad P = \sqrt{m^2 \frac{v^4}{R^2} + m^2 g^2} \quad /: mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P}{mg} = \sqrt{\frac{v^4}{g^2 R^2} + 1} = \sqrt{\frac{40^4}{10^2 \cdot 400^2} + 1} = \sqrt{\frac{148}{100}}$$

2. Система отсчёта  $y'Ox'$  вращается с угловой скоростью  $\omega = \frac{v}{R} = \frac{40}{400} = \frac{1}{10} \text{ рад/с}$





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  
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!

$$|\vec{U}'| = \omega(2R+L) = \frac{V}{R}(2R+L) = \frac{V}{2} + V\frac{L}{R} =$$

$$= \frac{V}{2} + V \frac{2100}{400} = 3V + \frac{V}{2} = \frac{7}{2}V > V \Rightarrow \text{отключением}$$

скорость направлена против  $\vec{V}$ , а

$$\text{модуль } \vec{U} = \frac{7}{2}V - V = \frac{5}{2}V = 40 \cdot \frac{5}{2} = 100 \text{ мВ}$$

$$\text{Ответ: } \frac{P}{mg} = \sqrt{\frac{100}{100}} = \sqrt{1 + \frac{100}{g^2 R^2}}; \text{ Уотт } = |\vec{U}| = 100 \text{ мВ}$$



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!

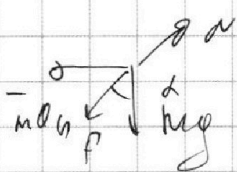
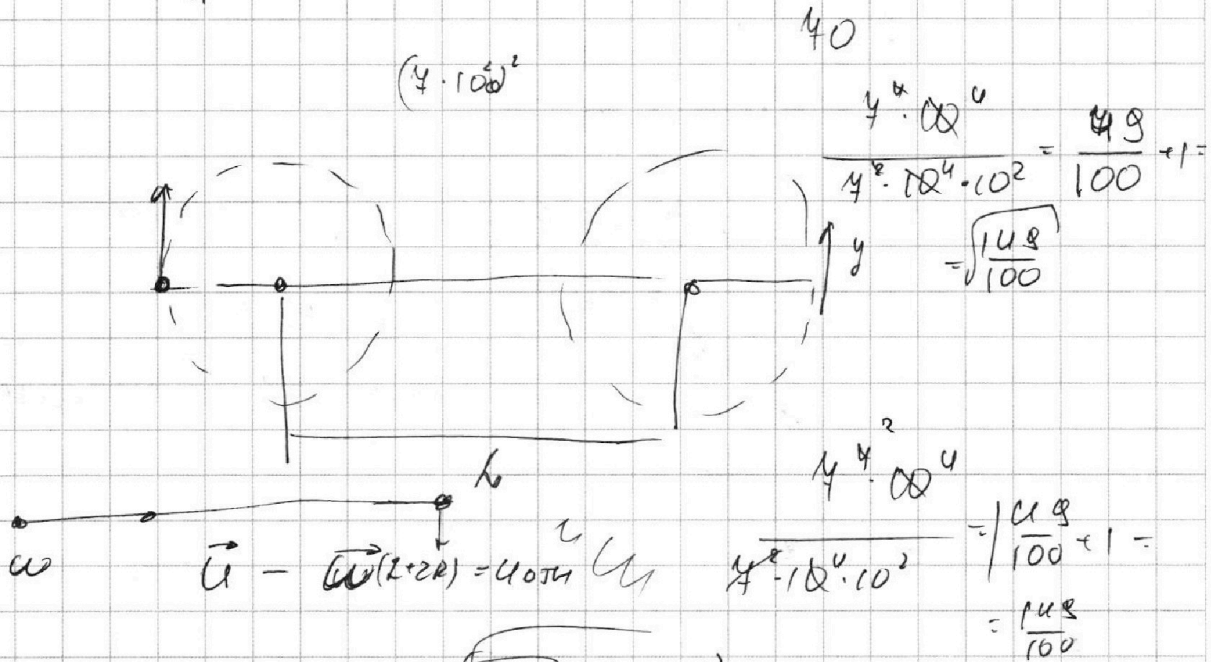
Используя математические преобразования, покажем, что  $S_1 \leq \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) \Rightarrow$

$$\Rightarrow S_2 = \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) = \frac{g S_1}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) = \frac{S_1}{\cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha} = \frac{1}{1 + \sin \alpha} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = 1 + \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{S_1 - S_2}{S_1} =$$

$$= \frac{40}{160} = \frac{1}{4} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{g S_1}$ ;  $\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$



$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} = P \quad | : mg$$

$$\sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}} = \frac{P}{mg}$$



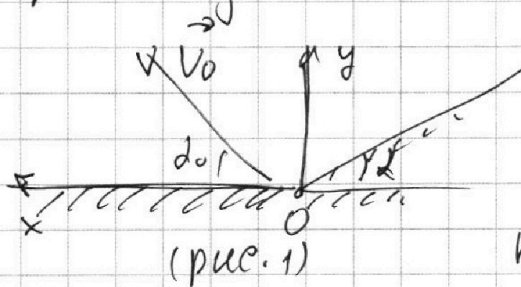
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Рассмотрим падение тела на горю. пов.:



введем ось  $Ox$  и  $Oy$  так, как показано на рис. 1

$\alpha_0$  - угол между  $\vec{v}_0$  и  $Ox =$ ,

$$\Rightarrow u_x = v_0 \cos \alpha_0, \text{ и } u_y = v_0 \sin \alpha_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t - \text{время падения} = \frac{2 v_0 \sin \alpha_0}{g} \Rightarrow S_x - \text{горизонтальное}$$

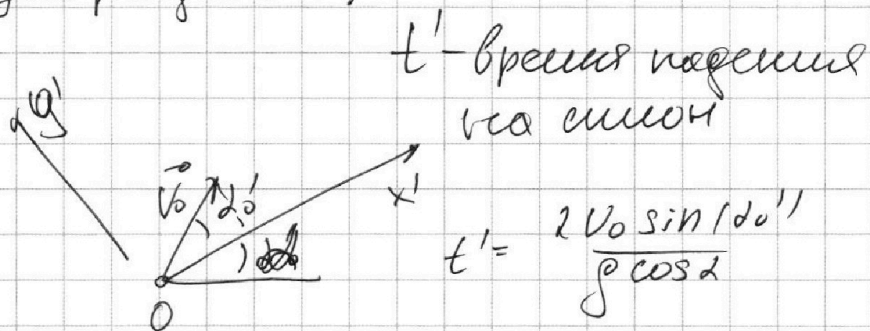
$$\text{перемещение равно } S_x = u_x t = \frac{2 v_0 \sin \alpha_0}{g} \cdot v_0 \cos \alpha_0 =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sin(2\alpha_0) \leq \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow S_1 g = v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{S_1 g} =$$

$$= \sqrt{16 \cdot 10 \cdot 10} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ м/с}$$

2. введем ось  $Ox'$  по направлению склона и ось  $Oy'$  перпендикулярную  $Ox'$ .

перпендикулярную  $Ox'$ .



$t'$  - время падения на склон

$$t' = \frac{2 v_0 \sin(\alpha_0')}{g \cos \alpha}$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin(\alpha_0)}{g \cos \alpha}$$



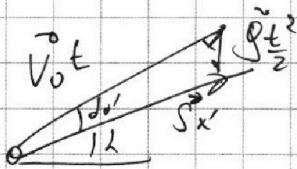
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

рассмотрим векторный треугольник перемещений:



по теореме синусов получим:

$$\frac{S_1}{\cos(\alpha + \delta)} = \frac{g t^2}{2 \sin(\alpha)}$$

$$\Rightarrow S_1 = \cos(\alpha + \delta) \frac{g}{2 \sin(\alpha)} \cdot \frac{4 V_0^2 \sin^2(\alpha)}{g^2 \cos^2 \delta} = \frac{2 V_0^2 \sin(\alpha) \cos(\alpha + \delta)}{g \cos^2 \delta}$$

из математических

соображений получим, что  $S_1 \ll \frac{V_0^2}{g \cos^2 \delta} (1 - \sin \delta) \Rightarrow$

$$\Rightarrow S_2 = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \delta} (1 - \sin \delta) = \frac{g S_1}{g \cos^2 \delta} (1 - \sin \delta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{1 - \sin \delta}{1 - \cos^2 \delta} = \frac{1}{1 + \sin \delta} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = 1 + \sin \delta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \delta = \frac{S_1 - S_2}{S_2} \Rightarrow \delta = \arcsin \frac{S_1 - S_2}{S_2} = \arcsin \left( \frac{1}{3} \right)$$

Ответ:  $V_0 = \sqrt{g S_1} = 10 \text{ м/с}$ ;  $\delta = \arcsin \frac{S_1 - S_2}{S_2} = \arcsin \left( \frac{1}{3} \right)$





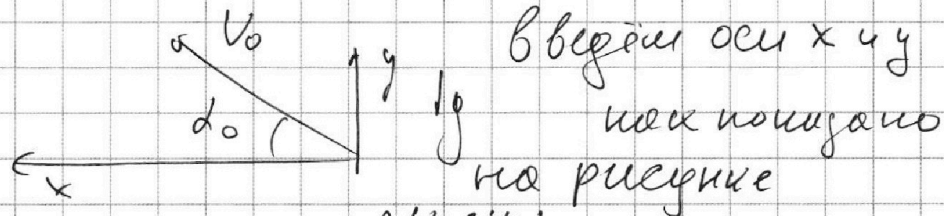
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. рассмотрим падение на гориз. поверх.:



$$t - \text{время полета} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

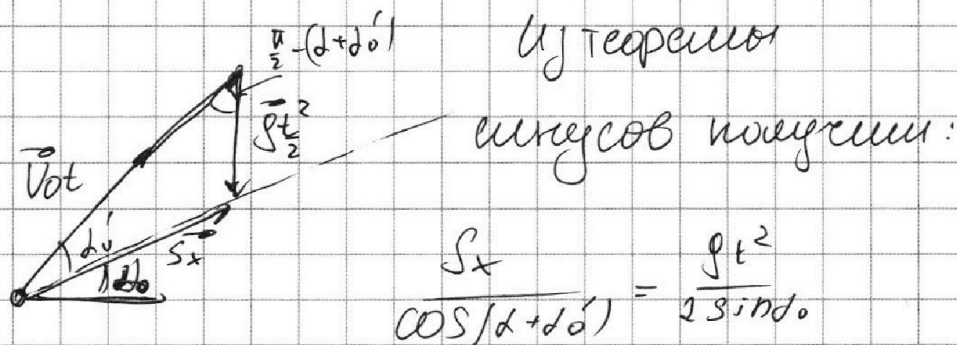
$$\Rightarrow S_x - \text{горизонтальное перемещение} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$V_x t = S_x; V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$= \frac{V_0^2}{g} \sin(2\alpha) \stackrel{!}{=} S_1 \Rightarrow V_0 = \sqrt{g S_1}$$

(при этом  $\alpha = \frac{\pi}{4}$ )

2. векторный треугольник перемещений:



$$\frac{S_x}{\cos(\alpha + \alpha')} = \frac{gt^2}{2 \sin \alpha}$$

t - время падения

основана на горизонтальной плоскости,  $\alpha + \alpha'$  -

- угол между ~~гориз.~~ и вектором нач. скорости.

$$t = 2 \frac{V_0 \sin(\alpha + \alpha')}{g \cos \alpha} \Rightarrow S_x = \frac{2V_0^2 \cos(\alpha + \alpha') \sin(\alpha + \alpha')}{g \cos^2 \alpha}$$



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  
3 из 3

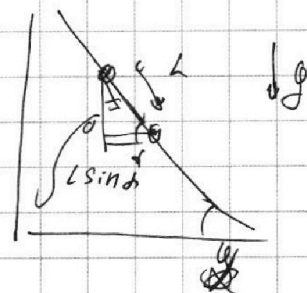
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\text{Итак, } 3 \Delta H = \frac{5}{2} M u^2 =$$

$$\Rightarrow \frac{6}{5} g L \sin \alpha = u^2 =$$

$$\Rightarrow u = \sqrt{\frac{6}{5} g L \sin \alpha} = \sqrt{\frac{6}{5} \cdot 10 \cdot \frac{3}{20} \cdot \frac{3}{5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3^3}{5^2}} = \frac{3}{5} \sqrt{3} \text{ м/с}$$



3. по закону сохр. энергии (опять же с использованием теоремы Кетнера):

$$M(n+1) g h_0 = M(n+1) g h(t) + M(n+1) \frac{u^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2}, \text{ где}$$

$h_0$  - начальная высота над поверхностью земли бочки,  $h(t)$  - та же высота, но в мом.

момент времени (тоже над поверх. земли)

$$n=2 \Rightarrow 3 g h(t) + \frac{5}{2} M u^2(t) = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3 g \frac{dh}{dt} + 5 u \frac{du}{dt} = 0, \Rightarrow \frac{du}{dt} = -u(t) \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow -3 g \alpha \sin \alpha + 5 u \alpha = 0 \Rightarrow \frac{du}{dt} = \alpha$$

$$\Rightarrow |\alpha| = + \frac{3}{5} g \sin \alpha = \frac{3}{5} \cdot 10 \cdot \frac{3}{20} =$$

$$\left( \alpha = \frac{3}{5} g \sin \alpha \right) u, u \geq 0 \Rightarrow \alpha = \frac{6}{10} \text{ м/с}^2 = 0,6 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{3}{20}; v = \frac{3}{5} \sqrt{3} \text{ м/с}; \alpha = 0,6 \text{ м/с}^2, u \geq 0$$



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  
2 ИЗ 3

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!

Бочки в процессе смотовки. Мухом-шассе бочки

$$I = nM \frac{R^2}{2} + MR^2, \text{ где } R - \text{ радиусе бочки}$$

$$I = MR^2 + MR^2 = 2MR^2, \text{ так как } \omega = v/R, \text{ т.к. } \mu \text{ веш.}$$

Отсутствует.

$$I = 2MR^2$$

~~$$M(n+1)gRn = M(n+1) \frac{v^2}{2} + \frac{3}{2} MR^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}$$~~

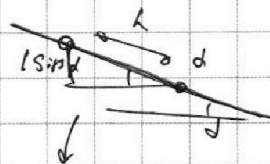
Учитывая, что  $n=2$  получим:

~~$$3MgRn = 3M \frac{v^2}{2} + \frac{3MR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2}$$~~

~~$$3gRn = \frac{3}{2} v^2 + \frac{3}{4} v^2 \quad | :3$$~~

~~$$gRn = \frac{3v^2}{4} \Rightarrow v^2 = \frac{4}{3} gRn = \frac{4}{3} gL \sin \alpha \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{4}{3} gL \sin \alpha} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} \cdot \frac{3}{5}} = \sqrt{\frac{6}{5}} \text{ м/с}$$~~



~~$$\frac{v^2}{3}$$~~

3. Суммарная механическая энергия

всегда постоянна: продифференцируем закон сохранения энергии по времени:

~~$$(n+1)MgRn = M(n+1) \frac{v^2}{2} +$$~~

~~10~~

~~$$M(n+1)gRn = M(n+1) \frac{v^2}{2} + \frac{2MR^2}{2} \cdot \frac{v^2}{R^2} \Rightarrow$$~~

$n=3 \Rightarrow$

~~$$3MgRn = 3M \frac{v^2}{2} + Mv^2 = \frac{5}{2} Mv^2$$~~



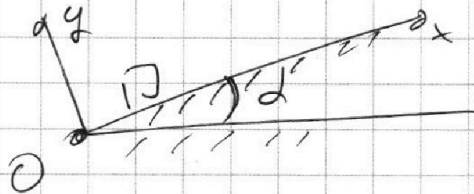
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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. ~~Д-составной груз (точнее, веревке)~~



Оx вдоль горки Оу - перпендикулярно Ох  
M - котор. трения

Оу:  $mg \cos \alpha = N$  Ох: 1) движется вверх:

$$|Q_1| = mg \cos \alpha + \rho \sin \alpha$$

2) движется вниз

$$|Q_2| = \rho \sin \alpha - mg \cos \alpha, \text{ так.}$$

используя  
данные графиков

и возвращение

$|Q| = \left| \frac{dU}{dt} \right|$  шургаем: тело не остановилось, и касаясь  
уменьшается

$$\begin{cases} mg \cos \alpha + \rho \sin \alpha = 2 \\ \rho \sin \alpha - mg \cos \alpha = 1 \end{cases} \Rightarrow 2 \rho \sin \alpha = 3 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{20}$$

2. Используем теорему Жюльена & Бруну.

Используем теорему Жюльена & Бруну:

$$Mg \Delta h = \frac{I \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2}, \text{ где } I - \text{момент инерции}$$

относительно центра массе,  $\omega$  - угловая  
скорость вращения;  $v$  - скорость соответствия,  $\Delta h$  - высота, по которой опустится центр массе  
M - суммарная масса бочки и веревки.





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!

$$I = 2MR^2 \Rightarrow M g l \cos \alpha = M g h + \frac{M v^2}{2} + \frac{M v^2}{R^2} R^2 = M g h + \frac{3}{2} M v^2 \Rightarrow$$

$$W = \frac{U}{R}$$

Т.к нет проскальзывания!  $\Rightarrow M g \Delta h = \frac{3}{2} M v^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow M g l \cos \alpha = \frac{3}{2} M v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{3} g l \sin \alpha} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot \frac{3}{20}} = \sqrt{\frac{6}{10}} \text{ м/с}$$

3. Среднее значение энергии системы равно нулю  $\Rightarrow$

$$\int \frac{dM}{dt} = -3 \alpha v ; \int \alpha \sin \alpha = -3 \alpha \frac{dv}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = \alpha \sin \alpha = - \int \frac{\sin \alpha}{3} \Rightarrow |\alpha \sin \alpha| = \frac{10 \cdot 3}{20} = 1,5 \text{ м/с}^2$$

4.



из 2-ого закона

Ньютона:

$$F_{TP} \geq M g \sin \alpha, \text{ где}$$

M - суммарная масса башки и вогн (~~масса башки~~)

$$M g \cos \alpha \geq M g \sin \alpha$$

$$\mu \geq \tan \alpha$$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{3}{20}$ ;  $v = \sqrt{\frac{6}{10}} \text{ м/с}$ ;  $|\alpha| = 1,5 \text{ м/с}^2$ ;  $\mu \geq \tan \alpha$





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  
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!

Узкохоронящийся процесс:

$V_n, V_{ne}$  - внутр-ва в-ств охота и внешн еоств.

$$Q = \Delta T_1 \left( \frac{5}{2} V_n R + \frac{3}{2} V_{ne} R \right) =$$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} V_n R + \frac{3}{2} V_{ne} R = \frac{Q}{\Delta T_1} = 0$$

Узоборонящийся процесс:

$$1. Q = \Delta T_2 \left( \frac{5}{2} V_n R + \frac{3}{2} V_{ne} R \right) + A_2 = A =$$

$$= \Delta T_2 \left( \frac{5}{2} V_n R + \frac{3}{2} V_{ne} R \right) + Q = - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} Q + Q = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} Q =$$

$$= +480 \cdot \frac{112}{312} \text{ Дж} = +280 \text{ Дж} = +280 \text{ Дж}$$

$$2. C_p \int_0^{\Delta T} dQ = \int_0^Q dQ \Rightarrow C_p \Delta T_2 = Q \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{480}{20} = 34 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3.

$$\text{Ответ: } A = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} \cdot Q = 280 \text{ Дж}; C_p = 34 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

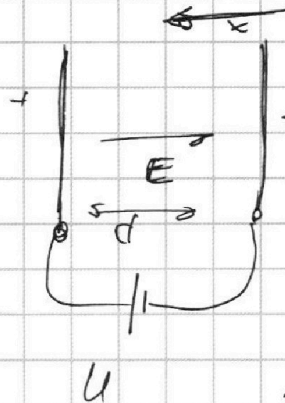


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} dE &= U \\ \Rightarrow E &= \frac{U}{d} \\ \Rightarrow Q_{yx} & \text{ (гемперение} \\ & \text{частицы по} \\ & \text{оси x)} \\ & \text{(рис.)} \end{aligned}$$

$$1. Q_{yx} = -\gamma E \phi = Q_n = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{-\gamma E R} = \sqrt{-\frac{U \gamma R}{d}}$$

2. По закону сохр. энергии:

$$\Delta \left( \frac{m v^2}{2} \right) = - E \left( \frac{\phi}{2} - \frac{\phi}{8} \right) \phi = - \frac{3 E \phi^2}{8} =$$

$$= \frac{m (v_{\text{конечн.}})^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} \Rightarrow V_0^2 - \frac{3 E \gamma \phi^2}{4} = (v_{\text{конечн.}})^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{конечн.}} = \sqrt{\frac{m}{2} \left( \frac{U \gamma R}{d} + \frac{3 U \gamma}{4} \right)}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{-\frac{U \gamma R}{d}}; v_{\text{конечн.}} = \sqrt{\frac{m}{2} \left( \frac{U \gamma R}{d} + \frac{3 U \gamma}{4} \right)}$$

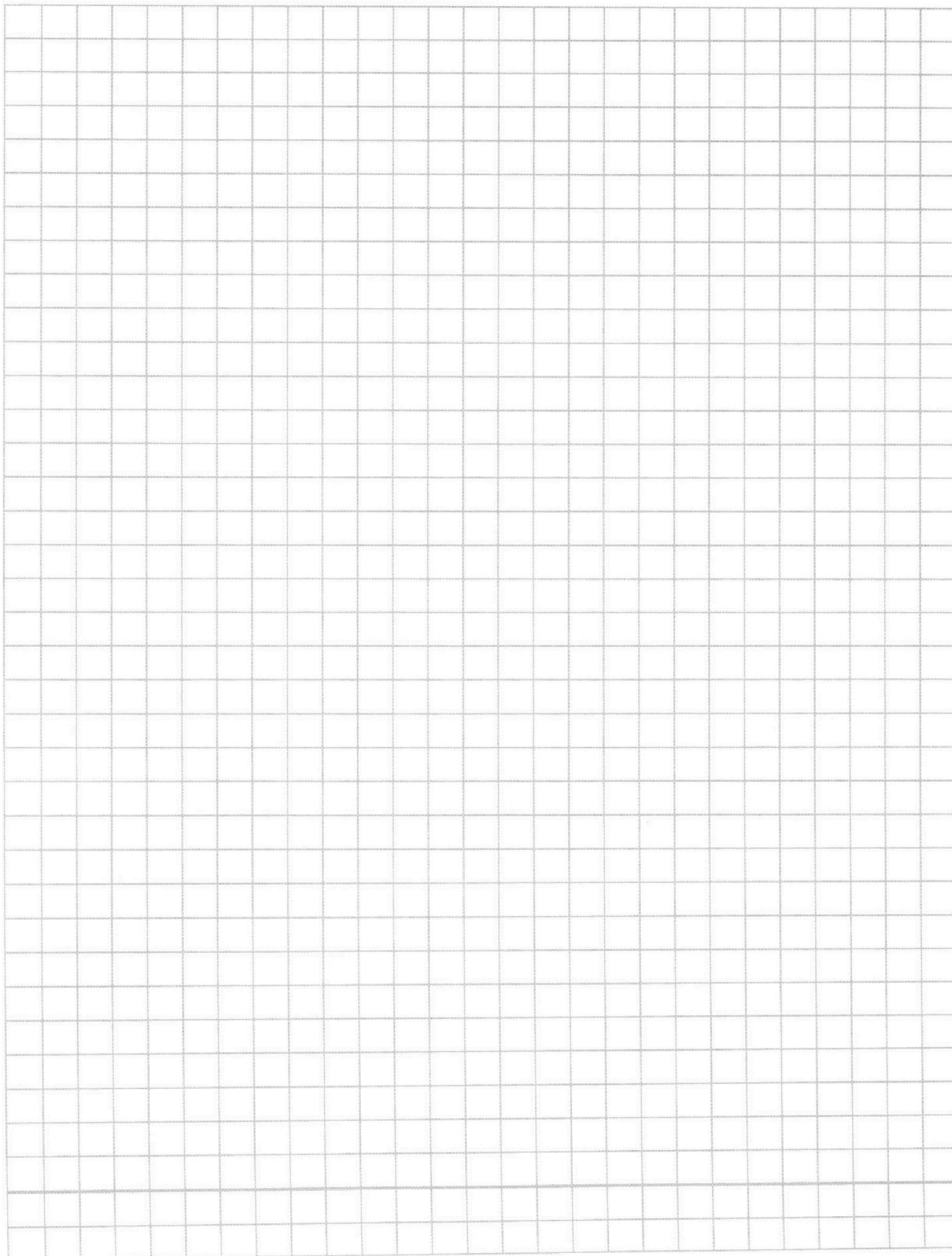


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!



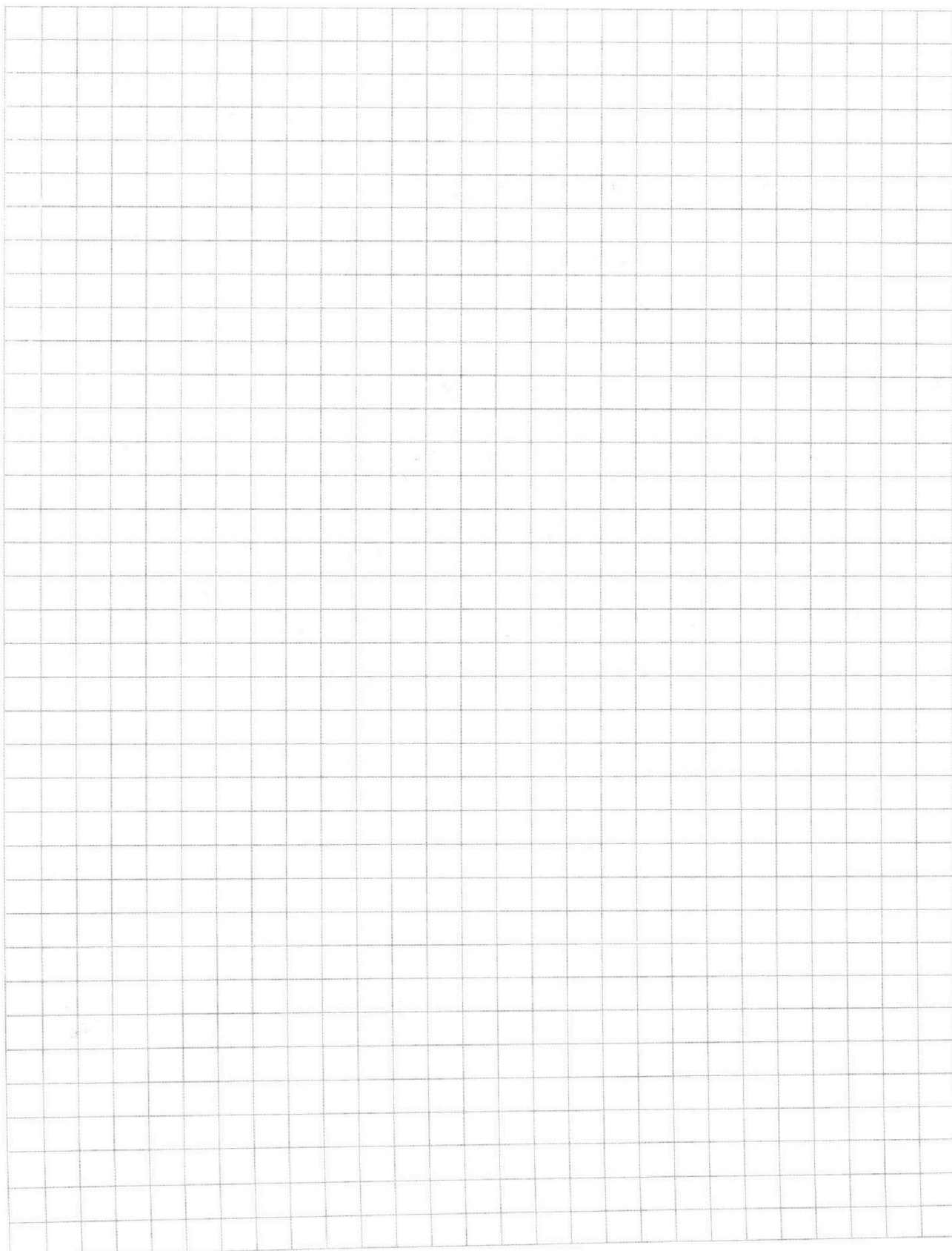


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!





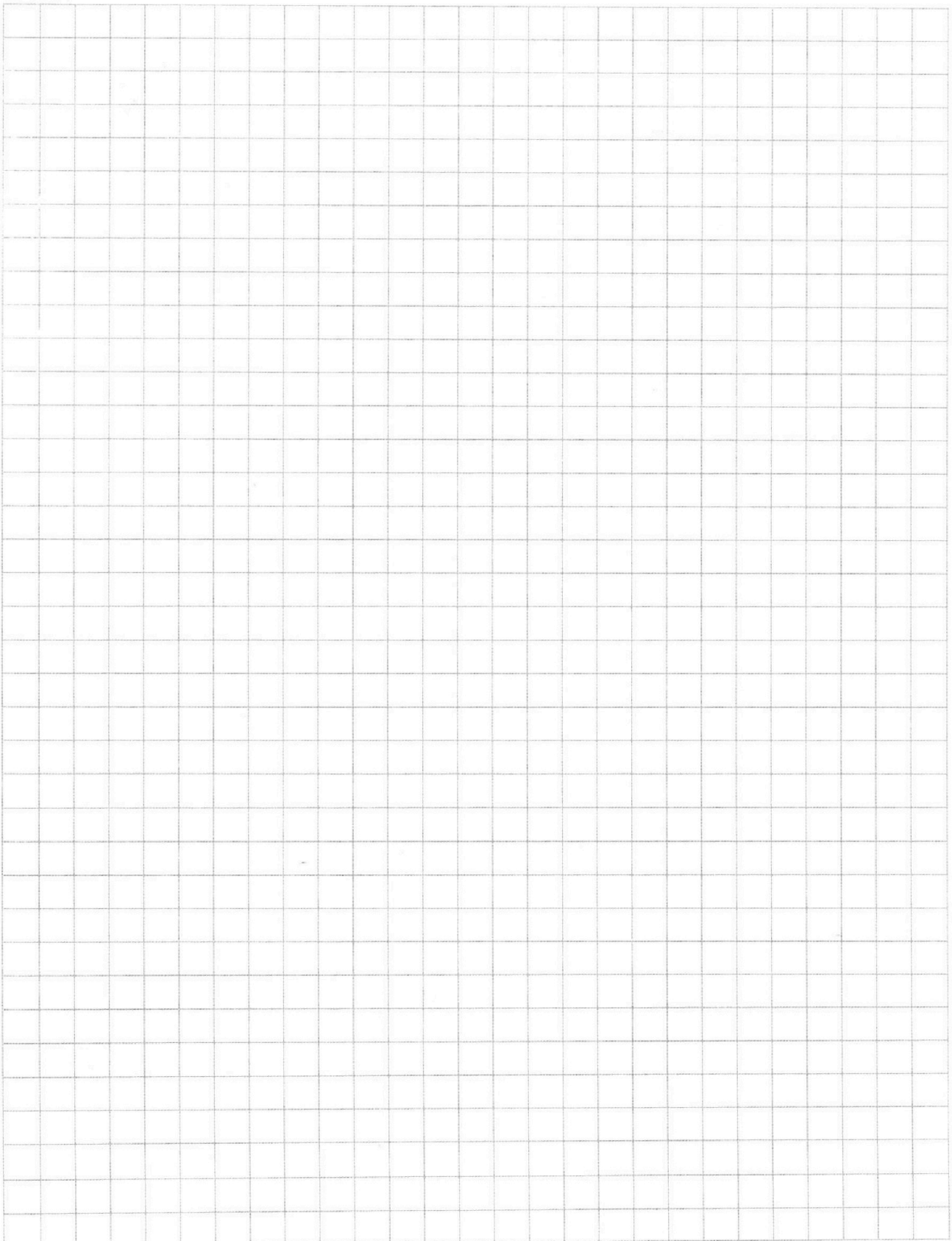


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!





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

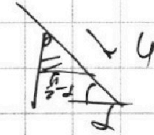
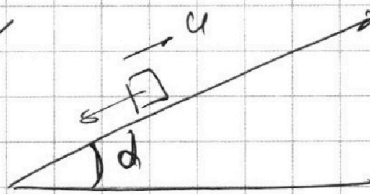
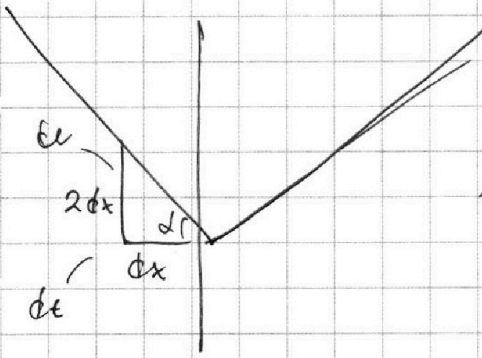
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ     

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

Черновик \*

Вверх

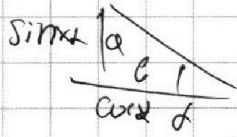


$$u \sin \alpha = \frac{dx}{dt}$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma,$$

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

$$|a| = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha > 0$$



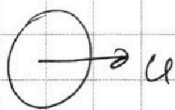
$$\tan \alpha = \frac{a}{g} = \frac{dx}{dt} = 2 = |a|$$

$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 2$$

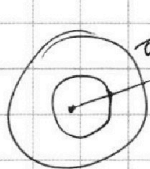
$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 1$$

$$2g \sin \alpha = 3 \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{20} \text{ Верно +}$$



$$E_{\text{м.}} + E_{\text{вр.}} = \frac{M u^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2} \quad \rho = \frac{M}{\pi R^2 x}$$



$$\int x \cdot 2\pi n^3 dx = dI$$

$$2\pi \rho x \int R^3 dx = I = \frac{\pi \rho x R^4}{2} = \frac{\pi R^4}{2} \cdot \frac{M}{\pi R^2 x}$$

$$= M_0 \frac{R^2}{2} = n M \frac{R^2}{2} \approx \underline{M R^2}$$



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!

$$mg\Delta h = E_{кинетики}$$

$$Mg\Delta h = \frac{mR^2}{2}\omega^2 + \frac{mU^2}{2} = \frac{mR^2}{2} \frac{U^2}{R^2} + \frac{mU^2}{2} = \frac{mU^2}{2}$$

$$U = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{U}{R} \quad (\text{без отрыва})$$

$g'$

$$M(n+1)g\Delta h = M(n+1) \frac{U^2}{2}$$

$$3Mg\Delta h = 3M \frac{U^2}{2} + 3M \frac{U^2}{4} \cdot 1:1$$

$$3g\Delta h = 3 \frac{U^2}{2} + \frac{3}{4}U^2 = \frac{15}{4}U^2$$

$$g\Delta h = \frac{U^2}{2} + \frac{U^2}{4} = \frac{3U^2}{4}$$

$$U^2 = \frac{4}{3}g\Delta h$$

$$M(n+1)gH_0 = M(n+1)gH(t) + \frac{1}{2} M(n+1) \frac{U^2}{2}$$

$$3MgH(t) = 3Mg \frac{U^2}{2} + \frac{2MR^2}{R^2} \frac{U^2}{2}$$

$$3gH(t) + \frac{3}{2}U^2 + U^2 =$$

$$= 3gH(t) + \frac{5}{2}U^2(t) = \text{const}$$

$$I = \frac{3}{2}MR^2$$

$$\frac{3MR^2}{2} \cdot \frac{U^2}{2R^2} =$$

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

$$MR^2 - \frac{MR^2}{2} =$$





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  
\_\_\_ 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!

$$\left(\frac{5}{2} v_N R + \frac{3}{2} v_{ke} R\right) \Delta T_1 = Q \quad \sqrt{\frac{5^2 \cdot 10 + 3^2 \cdot 10}{5}} \cdot \frac{3}{20} = \sqrt{\frac{24}{25}} = \frac{3}{5} \sqrt{3}$$

$$\frac{5}{2} v_N + \frac{3}{2} v_{ke} = \frac{Q}{R \Delta T_1} \quad \text{ranna} \quad \frac{r_2 \sin \delta}{(p+p) \cos(\delta + \varphi_2) + \rho_2 \sin \delta} = x \delta$$

$$\frac{4 \delta - \delta}{8} = \frac{3 \delta}{8}$$

$$-Q = -\Delta T_2 \left(\frac{5}{2} v_N + \frac{3}{2} v_{ke}\right) R + A$$

$$\Delta Q_{\text{смет.}} = A E_{\text{смет.}}$$

$$Q = \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} v_N + \frac{3}{2} v_{ke}\right) R + A \quad \frac{(p+p) \cos(\delta + \varphi_2) + \rho_2 \sin \delta}{x \delta} = \frac{\rho_2 \sin \delta}{\rho_2 \sin \delta}$$

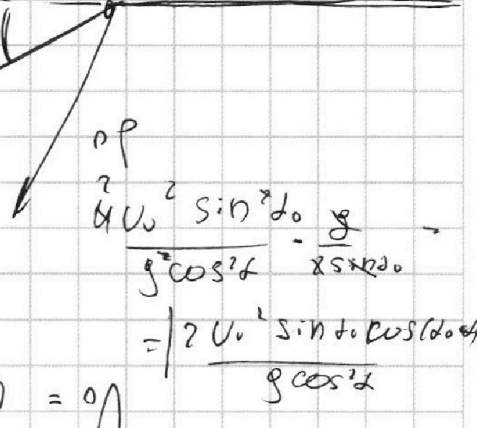
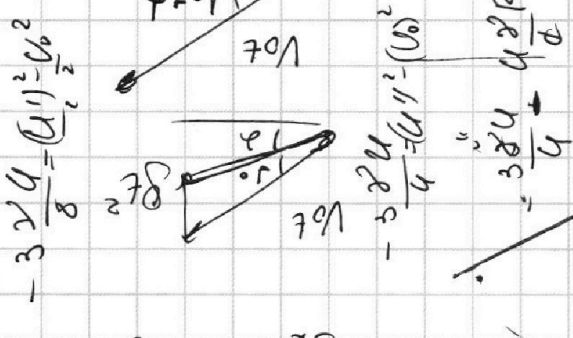
$$Q = \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} v_N + \frac{3}{2} v_{ke}\right) R + A$$

$$\frac{5}{2} v_N + \frac{3}{2} v_{ke} = \frac{Q}{R \Delta T_2} - \frac{A}{R \Delta T_2}$$

$$2 v_0 \sin \delta_0$$

$$\frac{\sin \delta_1 - \sin \delta_2}{\sin \delta_2} = \sin \alpha = \frac{40}{120} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{4}{8} - 3 \frac{24}{8} = \frac{4 - 72}{8} = \frac{-68}{8}$$



$$V_0 = \sqrt{851}$$





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!

Процесс изохорический  $\Rightarrow \Delta p_{газ} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = \Delta U$ , где  $\Delta U$  - изменение энергии газа (или смеси газов)

$\nu_n, \nu_{не}$  - кол-во в-ва

$\nu_{газ}$  и смеси соотв.

1)  $Q = \nu R \Delta T =$

$= \frac{3}{2} \nu_{не} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_n R \Delta T_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1$

Изобарический процесс:

1)  $Q = \Delta U$

2)  $Q = \Delta U + A$

$(P_1 + P_2) \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot x$

$(P_1 + P_2) \cos \alpha \cdot \frac{P_2 \cos \beta}{P_1 \sin \alpha} = x$

$Q_2 = \left( \frac{5}{2} \nu_n R + \frac{3}{2} \nu_{не} R \right) \Delta T_2$

$Q = \frac{5}{2} \Delta P_1 V + \frac{3}{2} \Delta P_2 V$

$= \frac{U \gamma R}{\phi} = \frac{3 U \gamma}{8}$

$Q = P_1 V$

$v_0 = \sqrt{2 \mu R P}$

$M \frac{v_0^2}{R} = -P V$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1 - \sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \beta} = 1 + \sin^2 \alpha$

$Q = \left( \frac{5}{2} \nu_n R + \frac{3}{2} \nu_{не} R \right) \Delta T_2 - (P_1 + P_2) \Delta V$

$\frac{31,2 - 20}{31,2} = \frac{14,2}{31,2} \cdot 480 = \frac{112}{312} \cdot 480$

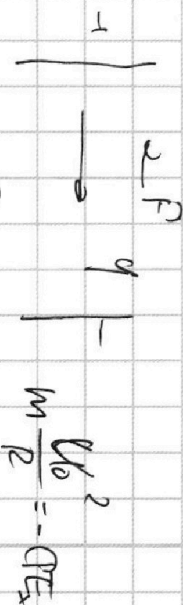
$\frac{(P_1 + P_2) \cos \alpha}{x} = \frac{P_2 \cos \beta}{P_1 \sin \alpha}$

$= \frac{P_2 \cos \beta}{P_1 \sin \alpha} \cdot \frac{P_1 \sin \alpha}{P_2 \cos \beta}$

$\frac{56}{156} \cdot 480$

$\frac{28}{48} = \frac{14}{38} \cdot 480$

$F_x = -Q E = M \alpha x$



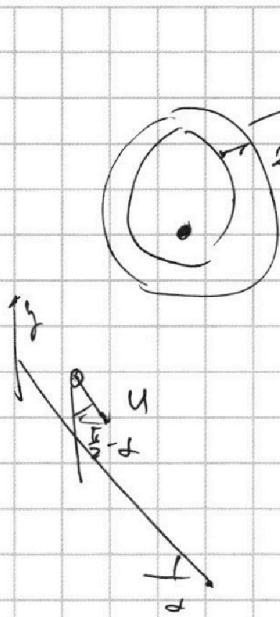


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$\frac{dm}{dr} = \rho \cdot 2\pi r \cdot dr \Rightarrow dm = 2\pi r \rho dr$$

$$I = \int r^2 dm = \int_0^R r^2 \cdot 2\pi r \rho dr = 2\pi \rho \int_0^R r^3 dr = \frac{2\pi \rho R^4}{4} = \frac{1}{2} \rho \pi R^4$$

$$\rho = \frac{M}{\pi R^2 l} \Rightarrow I = \frac{1}{2} \cdot \frac{M}{\pi R^2 l} \cdot \pi R^4 = \frac{1}{2} M R^2$$

$$mgh + \frac{3}{2} Mu^2 = \text{const}$$

$$\frac{d}{dt} (mgh + \frac{3}{2} Mu^2) = 0$$

$$mg \frac{dh}{dt} + 3Mu \frac{du}{dt} = 0$$

$$mg \sin \alpha + 3u \alpha = 0$$

$$-\frac{3}{5} u \alpha = \alpha$$

$$mg \sin \alpha - m \alpha r \cos \alpha = 0$$

$$mg \sin \alpha + m \alpha r \cos \alpha = 2 \alpha r$$

$$mg \sin \alpha = 2 \alpha r \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2}{3}$$

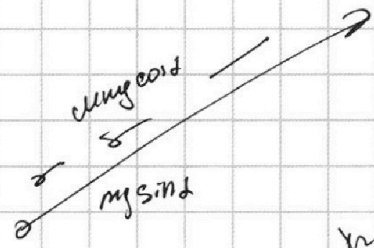
$$\frac{3}{2} P_1 \Delta V + \frac{5}{2} P_2 \Delta V = Q$$

$$Q = \frac{3}{2} V_m R |AT_2| + \frac{5}{2} V_n R |AT_1| + (P_1 + P_2) \Delta V$$

$$Q = \frac{3}{2} |AP_1| V + \frac{5}{2} |AP_2| V$$

$$Q = (\frac{3}{2} V_m + \frac{5}{2} V_n) |AT_1|$$

Max  $\frac{d}{dx} = 0$   
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$   
 $\sin \alpha \cos \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \beta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \beta \cos \alpha = 0$   
 $\sin(\alpha_0) \cos(\alpha_0 + \alpha) = \sin(\alpha_0) \sin(\alpha_0 + \alpha) \Rightarrow$





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!

$$S_x = \frac{2V_0 \sin(\alpha_0)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S_x = \frac{2V_0 \sin(\alpha_0)}{g \cos^2 \alpha} + \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S_x = \frac{2V_0 \sin(\alpha_0)}{g \cos^2 \alpha} \left( 1 + \frac{V_0 \sin \alpha_0}{g \cos^2 \alpha} \right)$$

$$\sin 2 \frac{g}{\omega} \cos(\alpha_0 + \alpha) \frac{\sin \alpha_0}{2g \cos \alpha} = 1 - \sin \alpha_0$$

$$U \quad E = \frac{U}{\sigma} =$$

$$m \frac{V_0^2}{R} = -qE$$

$$\frac{V_0^2}{R} = -\gamma E =$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{-\gamma ER}$$

$$U_x = |A| \mu A$$

$$m|D_x| = -qE \Rightarrow |D_x| = -\gamma E$$

$$-E \left( \frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = -\frac{q\phi}{8} E \Rightarrow \Delta A =$$

$$= -qE \frac{3d}{8} = \frac{m(U')^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} - qE \frac{3d}{8} = \frac{m(U')^2}{2} \quad | : m$$

$$\frac{V_0^2}{2} - \gamma E \frac{3d}{8} = \frac{U^2}{2}$$

$$\sqrt{V_0^2 - 3\gamma E \frac{3d}{4}} = U$$

$$m \Delta x = -qE$$

$$q \Delta x = -qE$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha_0}{g \cos \alpha}$$

$$\frac{S_x}{\cos(\alpha_0 + \alpha)} = \frac{g t^2}{2 \sin \alpha_0}$$





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!

$t'$  - время падения на шланг

$$t' = 2 \frac{V_0 \sin \alpha_0}{g \cos \alpha}$$

находящих на шланг.

$S_y^2$  - проекция  
перемещения оснований,

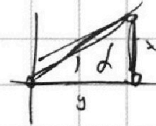
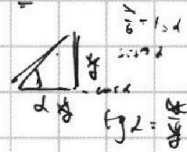
$$g_x = -g \sin \alpha$$

$$U_y(t) = V_0 \cos \alpha_0 - g \sin \alpha t \quad \text{- равномерное}$$

$$g \text{ движение. } \Rightarrow S_y = V_0 \cos \alpha_0 t' - \frac{g \sin \alpha (t')^2}{2} =$$

$$= V_0 \cos \alpha_0 \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha_0}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot 4 \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= 2 \frac{V_0^2 \cos \alpha_0 \sin \alpha_0}{g \cos \alpha} - 4 \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{g \cos^2 \alpha}$$



$$x(t) = V_0 \cos(\alpha_0 + \alpha) t$$

$$y(t) = V_0 \sin(\alpha_0 + \alpha) t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{x(t)}{V_0 \cos(\alpha_0 + \alpha)}$$

$$-Q = -AT_2 + A \quad V_0 \sin(\alpha_0 + \alpha) t = x(t) \operatorname{tg}(\alpha_0 + \alpha)$$

$$y(x) = x \operatorname{tg}(\alpha) - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)} = x \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

$x \rightarrow \max$

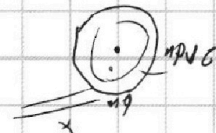
$$x \operatorname{tg}(\alpha_0 + \alpha) - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha_0 + \alpha)} = x \operatorname{ctg} \alpha$$

$$x/2 = d \sin \alpha$$

$$d \sin \alpha = x/2$$

$$m R^2 +$$

$$- m v^2 / 2 = m \omega^2 x = m v^2 \sin \alpha$$





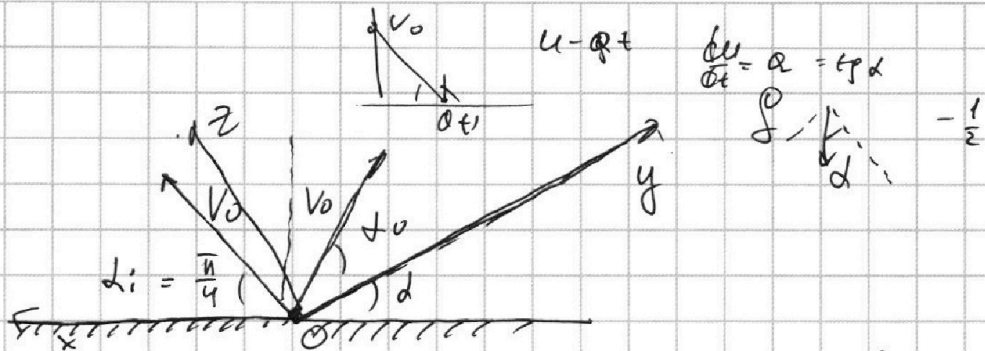
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

2.



Для осколков, падающих на поверхность:

$$|\vec{S}| = S_x, \text{ где } \vec{S} - \text{перемещение, а } S_x -$$

$t_0$  его проекция на ось  $Ox$ :

$t$  - время полёта осколка, упавшего на пов.

$$U_y = v_0 \sin \alpha; \text{ где } \alpha - \text{угол между вектором}$$

$$U_x = v_0 \cos \alpha; \text{ нач. скорости и поверхностью}$$

$$t = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow S_x = 2 U_x = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g} \leq \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow S_1 = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{S_1 g} =$$

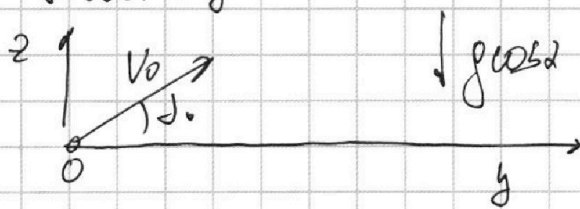
( $\alpha$  при этом равно  $\frac{\pi}{4}$ )

$$= \sqrt{160 \cdot 10} = \sqrt{16 \cdot 100} = 40 \text{ м/с}$$

2. перейдём в инерциальную с.о., где пов.т.

относительно горизонтальной (ось  $Oy$ ):

ось  $Oz \perp$  ось  $Oy$



$$F_z = -g \cos \alpha$$

$\alpha$  - угол между

нач. скоростью и осью  $Oy$ :



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

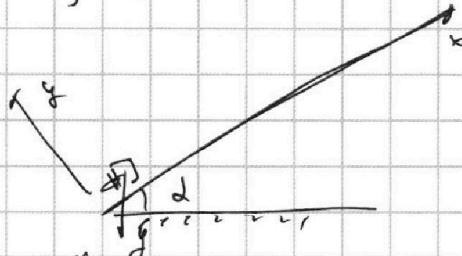
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

$$\frac{4}{5} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} \cdot \frac{8}{20} = \frac{6}{5}$$

10

$\alpha$ -угол склона  
плоскости



по 2-ой закону Ньютона для шара  
(во втором случае)

y:  $N = mg \cos \alpha$ ; x:  $m a_{1x} = -N \sin \alpha - mg \sin \alpha$   
(по второму закону Ньютона)

x:  $m a_{2x} = N \sin \alpha - mg \sin \alpha$

из условия:

$$a_{1x} = -\frac{1}{2}; \quad a_{2x} = -1 \Rightarrow \begin{cases} -N \sin \alpha - mg \sin \alpha = -\frac{1}{2} m g \\ N \sin \alpha - mg \sin \alpha = -m g \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2 mg \sin \alpha = 3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{20}$$

2. Для определения скорости воспользуемся  
законом сохранения энергии:

$$M g h_0 = M g h + \frac{I \omega^2}{2} + \frac{M v^2}{2}, \text{ где } \omega - \text{угловая скорость}$$

вращения бочки,  $h_0, h$  начальная и конечная  
высоты соответственно,  $I$  - момент инерции бочки,  
 $v$  - скорость бочки

$$I = \frac{1}{2} n M R^2 + M R^2, \text{ где } R - \text{радиус бочки, } M - \text{масса бочки}$$