



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

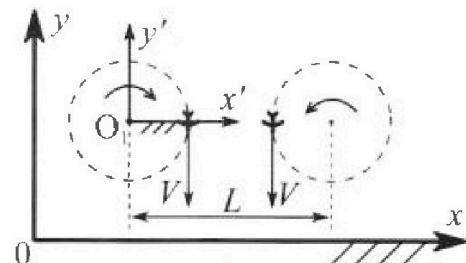


## Вариант 10-03

*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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

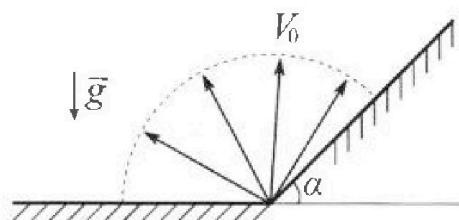
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени с самолетами 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.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолета во вращающейся системе отсчета  $x' O_1 y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолетом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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.

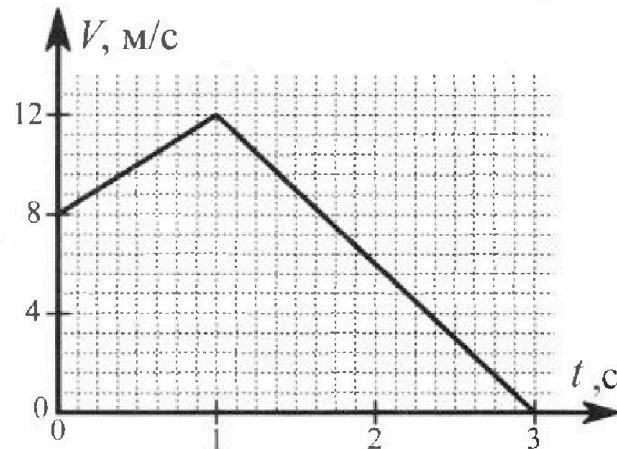


1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

2. 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

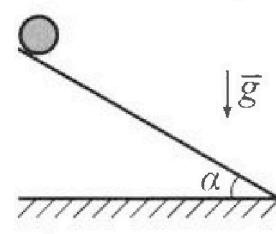


Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1 \text{ м}$ ?

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 10-03**



*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  $A$  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 некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?

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

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

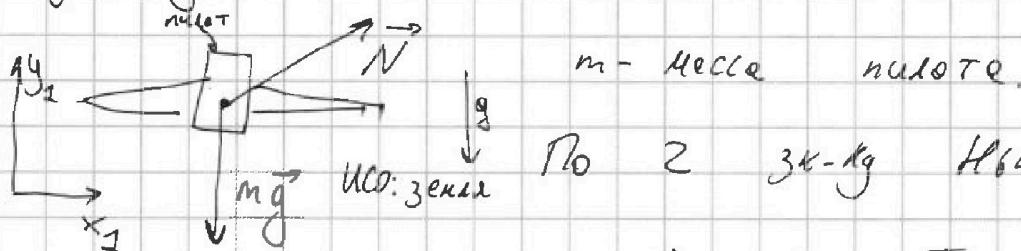
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

✓1

1. На пилота со стороны самолёта

действует сила  $N$ :



$m$  - масса пилота.

$P_0 = 2 \text{ зк-кг}$  Несмотря на

же пилот:  $m\vec{a} = \vec{N} + \vec{mg}$ . Т.к. самолёт (и пилот)

(и пилот) движутся в горизонтальной

плоскости, т.е.  $\ddot{q}_y = 0$ . Т.к. самолёт (и пилот)

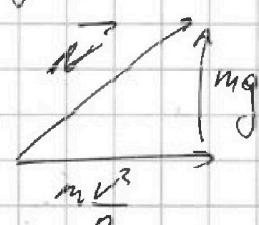
движется по окружности радиуса  $R$ ,

т.е. горизонтальная составляющая ускорения

пилота есть центробежное ускорение:

$$q_{x_1} = \frac{v^2}{R}. \quad q_y = 0 \Leftrightarrow N_{y_1} = mg$$

$$q_{x_1} = \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow N_{x_1} = m \frac{v^2}{R}$$



$$\text{П. 1. Дифференцируя: } N^2 + (mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + \left(\frac{3600}{660} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}\right)} = m \cdot 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

П. 3 3 зк-кг Несмотря же самолёт

и пилот:  $\vec{N} = -\vec{P}$   $P$ -вес пилота.

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  
2 ИЗ 2

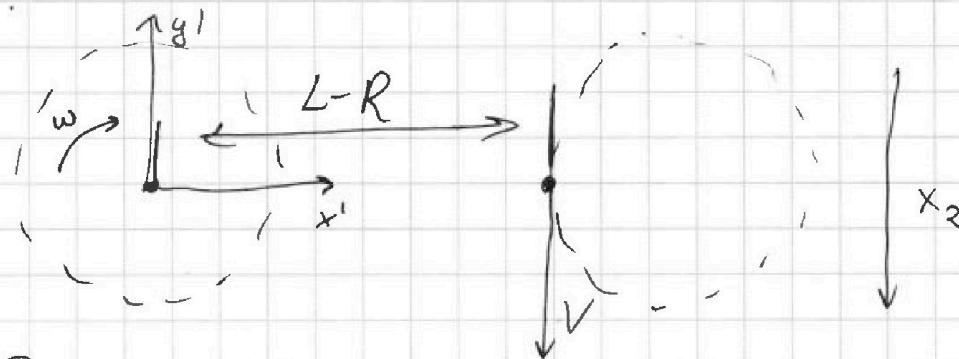
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$P = m \cdot 10 \cdot \sqrt{2} \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{mg}{P} = \frac{m \cdot 10 \frac{m}{c^2}}{m \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\delta = \left(1 - \frac{mg}{P}\right) \cdot 100\% = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \cdot 100\%$$

2.



Пусть  $\omega$  - скорость вращения CO.  $\omega = \frac{V}{R}$

т.к. CO кепа забыла, то скорость второго самолёта:

$$U_{x_2} = V - \omega (L - R)$$

$$U_{x_2} = V - \frac{V}{R} (L - R)$$

$$U_{x_2} = \cancel{60 \frac{m}{s}} - \cancel{10 \frac{m}{s^2}} (1440 \text{ м}) \quad \cancel{60 \frac{m}{s}} - \cancel{1 \frac{4}{6} \frac{m}{s^2}} (1440 \text{ м}) = \\ = - 180 \frac{m}{s}. \quad U = 180 \frac{m}{s}.$$

Ответ: 1.  $\delta = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \cdot 100\%$

2.  $U = 180 \frac{m}{s}$ , направлено в направлении оси  $y$  чертежа к зеваке.



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.

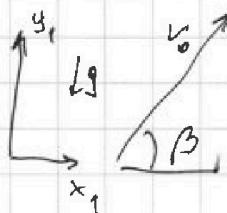
- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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 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!

№2

Рассмотрим произвольный осколок, выпавший под углом  $\beta$  к горизонту



$$y_1(t) = v_0 \cdot \sin(\beta) t - \frac{g t^2}{2}$$

$y_1(t)$  - квадратичное уравнение,

график передола, ~~заканчивается~~ ветви

вид. Значит, наибольшее значение

достигается при ~~на~~ в вершине

$$t_{\max} = \frac{v_0 \cdot \sin(\beta)}{g}, \quad y_1(t_{\max}) = y_{\max}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{g} = \frac{g \cdot v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{2g^2} =$$

$$= \frac{v_0^2 \cdot \sin^2(\beta)}{2g} \quad \sin^2(\beta) \leq 1, \quad \text{рекурсивно}$$

достигается при  $\sin(\beta) = 1, \quad \beta = 90^\circ$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} \cdot 1 \quad v_0 = \sqrt{2gH} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Рассмотрим осколок, попавший

на некоторую толстость

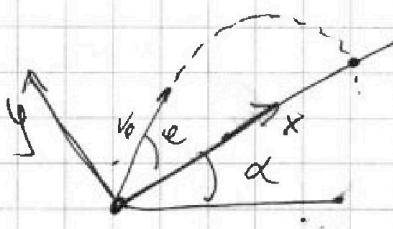


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$x(t) = V_0 \cdot \cos(\alpha) t - \frac{g}{2} \cdot \sin(\alpha) t^2$$

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

Рассмотрим условие падения на землю:

$$y(t_n) = 0 \quad V_0 \cdot \sin(\alpha) t_n - \frac{g}{2} \cos(\alpha) t_n^2 = 0$$

Из этого  $t_n \neq 0$ , т.к.  $t=0$  это явно не падение.

$$V_0 \cdot \sin(\alpha) = \frac{g}{2} \cos(\alpha) t_n \Rightarrow t_n = \frac{2V_0 \sin(\alpha)}{g \cos(\alpha)}$$

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

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

~~$$= \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} (\sqrt{2} (\sin(2\alpha) \cos(45^\circ) + \cos(2\alpha) \cdot \sin(45^\circ)) - 1) =$$~~

~~$$= \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} (\sqrt{2} \sin(2\alpha + 45^\circ) - 1)$$~~

S — максимальное из возможных значений  $x(t_n)$ .

Оно достигается когда функция  $\sin(2\alpha + 45^\circ)$  достигает своего наибольшего значения, т.е.  $\sqrt{2}$ .

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos(\alpha)} (\sqrt{2} - 1) \cdot \frac{800}{10 \cdot 0,6} (\sqrt{2} - 1) \text{ м} =$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2 V_0^2}{g \cos^2(\alpha)} \left( \sin(\alpha) \cos(\alpha) - \sin^2(\alpha) \cdot \tan(\alpha) \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2(\alpha)} \left( \sin(2\alpha) - \right. \\
 &\quad \left. - \cos(2\alpha) \tan(\alpha) - \tan(\alpha) \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2(\alpha)} \left( \cos(\alpha) \sin(2\alpha) - \cos(2\alpha) \sin(\alpha) - \right. \\
 &\quad \left. - \sin(\alpha) \right) = \frac{V_0^2}{g \cos^2(\alpha)} \left( \sin(2\alpha - \alpha) - \sin(\alpha) \right)
 \end{aligned}$$

S - максимальное возможное значение

$x(t_n)$ . Оно достигается при максимальном значении выражения  $\sin(2\alpha - \alpha)$  т. е. 1:

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

$$S = \frac{300}{10 \cdot 0,86} (1 - 0,8) \text{ м} = 50 \text{ м}$$

Ответ: 1. 30  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. 50 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.

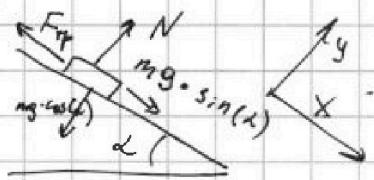
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

№3

1. Т.к. скорость шайбы  $v_0$  от склона увеличивается, то она катится вниз:



т.е. шайба скользит:

$$F_f = \mu N, \text{ где } N - \text{коэффициент}$$

трения между шайбой и склоном.

$$N = mg \cdot \cos(\alpha); \quad F_f = \mu mg \cdot \cos(\alpha)$$

По 2 закону Ньютона где начнёт:

$$m \cdot a_x = mg \cdot \sin(\alpha) - F_f$$

$$a_x = g \cdot \sin(\alpha) - \mu g \cdot \cos(\alpha).$$

Ускорение есть коэффициент пропорциональности скорости от времени:  $a_x = 4 \frac{m}{s^2}$

Две случаи möglich:

$$a_x = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cdot \cos(\alpha)$$

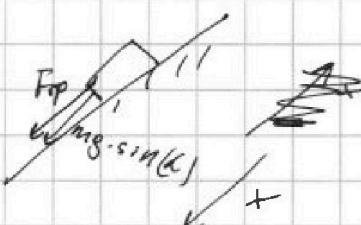
$$\text{Из пропорции: } a_x = 6 \frac{m}{s^2}$$

$$\left\{ 4 \frac{m}{s^2} = g \cdot \sin(\alpha) - \mu g \cdot \cos(\alpha) \right.$$

$$\left. 6 \frac{m}{s^2} = g \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cdot \cos(\alpha) \right\}$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \sin(\alpha) = \frac{1}{2} \right.$$

$$\left. N = \frac{1}{5\sqrt{3}} \right\}$$



$$\Leftrightarrow \left\{ 5 \frac{m}{s^2} = g \cdot \sin(\alpha) \right.$$

$$\left. 1 \frac{m}{s^2} = \mu g \cdot \cos(\alpha) \right\}$$

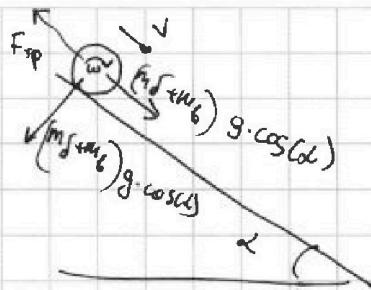


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



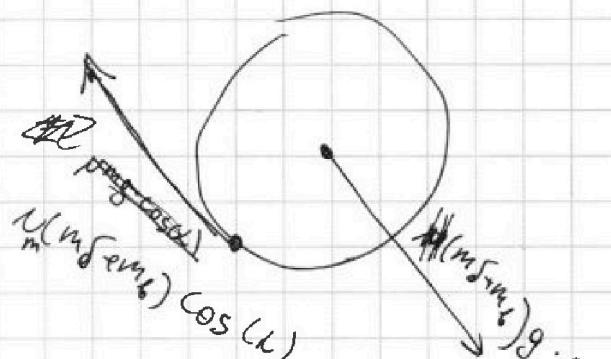
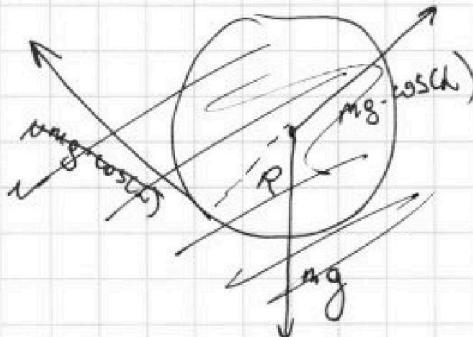
$\omega$  - угловая скорость вращения бочки;  $R$  - радиус бочки

По условию непр скольжения бочки:  $\omega R = \sqrt{m_1 g + m_2 g}$

$m_1$  - масса бочки

~~$m_2$  - масса воды~~  $m_2$  - масса воды

Рассмотрим бочку!



Рассмотрим краиний момент непр скольжения бочки:  $F_{rp} = \mu N$

По 2 зк-ку Искотока сж бочки с водой:

$$(m_1 + m_2) \alpha = (m_1 g + m_2 g) \sin(\alpha) - \mu N (m_1 g + m_2 g) g \cos(\alpha)$$

$$\alpha = g \cdot \sin(\alpha) - \frac{\mu N g \cos(\alpha)}{m_1 g + m_2 g} = \frac{(1-\mu)^2}{1+\mu^2} \frac{g^2}{R^2}$$

Угловое ускорение бочки  $\alpha = \frac{\epsilon}{R}$ :  
(орт. оси бочки):

$$M_f = I \cdot \epsilon$$

$$M = \overbrace{N(m_1 g + m_2 g) \cos(\alpha)}^{F_{rp}} \cdot R g ; \quad I = m_1 R^2 ; \quad \epsilon = \frac{\alpha}{R}$$

$$N(m_1 g + m_2 g) \cos(\alpha) = m_1 \cdot \alpha$$

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

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!

$$N_m \cdot \cancel{g} \cdot (n\cancel{g} \cdot (n+1) \cdot \cos(\alpha)) g = m_g \cdot Q$$

$$N_m \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10 \frac{4}{c^2} = Q$$

$$N_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{4}{c^2} = \cancel{g} \cdot \cancel{g} \cdot \sin(\alpha) - \mu_m g \cdot \cos(\alpha)$$

$$N_m \cdot 20\sqrt{3} \frac{4}{c^2} = 5 \frac{4}{c^2} - 5\sqrt{3} N_m \frac{4}{c^2}$$

$$N_m \cdot 5\sqrt{3} \frac{4}{c^2} = 1 \frac{4}{c^2} \quad N_m = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

При  $N \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$  проскальзывание не

будет, при  $N < \frac{1}{5\sqrt{3}}$  проскальзывание будет.

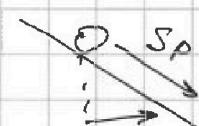
В расчетном примере случай  $N = \frac{1}{5\sqrt{3}}$  с

проскальзыванием нет.

$$e = g \cdot \sin(\alpha) - N \cdot \cancel{g} \cdot \cos(\alpha) = 4 \frac{4}{c^2}$$

$$S_n = \frac{V^2}{2e} \Rightarrow V^2 = S_n \cdot 2e ; S_n = \frac{S}{\cos(\alpha)}$$

$$V = \sqrt{2S_n e} = \sqrt{S \cdot e} = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{4}{c}$$



$$\text{Ответ: 1. } \sin(\alpha) = \frac{1}{2}$$

$$2. \quad V = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{4}{c}$$

$$3. \quad 4 \frac{4}{c^2}$$

$$4. \quad N \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмьте 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 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!

N4

У3 1 ЗК-ка термодинамич. газ смеси 2306:

$$Q = C_V \Delta T + A$$

$$\beta \text{ изохоре: } A=0 \quad \Rightarrow \quad Q = C_V \cdot \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{860 \text{ дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{дж}}{\text{К}}$$

β 4306:

$$Q = C_p \cdot \Delta T_2 \\ Q = C_V \cdot \Delta T_2 + A; \quad A = Q - C_V \cdot \Delta T_2 = 860 \text{ дж} - \frac{20 \text{ дж}}{\text{К}} \cdot 30 \text{ К} = \\ = 860 \text{ дж} - 600 \text{ дж} = 360 \text{ дж}; \quad C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = 30 \frac{\text{дж}}{\text{К}}$$

Р1 ЗК-ка термодинамич. газ 2306 №

отделиность газ чистого процесса:

$$Q_r = C_{Vr} \Delta T_1$$

$$C_{Vr} = \frac{3}{2} N_r R$$

$$Q_k = C_{Vk} \Delta T_1$$

$$C_{Vk} = \frac{5}{2} N_k R$$

$$Q_r + Q_k = Q_1; \quad Q_r + Q_k = (C_{Vr} + C_{Vk}) \Delta T_1$$

$$C_V = C_{Vr} + C_{Vk}$$

$$C_{Vr} = \frac{3}{2} N_r R$$

$$\text{Решение 4306: } C_p = C_{p2} + C_{pk}$$

$$C_{Vk} = \frac{5}{2} N_k R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{3}{2} N_r R + \frac{5}{2} N_k R \right) = 20 \frac{\text{дж}}{\text{К}} \\ \left( \frac{5}{2} N_k R + \frac{7}{2} N_r R \right) = 30 \frac{\text{дж}}{\text{К}} \end{array} \right.$$

$$C_{p2} = \frac{5}{2} N_r R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{3}{2} N_r R + \frac{5}{2} N_k R \right) = 20 \frac{\text{дж}}{\text{К}} \\ \left( \frac{5}{2} N_k R + \frac{7}{2} N_r R \right) = 30 \frac{\text{дж}}{\text{К}} \end{array} \right.$$

$$C_{pk} = \frac{7}{2} N_k R$$



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.

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!

$$\begin{cases} 3N_2 + 5N_K = \frac{40 \frac{\Omega \cdot A}{K}}{R} \\ 5N_2 + 7N_K = \frac{60 \frac{\Omega \cdot A}{K}}{R} \end{cases}$$

$$\text{Прич. } a = \frac{N_2}{N_K}, b = \frac{\Omega \cdot A}{K \cdot R \cdot M}$$

$$\begin{cases} 3a + 5 = 40b \\ 5a + 7 = 60b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 9a + 15 = 120b \\ 10a + 14 = 120b \end{cases}$$

$$8a + 15 = 10a + 14 \quad a = 1.$$

$$\text{Ответ: 1. } A = 360 \Omega \cdot A$$

$$2. C_V = 20 \frac{\Omega \cdot A}{K}$$

$$3. \frac{N_2}{N_K} = 1.$$



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

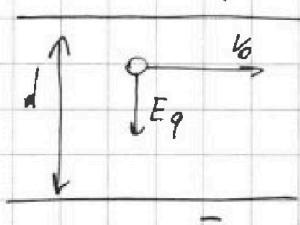
СТРАНИЦА  
4 из 2

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!

$\sqrt{5}$

1. Поле конденсаторе между обкладками можно считать равномерным и ~~одноравномерным~~.

Падение  $E_0$ , напряженность  $E$



Первое сближение

$$\text{ускорение частицы } Q_0 = \frac{V_0^2}{R_{kp}}$$

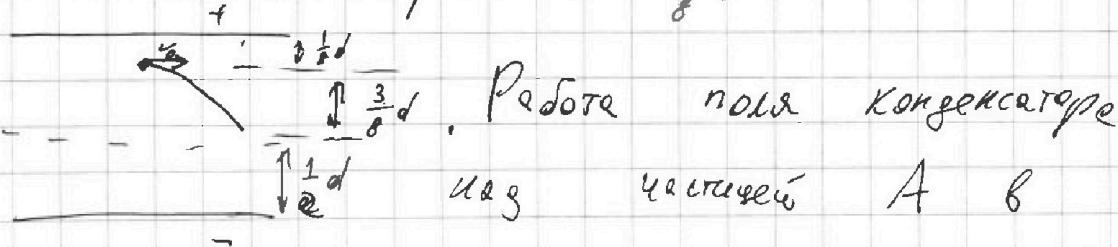
№ 2 зк-kg Использовано для частоты:

$$m\ddot{Q}_0 = mQ = Eq. \quad \text{т.е. ускорение частицы } Q_0 \text{ превышено}$$

перпендикулярно скорости:  $Q = Q_0$

$$\frac{V_0^2}{R_{kp}} = E \frac{q}{m} \Rightarrow E = \frac{V_0^2}{R \cdot Y} \cdot U = E \cdot d = \frac{V_0^2}{R \cdot Y} \cdot d$$

2. т.к. пересечение с ~~изохроносом~~ серединой толщины конденсатора произошло после прохождения конденсатора, то со выхода из конденсатора вертикальное перемещение частицы не превышало  $\frac{3}{8}d$ :





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 checked="" 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!

такое случае:  $A \leq E_g \cdot \frac{3}{8}d$

~~здесь же частич~~ ~~здесь~~

Закон изменения кинетической энергии же гласит:

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A, \quad A > 0$$

$$0 < mV^2 - mV_0^2 \leq E_g \cdot \frac{3}{4}d \quad \cancel{E_g \leq V^2 \leq V_0^2}$$

$$\cancel{V_0^2} \leq V^2 \leq \frac{3}{4}E_g d + V_0^2 \Leftrightarrow V_0^2 \leq V^2 \leq \frac{3}{4} \cdot \frac{V_0^2}{R} d + V_0^2$$

~~V < V\_0~~

$$V_0 \leq V \leq V_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{3}{4} \frac{d}{R}}$$

Ответ: 1.  $\frac{V_0^2 d}{R}$

2.  ~~$V \in (V_0; V_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1})$~~

2.  $V \in (V_0; V_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1})$



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.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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.  $\frac{1}{6} \cdot 1440 = 240$  *Черновик*

$$\frac{E_K \cdot g}{R} = \frac{V_0^2}{R}$$

$$U = E_K \cdot d = \frac{8000}{36} = \frac{100}{4} = 250 \cdot 0,2$$

$$V_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

$$x(t) = V_0 \cdot \cos(\alpha) + -\frac{g}{2} \sin(\alpha) t^2$$

$$y(t) = 0$$

$$V_0 \cdot \sin(\alpha) = \frac{g}{2} t + \cos(\alpha)$$

$$x(t) = \frac{2V_0^2 \cdot \sin(\alpha)}{g} - \frac{g}{2} \sin(\alpha) \cdot \frac{(2V_0)^2}{g^2} t^2$$

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

$$\cos(\alpha) \frac{t^2}{g^2} - \sin(\alpha) \frac{t^2}{g^2}$$

$$N = \frac{t \cdot g}{n+2} \frac{50}{0,6} = \frac{500}{6} = \frac{300}{150 \cdot 0,4} = 300$$

$$N(n+1) \cos(\alpha) = 300 \cdot \frac{600}{11} = 600$$

$$N(n+2) \cos(\alpha) = 300 \cdot \frac{600}{11}$$



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!

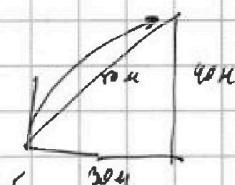
$$\begin{array}{r} 1440 \\ \hline 12 \\ \hline 240 \\ \hline 24 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \\ \hline 240 \\ \hline 6 \\ \hline 1440 \\ \hline 0 \end{array}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 240 \\ \hline 6 \\ \hline 1440 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1$$

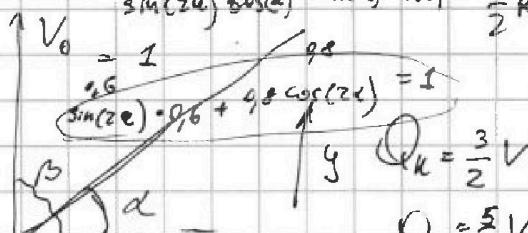
$$Q_2 = \frac{5}{2} P_2 V_2$$



$$\sin(2\alpha) \cos(\alpha) + \cos(2\alpha) \sin(\alpha) = \frac{3}{2} R = 12,5$$

$$x_{\text{ко}} = \frac{20 \cdot N_1}{g} \cdot \frac{1}{2} N_2$$

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



$$\frac{5}{2} R = 25,0 \quad 2 \alpha = 50^\circ$$

$$x = V_0 \cos(\varphi) +$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} V_0 \Delta P_1$$

$$Q_2 = \frac{5}{2} V_0 \Delta P_2 \quad -f_g(\alpha) = -\frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

$$y = x + f_g(x) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2(\alpha)}$$

$$f = \frac{1}{V_0 \cos(\alpha)} \quad \frac{3}{2} N_1 + \frac{5}{2} N_2 = 20$$

$$\frac{5}{2} N_1 + \frac{7}{2} N_2 = 30$$

Условия

$$\text{Касание: } y = x + f_g(x)$$

$$x + f_g(x) = x + f_g(\alpha) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2(\alpha)} \quad 0,3 = \sin(\alpha) \cos(\alpha) \quad x^2 = \frac{-1 \pm \sqrt{0,8}}{2}$$

$$x^2 \left( \frac{g}{2} \frac{1}{V_0^2 \cos^2(\alpha)} \right) + * (f_g(\alpha) - f_g(x)) = 0. \quad \star = x \cdot \sqrt{1-x^2}$$

$$x = \frac{(f_g(\alpha) - f_g(x)) \frac{V_0 \cos^2(\alpha)}{\sin(\alpha)}}{g} = -\frac{2V_0^2}{g} \star (f_g(\alpha) - f_g(x)) \cdot \frac{2V_0^2}{8} \cdot \sin(\alpha)$$

$$\frac{y}{x} = f_g(\alpha) - \frac{g}{2} \frac{x}{V_0^2 \cos^2(\alpha)} \quad t = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{30-50 \cdot 0,6}{\sqrt{1-0,6^2}} = 5 \quad \cos(\alpha) = -0,6$$

$$y = x + f_g(x) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2(\alpha)} \quad \star = \frac{30 \cdot 50 \cdot 0,6}{\sqrt{1-0,6^2}} = 30 \cdot 6,7 \quad \star = \frac{1}{0,6}$$

$$\max f_g(x) = f_g(\alpha) - \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2(\alpha)} \quad 30 \cdot \frac{50 \cdot 0,6}{\sqrt{1-0,6^2}} - \frac{20 \cdot 10}{2}$$

$$x = (f_g(\alpha) - f_g(x)) \cdot \frac{2V_0^2 \cos^2(\alpha)}{g} = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \cdot \frac{2V_0^2 \cos^2(\alpha)}{g} - (f_g(\alpha) - f_g(x)) \cdot \frac{2V_0^2 \cos^2(\alpha)}{g}$$

$$\cdot \frac{2V_0^2}{g} \cdot 2 \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)$$