



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

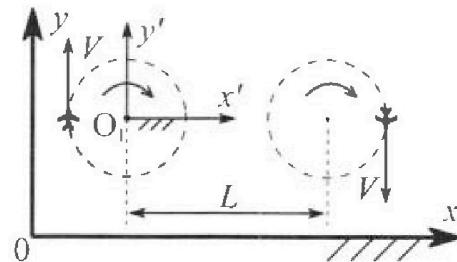


**Вариант 10-04**

*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  $V = 100 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R=500 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

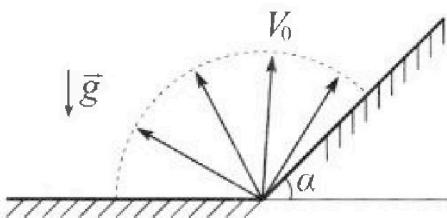
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , где  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



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

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x' O_1 y'$ , 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  $T = 5 \text{ с}$ , максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



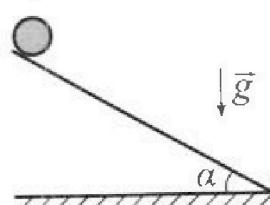
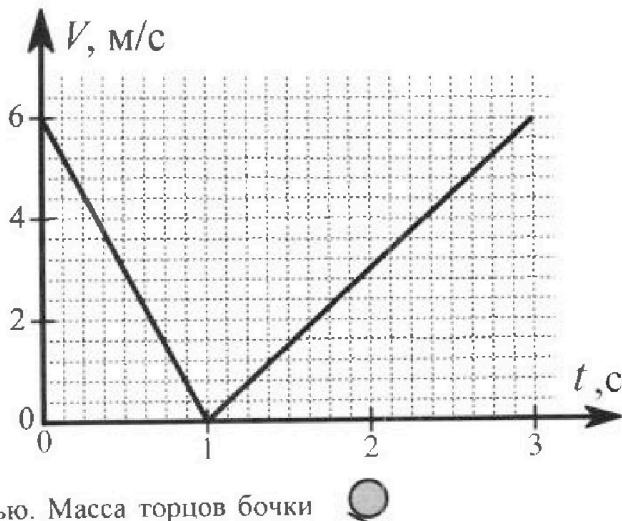
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

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  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – 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  $n=4$  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  $h=1,5 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  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 А внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

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

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

Через некоторое время п осле 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"/> 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  
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!

№ 5

Дано:

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

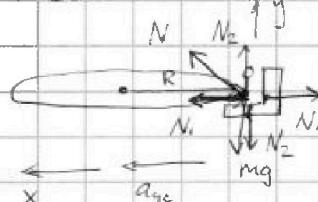
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{N}{mg} = ?$$

$$\Delta = 1,25 \text{ м} = 1250 \text{ м}$$

$$z) \vec{U} = ?$$

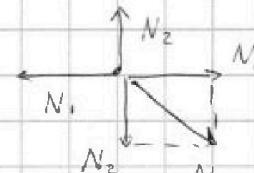
Решение:



+) по II Закону

$$\begin{cases} m a_{gc} = N_1 \\ a_{gc} = \frac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow N_1 = \frac{m v^2}{R}$$

$$0g: mg = N_2$$



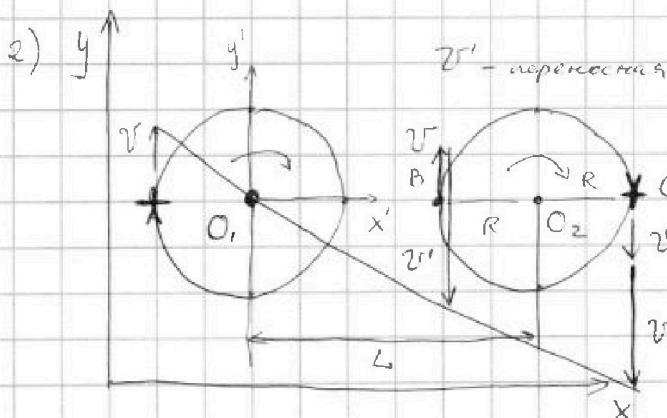
$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{\frac{m^2 v^4}{R^2} + m^2 g^2}$$

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

$$= \sqrt{\frac{10^8}{5^2} + 10^2}$$

$$= \sqrt{\frac{5^2 \cdot 2^4}{10^2} + 10^2} = \sqrt{\frac{5^2 \cdot 2^2 (2^2 + 1)}{10^2}} = \frac{10\sqrt{5}}{10} = \sqrt{5} \approx 2,25$$

$$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{5^2 \cdot 2^4 + 10^2}}{10} = \frac{10\sqrt{5}}{10} = \sqrt{5} \approx 2,25$$



+) при переходе вращающуюся CO  $x' O_1 y'$ , сдвигнутое в первом самолете если окружность  $O_2$  (с центром  $O_2$ ) движется относительно  $O_1$  с угловой скоростью  $\omega$  относ.  $O_1$

$$\Rightarrow O_2 - M G B \in CO x' O_1 y'$$

т.н. окружность с центром  $O_2$  имеет один  $\omega_2$  в АСС для всех точек

$$\Rightarrow \text{Б.Г.В.} \in ACO \quad \Omega_B = v' \text{ в направлении единице } O_2.$$

$$6) CO x' O_1 y' \\ \omega = \frac{v_B}{R_B} = \frac{v_{\text{самолета}}}{R_B}$$

где  $R_B$  - расстояние от Б.Г.В. до  $O_1$

$$R_B = \text{расстояние от Б.Г.В. до } O_1$$

$$\omega = \frac{v - v'}{L - R} = \frac{v + v'}{L + R}$$

$$\Rightarrow v(R + R) - v'(L + R) = v(L - R) + v'(L - R) \\ 2vR - 2v'L = 2vL - 2v'R + v'L + v'R \\ 2vR = 2v'L \Rightarrow v' = \frac{vR}{L}$$



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!

$$U' = U \frac{R}{L}$$

$$\bar{U} = U + U' = U + U \frac{R}{L} = U \left(1 + \frac{R}{L}\right) \quad \text{наибольшее значение по оси } Oy$$

$$U = 100 \left(1 + \frac{500}{1250}\right) = 100 \left(\frac{1750}{1250}\right) = 100 \cdot \frac{7}{5} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ м/c}$$

$$\text{Ответ: } \frac{N}{mg} = \sqrt{5} \approx 2,25 ; \quad U = 140 \text{ м/c} \quad \text{направление: } 7 \text{ в } Cy \quad 11 \text{ в } Og$$



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

Дано: | Решение:

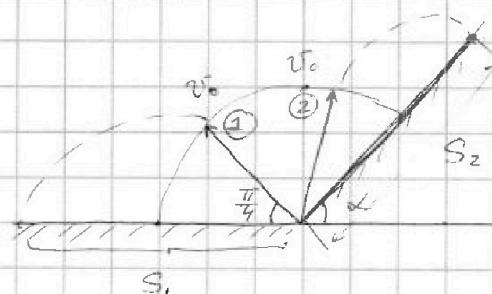
$$T_1 = 5 \text{ с}$$

$$S_1 = 100 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\Rightarrow V_0 = ?$$

$$\Rightarrow \alpha = ?$$



$$1) S_1 = V_0 \cdot \cos \frac{\pi}{4} \cdot T_1$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \frac{\pi}{4}}{2g} = \frac{g \cdot \left(\frac{T_1}{2}\right)^2}{2}$$

$$\Rightarrow V_0^2 = \frac{g^2 T_1^2}{4 \cdot \sin^2 \frac{\pi}{4}} \Rightarrow V_0 = \frac{g T_1}{2 \sin \frac{\pi}{4}}$$

$$V_0 = \frac{10 \cdot 5}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \approx 35 \text{ м/с}$$

2) нарисуйте параболу без опасности

по горизонтали  
найдем максимальное перемещение  
у арбалета, выпущенного  
под углом  $45^\circ$  к  
горизонту

$$\begin{aligned} & \text{вектор } 1 \\ & \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad \frac{S_2}{2} = \frac{1}{2} V_0 \cdot T_1 \cdot \sin \frac{\pi}{4} \\ & S_2 = \frac{1}{2} L \cdot g \end{aligned}$$

$\Rightarrow L - \max$  при  $\sin \alpha = \max$

$$\sin \alpha = 90^\circ \Rightarrow V_0 = 25$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{2} = 45^\circ \Rightarrow \text{угол}$$

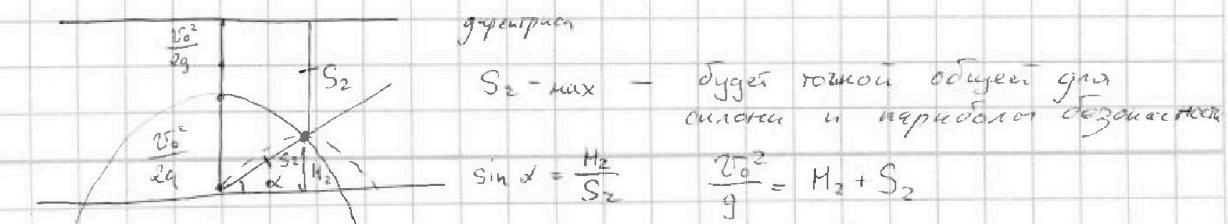
вылета арбалета

при этом  $T_{\max} = \frac{T_1}{2}$



$$\sin \alpha = \frac{V_0^2 - S_2}{S_2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{35 \cdot 35 - 100}{100} = \frac{382 - 100}{100} \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \frac{1225 - 100}{100}$$





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  
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!

$$\frac{V_0^3}{g} = S_2 \cdot \sin \alpha + S_2 = S_2 (\sin \alpha + 1)$$

$$\Rightarrow \sin\alpha + 1 = \frac{v_0^2}{S_2 g} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{v_0^2}{S_2 g} - 1$$

$$\sin x = \frac{35 \cdot 35}{100 \cdot 10} - 1 = \frac{1225}{1000} - 1 = 1,225 - 1 = 0,225$$

~~1225~~  
~~1000~~

~~1225~~  
~~1000~~, 1903       $x = \arcsin(0,225)$

$$\text{Orber: } V_0 = 25\sqrt{2} \approx 35 \text{ m/s; } d = \arcsin(0.225)$$

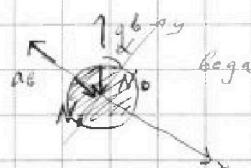
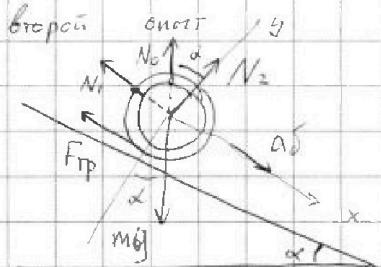


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$m\ddot{b} = m\ddot{g} = 4m\ddot{a} \quad m\ddot{b} = 4m\ddot{a}$$

$$\ddot{m}\ddot{g} = m\ddot{a}$$

$$\begin{aligned} a &= g \sin \alpha \\ a &= 9.8 \sin 45^\circ \end{aligned}$$

$$a = 6.95 \text{ m/s}^2$$

$$a = 6.95 \text{ m/s}^2$$

по II Закону Ньютона:

$$\begin{aligned} \text{длина } Ox: \quad 4ma &= 4mg \cdot \sin \alpha - N_1 - N_2 \sin \alpha \\ \Rightarrow N_1 + N_2 \sin \alpha &= 4mg \sin \alpha - 4ma \end{aligned}$$

длина Ox:

$$ma = mg \cdot \sin \alpha - (N_1 + N_2 \sin \alpha) - F_{fP}$$

длина Cy:

$$N_2 = mg \cdot \cos \alpha \quad F_{fP} = \mu N_2 \Rightarrow F_{fP} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow ma = mg \sin \alpha - 4mg \sin \alpha + 4ma + \mu mg \cos \alpha$$

$$3a + g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 4g \sin \alpha$$

$$3a = 3g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 2g \sin \alpha + g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

из предыдущего пункта

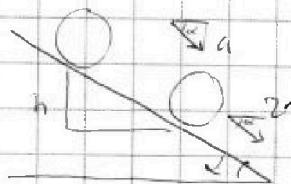
$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{2\pi}{t_1} = a \Rightarrow g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{6.4/c}{1c} = 6.4/c$$

из предыдущего пункта

$$2g \sin \alpha = \frac{2\pi}{t_1} + \frac{2\pi}{t_2} \Rightarrow 2g \sin \alpha = \frac{6.4/c}{1c} + \frac{6.4/c}{2c} = 9.4/c^2$$

$$a = \frac{2g \sin \alpha + g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{3} = \frac{\frac{2\pi}{t_1} + \frac{2\pi}{t_2} + \frac{2\pi}{t_1}}{3} = \frac{2}{3} \frac{2\pi}{t_1} + \frac{1}{3} \frac{2\pi}{t_2}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{6.4/c^2 + 9.4/c^2} \Rightarrow a = 5.4/c^2$$



$$2\pi = a \cdot t$$

$$h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2a \sin \alpha} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2ah}{\sin \alpha}}$$

$$v = \sqrt{\frac{a \cdot 5 \cdot 1.5}{0.45}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1.5}{0.45}} = \sqrt{\frac{300}{9}} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ m/s}$$

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.



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

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!

Nº 3

Дано:

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) \sin \alpha = ?$$

первый  
этап

$$h = 1,5 \text{ м}$$

$$n = 4$$

$$2) v = ? \quad 3) \mu = ?$$

$$2) a = ?$$

$$S_1 = v_i \cdot t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = \frac{v_i \cdot t_1}{2}$$

наицад. под  
траектории

Решение:

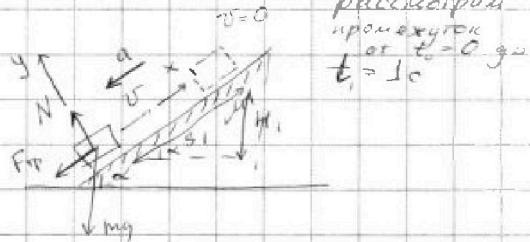
$$v_i = 6 \text{ м/с}$$

$$2,4 \text{ м}$$

$$S_1 = ?$$

$$S_2 = ?$$

$$t_1, \text{ с}$$



на II Запомни Монгомери:

$$Ox: -ma_x = -F_{fr} - mg \cdot \sin \alpha$$

$$Oy: N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\mu N + F_{fr} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow ma_x = \mu mg \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha$$

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

$$\Rightarrow \frac{v_i \cdot t_1}{2} = \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow a t_1 = v_i \Rightarrow g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) t_1 = v_i$$

$$(a = \frac{v_i}{t_1})$$

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{S_1}$$

$$H_1 = \frac{v_i^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2a \cdot \sin \alpha} = \frac{v_i^2 \cdot \sin \alpha}{2a} = \frac{v_i^2 \cdot \sin \alpha}{2 \cdot v_i} = \frac{v_i \cdot \sin \alpha}{2}$$

2)  $\sin \alpha = ?$



рассмотрен промежуток  
от  $t_1 = 1,0$  до  $t_3 = 3,0$

$$t_3 - t_1 = t_2 = 2\text{s}$$

$$Ox: ma = mg \cdot \sin \alpha - F_{fr}$$

$$F_{fr} = \mu N = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$Oy: N = mg \cdot \cos \alpha$$

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

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

$$v_i = a_2(t_3 - t_1) = a_2 \cdot t_2 \Rightarrow a_2 = \frac{v_i}{t_2} = g(\sin \alpha - \mu g \cos \alpha)$$

$$a_1 + a_2 = \frac{v_i}{t_1} + \frac{v_i}{t_2} = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha + g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{v_i}{t_1} + \frac{v_i}{t_2} = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2g} \left( \frac{v_i}{t_1} + \frac{v_i}{t_2} \right)$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2 \cdot 10} \cdot \left( \frac{6}{1} + \frac{6}{2} \right) = \frac{1}{20} \cdot 9 = \frac{9}{20} = 0,45$$

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

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!

второй этап

$m\ddot{\theta} = m\dot{\theta}\omega = 4m\ddot{\theta}$  |  $m\ddot{\theta} = 4m\ddot{\theta}$  |  $\ddot{\theta} = \ddot{\theta}$

$(a_\theta = \dot{a}_\theta) - a_\theta \text{ по II Закону Ньютона}$

$a_\theta = 0_x: N_1 = N_2 = N$

$a_\theta = 0_y: N_2 = (N_1 + m)g \cdot \cos\alpha$

$F_{тр} = \mu N_2 = \mu mg \cos\alpha$

$\Rightarrow \mu mg = mg \sin\alpha = 4mg - \mu mg \cos\alpha = 4mg \cdot \sin\alpha$

$3mg = \mu g \cos\alpha - g \sin\alpha$

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

$\sin\alpha = \frac{9}{20}$

из предыдущего получим

$a_2 - a_1 = g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha - g \cos\alpha$

$a_2 - a_1 = -2\mu g \cos\alpha$

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

$\mu g \cos\alpha = \left(\frac{v_1}{t_1} - \frac{v_2}{t_2}\right) \cdot \frac{1}{2}$

$\mu g \cos\alpha = \left(\frac{6}{1} - \frac{6}{2}\right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$

из предыдущего  $g \cdot \sin\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_2}{t_2}\right)$

$g \cdot \sin\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{6}{1} + \frac{6}{2}\right) = \frac{9}{2}$

5.  $\mu g \cos\alpha = a_2 - a_1 = 5g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha$

при  $\mu \geq \tan\alpha$

без просчета засчитано

$\sin\alpha = \frac{9}{20}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$

$\tan\alpha = \frac{9}{\sqrt{319}}$

$\mu \geq \frac{9}{\sqrt{319}}$



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

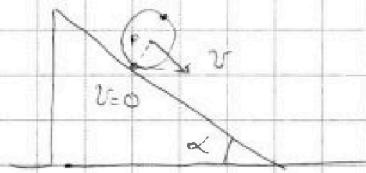
6

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!

$$U = \frac{10}{\sqrt{3}} \approx 5,8 \text{ м/с}$$



Ответ:  $\sin \alpha = 0,45$ ;  $U = \frac{10}{\sqrt{3}} \approx 5,8 \text{ м/с}$ ;  $\mu \geq \frac{9}{\sqrt{319}}$



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!

$$a_3 \quad (c-1) \quad Q = \frac{3}{2} \vartheta_1 R_a T_1 + \frac{5}{2} \vartheta_2 R_a T_2 \quad \text{также} = \vartheta R_a T_2$$

$$u_3 \quad (c-2) \quad Q = \frac{9}{2} \vartheta_1 R_a T_2 + \frac{5}{2} \vartheta_2 R_a T_1 + \underbrace{\vartheta_1 R_a T_2 + \vartheta_2 R_a T_2}_{\Rightarrow}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \vartheta_1 R_a T_1 + \frac{5}{2} \vartheta_2 R_a T_1 = \frac{5}{2} \vartheta_1 R_a T_2 + \frac{7}{2} \vartheta_2 R_a T_2 +$$

$$\vartheta_2 R \left( \frac{5}{2} \vartheta_1 T_1 - \frac{7}{2} \vartheta_1 T_2 \right) = \vartheta_1 R \left( \frac{5}{2} \vartheta_2 T_2 - \frac{3}{2} \vartheta_2 T_1 \right) \quad \vartheta_1 = \frac{N_1}{N_A} \quad \vartheta_2 = \frac{N_2}{N_A}$$

$$\Rightarrow \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{\left( \frac{5}{2} \vartheta_1 T_1 - \frac{7}{2} \vartheta_1 T_2 \right)}{\left( \frac{5}{2} \vartheta_2 T_2 - \frac{3}{2} \vartheta_2 T_1 \right)} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 58 - \frac{7}{2} \cdot 40}{\frac{5}{2} \cdot 40 - \frac{3}{2} \cdot 58} = \Rightarrow \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{N_1}{N_A} \cdot \frac{N_2}{N_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$= \frac{5 \cdot 29 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 29} = \frac{145 - 140}{100 - 87} = \frac{5}{13} = \frac{N_1}{N_2}$$

Ответ:  $A_{внеш} = \cancel{630} \text{ Дж}$ ;  $C_p = \frac{29}{3} R \approx 26,8 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$ ;

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}.$$

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

Дано:

$$|Q| = 2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ K}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ K}$$

$$i(\text{He}) = 3$$

$$i(\text{N}_2) = 5$$

$$1) A_{\text{внеш}} = ?$$

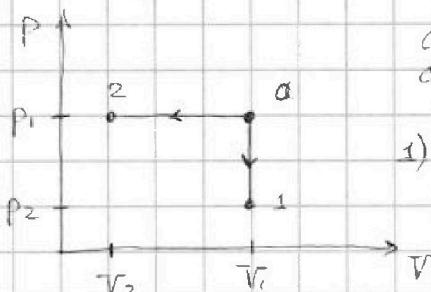
$$2) C_p = ?$$

$$3) \frac{N_1(\text{He})}{N_2(\text{N}_2)} = ?$$

Решение:

нарисуем график процессов  $p(V)$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$



0-1 - изокорицей  
0-2 - изобарии

$\text{J}_1 = (\text{He})$   
 $\text{J}_2 = (\text{N}_2)$

2 - синус

$$1) 1\text{HT}: _1Q = \Delta U + A_{\text{внеш}}$$

$$(0-1) |Q| = \frac{3}{2} \text{J}_1 R_a T_1 + \frac{5}{2} \text{J}_2 R_a T_2 + 0$$

$$\Rightarrow Q = R_a T_1 \left( \frac{3}{2} \text{J}_1 + \frac{5}{2} \text{J}_2 \right)$$

$$\left( \frac{3}{2} \text{J}_1 + \frac{5}{2} \text{J}_2 \right) = \frac{Q}{R_a T_1}$$

$$2) 1\text{HT}: _1Q = \Delta U + A_{\text{внеш}} \Rightarrow _1Q = \Delta U - A_{\text{внеш}}$$

$$(0-2) |Q| = \left( \frac{3}{2} \text{J}_1 R_a T_2 + \frac{5}{2} \text{J}_2 R_a T_1 \right) - A_{\text{внеш}} \Rightarrow A_{\text{внеш}} = Q - R_a T_2 \left( \frac{3}{2} \text{J}_1 + \frac{5}{2} \text{J}_2 \right)$$

$$\Rightarrow A_{\text{внеш}} = Q - R_a T_2 \cdot \frac{Q}{R_a T_1} = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \cdot \left( 1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{9}{29} = 70 \cdot 9 = 630 \text{ Дж}$$

$$3) A_{\text{внеш}} = p_1 \cdot \Delta V = p_1 \cdot (V_1 - V_2) \quad p \Delta V = \partial U \text{ при } \text{Менделеева-Капионов}$$

$$\Rightarrow p_1 (V_1 - V_2) = \partial R (T_1 - T_2) = \partial R_a T_2$$

$$\Rightarrow A_{\text{внеш}} = \partial R_a T_2 = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \Rightarrow \partial = \frac{Q ( \Delta T_1 - \Delta T_2 )}{R_a T_2 \cdot \Delta T_1}$$

$$1\text{HT}: _1Q = \Delta U + A_{\text{внеш}} = \partial C_p a T \quad (\text{т.к. изобар.}) \equiv \partial C_p a T$$

$$\Rightarrow Q = \partial C_p a T_2 \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\partial a T_2} = \frac{Q \cdot R_a T_2 \cdot \Delta T_1}{\partial ( \Delta T_1 - \Delta T_2 ) \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow C_p = \frac{R_a T_1}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{8,31 \cdot 58}{(58 - 40)} = \frac{8,31 \cdot 58}{18} \approx$$

$$C_p = \frac{29}{9} R \approx 26,8 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

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.

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

№5

Дано:

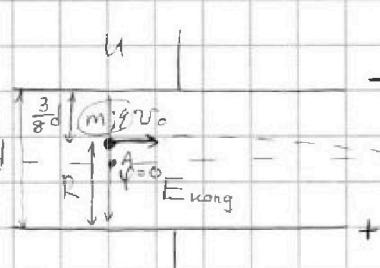
$$U; d; \varepsilon_0$$

$$\frac{3}{8}d; R$$

$$1) r = \frac{q}{m} = ?$$

$$2) \varphi = ?$$

Решение:



$Q$  - заряд конденсатора

$$1) g = R = \frac{\varepsilon_0 \cdot U^2}{a_n} \quad \text{по-данн. газ приблиз.} \Rightarrow a_n = \frac{\varepsilon_0 \cdot U^2}{R}$$

$$2) C_{\text{плоского конденсатора}} = \frac{Q}{U} = \frac{E_0 S}{d}$$

$$E_{\text{плоского конд.}} = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} \cdot 2 = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} \quad (2 E_{\text{один стороны}}) \quad \rightarrow \text{заряды}$$

$$E_{\text{конд.}} = \frac{U}{d}$$

3) по II закону Ньютона: (газ нестационар.)

$$m a_n = F = E_{\text{конд.}} \cdot g = \frac{U \cdot g}{d} \cdot g \Rightarrow r = \frac{q}{m} = \frac{a_n \cdot d}{U}$$

$$\Rightarrow r = \frac{q}{m} = \frac{\varepsilon_0 \cdot U^2 \cdot d}{R \cdot U}$$

$$4) ЗСГ: W_1 + E_{\psi_1} = W_2 + E_{\psi_2} \quad W_2 = 0$$

$$W_1 = \psi_1 \cdot g$$

т.к. в середине обеих плоскостей конденсатора  $\psi = 0$  бт.  $A \psi_1 = 0$

$$\Rightarrow (\psi_A - \psi_1) = E_{\text{конд.}} \cdot (d_A - d_1) = \frac{U}{d} \cdot \left( \frac{4}{8}d - \frac{3}{8}d \right) = \frac{U}{8}$$

$$\Rightarrow 0 - \psi_1 = \frac{U}{8} \Rightarrow \psi_1 = -\frac{U}{8}$$

$$\Rightarrow W_1 = -\frac{U}{8} \cdot g$$

$$\Rightarrow \text{ЗСГ: } -\frac{U}{8}g + \frac{m \varepsilon_0 U^2}{2} = \frac{m \varepsilon_0 U^2}{2} \quad /: m$$

$$\Rightarrow -\frac{U}{8}r + \frac{\varepsilon_0 U^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 U^2}{2} \quad / \cdot 8$$

$$-Ug + 4\varepsilon_0 U^2 = 4\varepsilon_0 U^2$$

$$\Rightarrow \varepsilon_0 U^2 = \varepsilon_0 U^2 - \frac{Ug}{4} \Rightarrow U = \sqrt{\varepsilon_0^2 - \frac{Ug^2}{4\varepsilon_0 R}} = \varepsilon_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{4\varepsilon_0 R}}$$

$$\text{Ответ: } r = \frac{q}{m} = \frac{\varepsilon_0 \cdot U^2 \cdot d}{R} ; \quad U = \varepsilon_0 \sqrt{1 - \frac{g^2}{4\varepsilon_0 R}}$$



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!

№4

He - 2, N<sub>2</sub> - O<sub>2</sub>

(He) (N<sub>2</sub>)

$$Q = 2320 \text{ Дж}$$

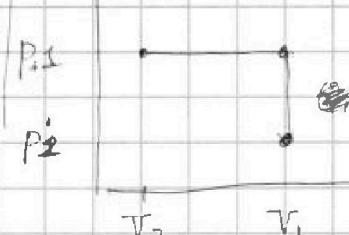
$$\Delta T_1 = 58 \text{ K}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ K}$$

Ab<sub>неш</sub> = ?

c<sub>p,2</sub> = ?

$$\frac{M_1}{N_2} = ?$$



Менеджер - Ильинский р-н

$$pV = kRT$$

$$\Delta H\bar{T}_1 Q = \Delta U + \Delta A_{изот}$$

$$\rightarrow Q = \frac{3}{2}kR\Delta T_1 + \Delta A_{изот}$$

$$Q = \frac{3}{2}kR\Delta T_1 + \frac{5}{2}kR\Delta T_2$$

+ Ab<sub>неш</sub>

$$\Delta H\bar{T}_2 Q = \Delta U + \Delta A_{изот}$$

$$-Q = -\frac{3}{2}kR\Delta T_2 - \frac{5}{2}kR\Delta T_1$$

$$= p_1(V_1 - V_2) \quad \text{Ab<sub>неш</sub>}$$

$$Ab_{неш} = Q - \frac{3}{2}kR\Delta T_2 - \frac{5}{2}kR\Delta T_1$$

$$Ab_{неш} = Q - R\Delta T_2 \left( \frac{3}{2}k + \frac{5}{2}k \right)$$

$$Ab_{неш} = Q - \frac{R\Delta T_2 \cdot Q}{R\Delta T_1}$$

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

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

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

$$1 \quad \cancel{Q_1} = -Q_2 = -R\Delta T_2 \left( \frac{3}{2}k + \frac{5}{2}k \right) - Ab_{неш} = \cancel{c_p \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow -Q \cancel{\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} - Q + Q \cancel{\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \cancel{c_p \Delta T_2}$$

$$\frac{\cancel{Q}}{\cancel{R\Delta T_1}} \frac{\cancel{\Delta T_2}}{\cancel{\Delta T_2}}$$

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

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

$$4 \quad Q = c_p \Delta T_2$$

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

$$\begin{array}{r} 240,99 \\ -18 \\ \hline 62 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 19 \\ 126,77 \\ \times 29 \\ \hline 29 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 28,31 \\ \times 29 \\ \hline 29 \\ \end{array}$$

$$72 \quad \cancel{240,99}$$

$$240,99$$

$$8,31 \cdot \frac{29}{9}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 5 \\ \hline 145 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 29 \\ \times 3 \\ \hline 87 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 58-40 \\ 58 \\ \hline 18 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2320 \\ -203 \\ \hline 229 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \\ \end{array}$$







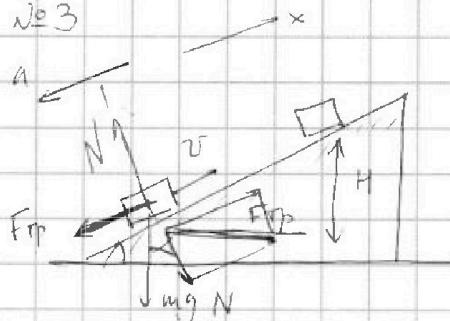
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

№ 3



$$3СЭ: mV^2$$

$$\Delta P = \frac{F}{\Delta t}$$

$$\Delta P = mV_0^2 - mV_0^2 = mV_0^2$$

$$O_x \quad N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$-ma = -F_{rp} - mg \cdot \sin \alpha$$

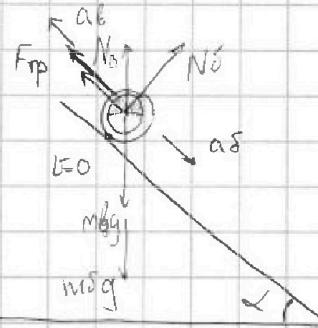
$$ma = F_{rp} + mg \cdot \sin \alpha$$

$$mfa = \mu mg \cdot \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha$$

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

$$S = V_0 \cdot t - \frac{at^2}{2} \quad \text{или} \quad$$

$$H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{a \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2a}$$



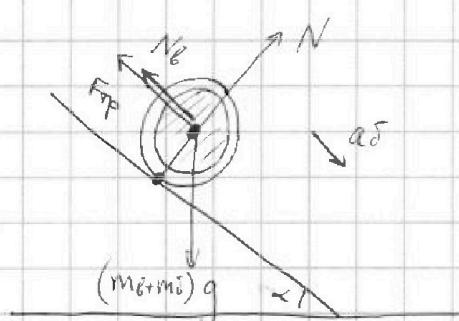
$$m_0 = 4m_5$$

400

$$\sin \alpha = \frac{H}{S}$$

$$\frac{9}{20} \quad \mu \geq \tan \alpha$$

$$\frac{319}{28} \frac{17}{14}$$



$$\frac{45}{10} - \frac{45}{2} =$$

$$\frac{319}{26} \frac{13}{12}$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \\ - 4,5 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12 \\ - 2,25 \\ \hline 9,75 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ - 3,9 \\ \hline 9,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \\ - 4,5 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ - 14 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 319 \\ - 28 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$N = m_0 g \cdot \cos \alpha$$

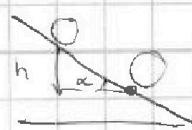
$$N_0 =$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 45 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12 \\ - 12 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ - 14 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$m_0 a_0 = mg \cdot \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - N_0$$

$$a_0 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_0 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$



$$\begin{array}{r} 319 \\ - 17 \\ \hline 302 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ - 17 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 97 \\ - 97 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ - 249 \\ \hline 70 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ - 17 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 97 \\ - 97 \\ \hline 0 \end{array}$$

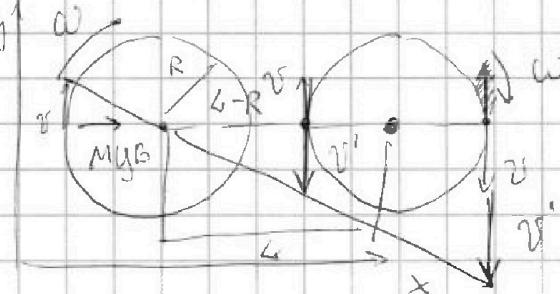
$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ - 14 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ - 5 \\ \hline 0 \end{array}$$

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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



по II ЗН:

$$ma = N_1 = m \frac{v^2}{R}$$

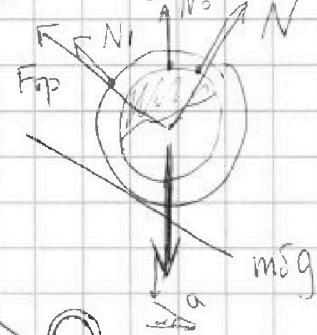
$$\Rightarrow \frac{N_1}{mg} = \frac{v^2}{Rg}$$

$$100^4 = (10^2)^4 = 10^8$$

$$500^2 = (5 \cdot 10^2)^2 = 5^2 \cdot 10^4$$

$$\frac{10^4}{5^2} = \frac{5^2 \cdot 2^4}{5^2} = 5^2 \cdot 2^4 N_1$$

$$\begin{array}{r} 2,1 \\ \times 2,1 \\ \hline 2,3 \\ 2,1 \\ \hline 4,2 \\ 4,2 \\ \hline 4,41 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,3 \\ \times 2,3 \\ \hline 2,69 \\ 2,3 \\ \hline 5,29 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,2 \\ \times 2,2 \\ \hline 4,4 \\ 4,4 \\ \hline 4,84 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,25 \\ \times 2,25 \\ \hline 4,50 \\ 4,50 \\ \hline 506,25 \end{array}$$

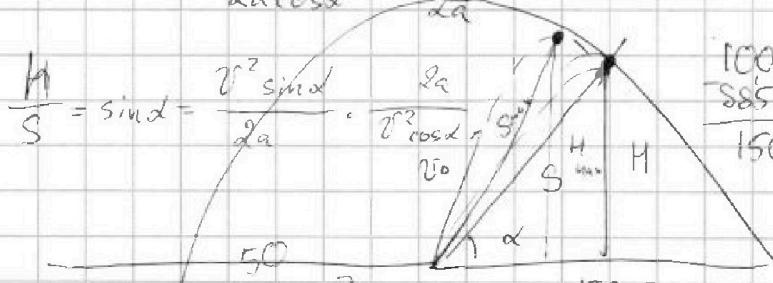


$$\frac{v^2 - v^1}{L - R} = \frac{v + v^1}{L + R} \quad \frac{175}{125} = \frac{7}{5}$$

$$175 \quad | 25$$

$$S = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2a \cos \alpha} = \frac{v^2 \cos \alpha}{2a}$$

$$25 = at \quad \frac{3}{17} \times \frac{4}{17}$$



$$\frac{1,5}{0,45} = \frac{150 \cdot 10^2}{45} \quad h = \frac{v^2 \sin \alpha}{2a}$$

$$\frac{25^2}{9} = Sma \quad \frac{3}{17} \times \frac{4}{17}$$

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

$$\frac{5}{17} \times \frac{4}{17} = \frac{2 \cdot 6^2}{2 \cdot 1} = 4$$

$$\frac{136}{105} \quad \frac{105}{1225} \quad h = \frac{v^2 \sin \alpha t^2}{2a \cos \alpha}$$

$$N + N_0 \sin \alpha = 4mg \sin \alpha - 4ma$$



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 вnumerиваются отдельно. Порча QR-кода недопустима!