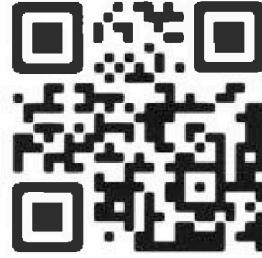


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-03



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

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

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_I}{N_K}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.
- Через 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?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

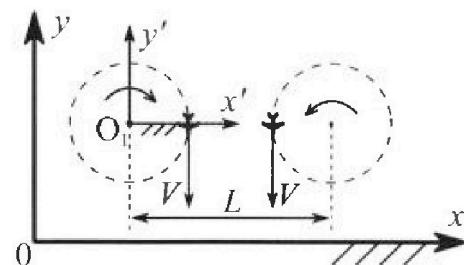
## Вариант 10-03



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

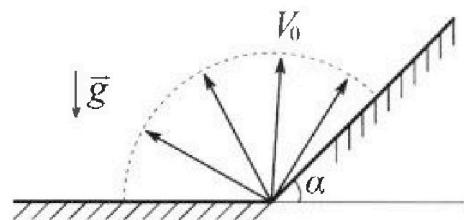
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

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



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

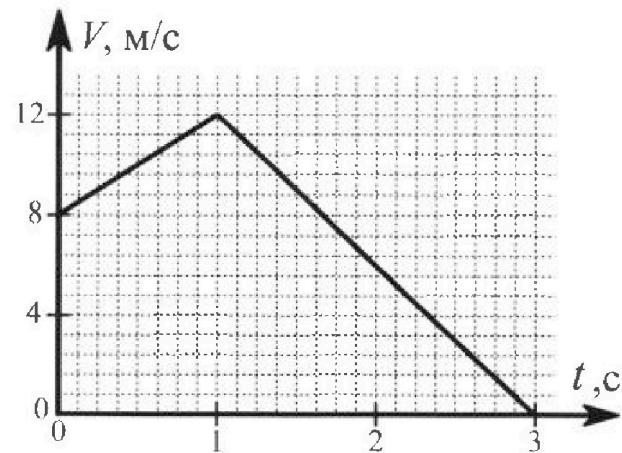
- Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x' O_1 y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, 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.



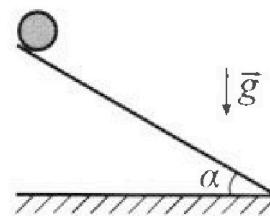
- Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
- На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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

- Найдите  $\sin \alpha$ , 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 ней  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



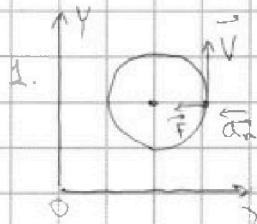
- С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1 \text{ м}$ ?
- Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

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.

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



N<sub>1</sub>

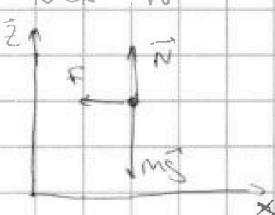
Обозначим силу ~~внешней~~ тяжести, действующую на массу в горизонтальной плоскости F

Тогда по 2-му в третьем законе на оси Ox.

$$F = m \omega r = m \frac{v^2}{R}$$

Обозначим силу реакции, действующую на массу в проекции на вертикаль.

Пок. N



Тогда по 2-му в третьем законе на вертикали

$$N = mg$$

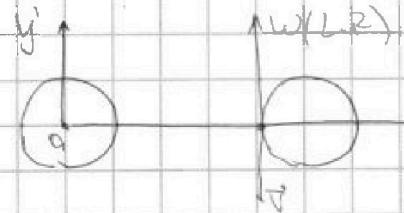
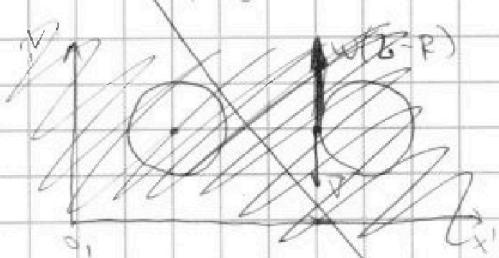
$$\text{где Вес массы } P = \sqrt{F^2 + N^2} = m \sqrt{\omega^2 + (\frac{v^2}{R})^2}$$

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

$$= \left(1 - \sqrt{1 + \frac{(2602 \text{ м}^3/\text{s})^2}{10 \text{ м}^2 \cdot 360 \text{ м}}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \cdot 100\% =$$

$$= 50(2 - \sqrt{2})\%$$

2. Переидём в CO первого циркуля



$$w_{x'} = 0$$

$$w_{y'} = w(l-R) - v = \frac{v}{R} (l-R) - v = v - \frac{v(l-R)}{R} = v \left( \frac{l}{R} - 1 \right) =$$

$$= 60 \text{ м/c} \left( \frac{1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} - 1 \right) = 180 \text{ м/c}$$



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

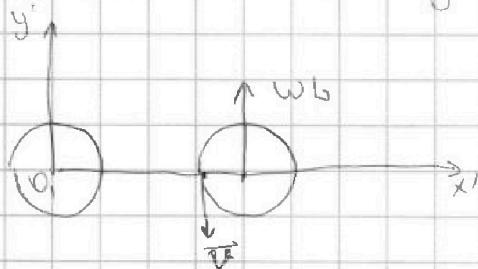
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

$$u = \sqrt{w^2 + v^2} = 180 \text{ м/с}$$

Ответ: 1.  $50(2-\sqrt{2})\%$  2.  $u = 180 \text{ м/с}$ , напр. вдоль оси  $Oy$

2. Переидём в CO первого лиота. Тогда центр отсутствует, но имеется движение второго лиота, будущего пренебрежения с угловой скоростью  $w = \frac{v}{R}$  против часовой стрелки. Относительно этого центра второе лиото движется ~~вправо~~ со скоростью  $v$ . Вычитаем эти две скорости и получим искомую скорость  $u$ .



$$u = w_b - v = v \left( \frac{1}{R} - 1 \right) =$$

$$= 60 \frac{\text{м}}{\text{с}} \left( \frac{1800 \text{ м}}{3600 \text{ м}} - 1 \right) = 240 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Например.  $\vec{v} = -4\vec{i}$ , т.е. вдоль оси  $Ox$  вправо движ. напр. оси  $Oy$

Ответ: 1.  $50(2-\sqrt{2})\%$ ; 2.  $u = 240 \text{ м/с}$  вдоль напр. оси  $Oy$



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.

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

N2

1 (если основок падает на гориз. под-ть, то

$$H(V_0) = \frac{V_0^2}{2g} \quad (\text{формула для времени})$$

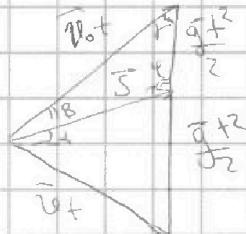
~~$V_0$~~   $\max V_y = V_0 \Rightarrow H = \frac{V_0^2}{2g}$

Если основок падает на склон, то  $H \leq \frac{V_0^2}{2g}$

Значит  $\max V_y$  достигается при броске вертикально вверх

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 15m} = 30 \frac{m}{s}$$

2.



$\alpha = 90^\circ + \beta$

$\delta = 180^\circ - \beta - \alpha = 90^\circ - \beta$

$\text{Найти синус}: \sin \alpha = \frac{V_0 t}{\sqrt{g t^2 + V_0^2}} = \frac{V_0 t}{\sqrt{g t^2 + \frac{V_0^2}{2}}} = \frac{V_0 t}{\sqrt{\frac{V_0^2}{2} + g t^2}} = \frac{V_0 t}{\sqrt{\frac{V_0^2}{2} + \frac{V_0^2}{2} \cos^2 \delta}} = \frac{V_0 t}{V_0 \sqrt{\frac{1}{2} + \cos^2 \delta}} = \frac{t}{\sqrt{\frac{1}{2} + \cos^2 \delta}}$

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

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

$$\frac{4 V_0^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos^2 \alpha \sin \beta} = \frac{s}{\sin \beta \cos(\alpha + \beta)}$$

$$S = \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cancel{\frac{\sin \beta}{\sin \beta}} \cancel{\cos(\alpha + \beta)} = \sin \beta \cos(\alpha + \beta)$$

$$\frac{dS}{d\beta} \cdot \frac{g \cos^2 \alpha}{2 V_0^2} = \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) = \cos(\beta + \alpha + \beta) =$$

$= \cos(2\beta + \alpha)$

$\frac{dS}{d\beta} = 0$

- условие экстремума



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 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 Вариант

$$g \cos^2 \alpha \cos(\alpha + 2\beta) = 0 \Rightarrow 2\beta + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

~~$$\sin \beta = \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \sin 45^\circ \cos \frac{\alpha}{2} -$$~~

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

$$\cos \alpha = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1 \Rightarrow \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{2} \Rightarrow \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$$

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6 \Rightarrow \cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{0,8}, \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{0,2}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{2}} (\sqrt{\frac{4}{5}} - \sqrt{\frac{1}{5}}) = \frac{1}{\sqrt{10}} \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = 0,6 \frac{3}{\sqrt{10}} - 0,2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \\ = \frac{9}{5\sqrt{10}} - \frac{4}{5\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\text{Тогда } S_{\max} = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta \cos(\alpha + \beta) = \frac{2 \cdot 900 \frac{m^2}{s^2}}{10 \frac{m}{s^2} \cdot \frac{36}{25}} \cdot \frac{1}{50} \frac{1}{\sqrt{10}} = \\ = \frac{2 \cdot 900}{36} m = \frac{100}{2} m = 50 \text{ м}$$

Чтобы убедиться, что это наибольший экстремум - это максимум. Например,  $\beta = 0 \Rightarrow \delta = 0$ .

Ответ: 1. ~~V0 = 30 м/с~~ 2. ~~S = 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

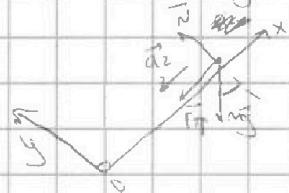
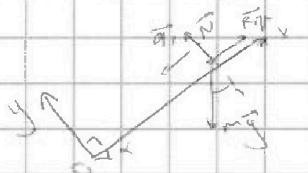
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

1. ~~Чертеж~~ Заметим, что шайба едет ~~равн~~ по наклонной, т.к. её скорость на участке от  $O$  до  $A$  увеличивается. Так же заметим что зависимость  $v(t)$  линейка  $\rightarrow a = \text{const}$ .

$$a_1 = 4 \frac{m}{s^2} - \text{ускорение на участке } [O; A]_C, \text{ + его продолжение}$$

$$a_2 = 6 \frac{m}{s^2} - \text{ускорение на участке } (A; B)_C, \text{ + с. после столкновения}$$



$$F_{Fr} = \mu N \quad (\text{локально})$$

(кулон - Амонтон)

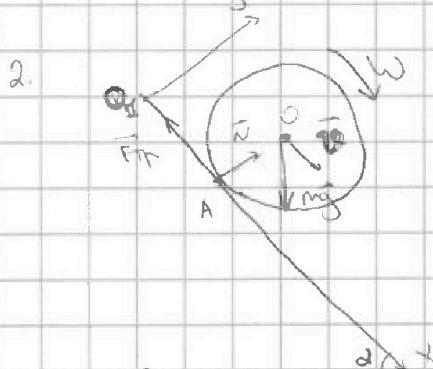
$$\text{2 з.к.} \quad Oy: \quad N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: \quad m a_1 = m g \sin \alpha - \mu N$$

$$m a_2 = m g \sin \alpha + \mu N$$

$$m(a_1 + a_2) = 2 m g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{4 \frac{m}{s^2} + 6 \frac{m}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$



$f_{Fr}$  направлен ~~внешн~~, т.к. суммарная приводящая сила ~~向外~~ от центра ~~向外~~ бордуков движется ~~向外~~

$$\omega_A = \omega - \omega R = 0 - \text{усл. углов. дис.}$$

$$\omega = \omega R \quad \text{поскольку}$$

~~Чертеж~~ Догадаемся массу бордуков  $m$

Тогда масса бордуков в пять раз меньше  $m$

Бордукчи сидят на геликостоле  $\Rightarrow$  бордукчи трение нет  $\Rightarrow$   $\Rightarrow w = 0$ , т.е. бордукчи бордукчи не расходятся от центра ( $w$  - усл. скорость углов. бордукчи)



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!

Образуем момент инерции бочи относительно оси  $\theta$

$$M = mr^2, \text{ где } r - \text{радиус бочки} (\text{и она тонкостенная})$$

$$\text{По ЗС: } (n+1)mgR = \frac{(n+1)mR^2}{2} + \frac{\frac{1}{2}mR^2}{2}$$

$$(n+1)mgSf_{\text{ж}} = \frac{(n+1)mR^2}{2} + \frac{mR^2}{2}$$

$$2(n+1)gSf_{\text{ж}} = (n+2)\omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2(n+1)gSf_{\text{ж}}}{n+2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 10^2}{5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{10^3}{5}} = \frac{4}{\sqrt{5}} \text{ м/с}$$

3. Окружность вращения

$$3. \text{ № Задача: } 2(n+1)gR = (n+2)\omega^2$$

Две малые прокладки внесены для

$$2(n+1)g\omega dt \sin \alpha = (n+2)\omega d\theta \cdot 2$$

$$a = \frac{d\theta}{dt} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{n+2} \quad g = \frac{4 \cdot \frac{1}{2}}{5} \cdot 10^2 \text{ м/с}^2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$4. \text{ 2 з.к. две цир. с-ны } O, Y: (n+1)mg \cos \alpha = N$$

$$O, X: (n+1)ma = (n+1)mg \sin \alpha - F_T$$

$$F_T = (n+1)m(a + g \sin \alpha)$$

Условие отрывания проскальзывание  $F_T \leq \mu N$



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 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!

$$4. (\mu+1) m(a + g \sin \alpha) \leq \mu(\mu+1) mg \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{-a - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = -\frac{a}{g \cos \alpha} - \tan \alpha = -\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{15}} - \tan \alpha = -\frac{\sqrt{3}}{5\sqrt{3}} - \tan \alpha = -\frac{1}{5} - \tan \alpha$$

Отв: 1.  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$ ; 2.  $V = \sqrt[4]{3} \text{ м/c}$ ; 3.  $a = 4 \text{ м/c}^2$ ;

$$4. \mu \geq -\frac{1}{5} - \tan \alpha$$



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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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!

14

Изображим процесс: начало Т0:  $\Delta u = Q - A$

Обозначим конец в 1-й стадии  $J_1$ , конец 2-й

Тогда  $\frac{1}{2} R \Delta T_1 (3J_1 + 5J_2) = Q$ , т.к.  $A = 0$ , иначе - упростили  
Киселев ошибок

Изобразим процесс: начало Т0:  $\Delta u = Q - A$

Тогда  $\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3J_1 + 5J_2) = Q + \Delta u$

По условию задачи:  $\Delta u = 2800 (J_1 + J_2) R \Delta T_2$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (3J_1 + 5J_2) = Q + (J_1 + J_2) R \Delta T_2$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_2 (5J_1 + 7J_2) = Q$$

$$1. \quad A = (J_1 + J_2) R \Delta T_2 - ?$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{1}{2} R \Delta T_1 (3J_1 + 5J_2) \\ Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (5J_1 + 7J_2) \end{array} \right.$$

~~$$(3J_1 + 5J_2) \Delta T_1 = (5J_1 + 7J_2) \Delta T_2$$~~

$$Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 (5J_1 + 7J_2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2) = J_2 (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) \\ Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 \end{array} \right.$$

$$J_2 = J_1 \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{1}{2} R \Delta T_2 \cdot J_1 (5 + 7 \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 = \frac{R \Delta T_2 (5 + 7 \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1})}{2 \Delta T_2} \\ Q = \frac{R \Delta T_2}{2} \end{array} \right.$$

$$A = (J_1 + J_2) R \Delta T_2 = J_1 R \Delta T_2 \left( 1 + \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} \right) =$$

$$= 2 Q \cancel{\frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1 + 3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{5(7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) + 7(3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)}} = 2 Q - 4 \Delta T_1$$

$$= Q \cancel{\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1}} = 960 \text{Дж} \cdot \frac{43 \text{K} \cdot 30 \text{K}}{30 \text{K}} = 960 \text{Дж} \cdot \frac{1}{10} = 5760 \text{Дж}$$



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

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$2. C_V = \frac{Q}{A \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}} = \frac{Q R}{A \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{Q R}{\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}} = R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}$$

$$\cancel{C_V = R \frac{30K}{48K - 30K}} = \frac{5}{3} R$$

$$3. \bar{V}_1 = \frac{N_1}{N_A}; \bar{V}_2 = \frac{N_2}{N_A}$$

$$\frac{N_1}{N_A} = \frac{\bar{V}_1}{\bar{V}_2} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{7 \cdot 30K - 5 \cdot 48K}{3 \cdot 48K - 5 \cdot 30K} = 5$$

~~Ответ: 1. A = 576 \Omega\_{ac} 2. C\_V = \frac{5}{3} R 3. \frac{N\_1}{N\_A} = 5~~

$$\begin{aligned} \text{1) предположение: } A &= \bar{V}_1 R \Delta T_2 \left( 1 + \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} \right) = \\ &= 2 Q \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{5(7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) + 7(3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)} \cdot \frac{2 \Delta T_2 - 2 \Delta T_1}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} = \\ &= 2 Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{4 \Delta T_1} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{3}{8} = 360 \Omega_{ac} \end{aligned}$$

~~2. C\_V = \frac{Q}{(\bar{V}\_1 + \bar{V}\_2) \Delta T\_1} = \frac{Q R}{A \frac{\Delta T\_1}{\Delta T\_2}} = Q \frac{R}{\frac{\Delta T\_1 + \Delta T\_2}{\Delta T\_2}}~~

$$= R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} \cdot \frac{30K}{48K - 30K} = \frac{5}{3} R$$

~~Ответ: 1. 360 \Omega\_{ac} 2. \frac{5}{3} R 3. \frac{N\_1}{N\_A} = 5~~

$$1. A = 360 \Omega_{ac} \quad 2. C_V = \frac{5}{3} R, \quad 3. \frac{N_1}{N_A} = 5$$



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

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
1 ИЗ 1

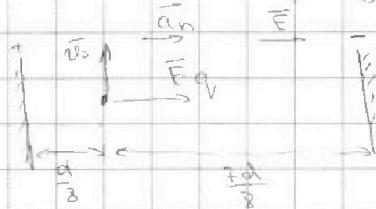
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

н5

1. На частицу действует 2 силы - сила тяжести  $m g$  и сила обшивки и Кулонаевская сила  $\perp$  плоскости обшивки (т.к.  $E \perp$  плоскость обшивки). Запишем 2 у. в плоскости на ось  $\perp$  плоскости обшивки

$$m g = F_q$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = F_q$$



$$U = Ed$$

$$\therefore \frac{v_0^2}{R} = \frac{U}{d g} \Rightarrow U = \frac{d \cdot v_0^2}{g R}$$

2. В данном случае преобразим формулы тяжести, т.к.

$$g \ll \frac{F_q}{m} \text{ движение}$$

Также будем считать что поле обшивки конденсатора однородным как внутри него, так и спаружи

$$\text{Тогда по ЗЛ3: } 2 = \frac{F}{A_{\text{плоск}}} = F_q \cdot \frac{3}{8} d = \frac{3}{8} U g$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{8 U}{g} = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2 d}{R}$$

$$v^2 = v_0^2 \left( 1 + \frac{3d}{4R} \right)$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$$

$$\text{Ответ: 1. } U = \frac{d v_0^2}{g R}; \quad 2. \quad v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$$

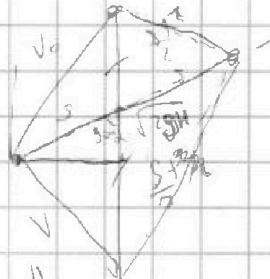


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$S = \frac{s+t}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{s}{t} = \sqrt{2g} \tan \frac{\alpha}{2} \sin \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{s}{t}$$

$$\frac{s}{t} = 25 \Rightarrow \frac{s}{t} = \frac{25}{\cos \alpha} \Rightarrow S = 25 \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2}$$

$$\cos \alpha = 2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 1$$

$$2 \cdot 0,36 - 1 = 0,72 - 1$$

$$\cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{\cos \alpha + 1}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot 360^\circ = 3 \cdot 120^\circ = 360^\circ$$

$$\sin \alpha = 2 \cdot 0,36 \cdot 0,98 = \frac{1}{100} \cdot 36 = 0,36$$

$$2 \cdot 0,36 = 5$$

$$(4) \quad \frac{3}{2} R_D T_1, (3T_1 + 5T_2) = Q$$

$$\frac{1}{2} R_D T_2 (3T_1 + 5T_2) = Q - R_D T_2 (1T_1 + 7T_2)$$

$$\frac{1}{2} R_D T_2 (5T_1 + 7T_2) = Q$$

$$A = R_D T_2 (T_1 + T_2) \quad ?$$

~~2T1+2T2~~

$$(3T_1 + 5T_2) \Delta T_1 = (5T_1 + 7T_2) \Delta T_2$$

$$T_1 (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2) = T_2 (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1)$$

$$T_2 = T_1 \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}$$

$$Q = \frac{1}{2} R_D T_2 (5T_1 + 7T_2) + T_2 (5 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) = \cancel{5T_2 \Delta T_2} + \cancel{5T_2 \Delta T_1}$$

$$Q = R_D T_2 \left( \frac{5T_1 + 7T_2}{2} \right) = R_D T_2 \left( T_1 + \frac{5T_1 + 3T_2}{2} - 2T_2 \right) = 2A + R_D T_2 \frac{5T_1 + 3T_2}{2} =$$

$$= 2A$$

$$35 \cdot 6 = 600 - 4 \cdot 6 = 576$$

$$\frac{6(7 \cdot 5 - 5 \cdot 8)}{6(3 \cdot 8 - 5 \cdot 5)} = \frac{25 - 48}{24 - 25} = 5$$



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

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



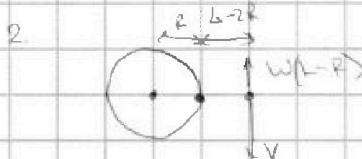
$$m \frac{V^2}{R} = F$$

$$F \rightarrow N - mg$$

$$P = \sqrt{F^2 + N^2} = m \sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

$$\frac{1}{\cos \delta} = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + g^2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{3600}{360+R}\right)^2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \Rightarrow \delta = \frac{\pi - \frac{\pi}{2}}{2} = 100\%$$

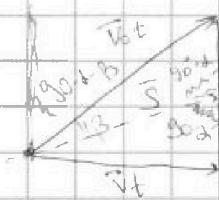


$$V - \frac{V}{R}(L-R) = Vh \quad V \frac{R-L+R}{R} = V(2-\frac{L}{R}) =$$

$$= V\left(2 - \frac{1800}{360}\right) = -3V$$

$$\vec{U} = -3\vec{V}$$

$$\textcircled{2} \quad H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2SH} = \sqrt{20 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/c}$$



$$\frac{V_0 t}{2 \sin \beta} = \frac{V_0 t + S}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{V_0 t}{2 \sin \beta} = \frac{V_0 t}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{S}{\cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$\frac{V_0}{2B}$$

$$x = V_0 \cos \beta t$$

$$y = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{y}{x} = \tan \alpha$$

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

~~$$V_0 \sin \beta - \frac{gt}{2}$$~~

$$V_0 \sin \beta - \frac{gt}{2}$$

$$V_0 \cos \beta = f S d$$

$$dS$$

$$d\beta = \cos \beta + \sin \beta (\alpha + \beta) \sin \beta -$$

$$= \sin(\alpha + \beta) =$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

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

$$\cos \beta (\cos \alpha + \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) - \sin \beta \cdot$$

$$f_1 (\sin \alpha + \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta) =$$

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

$$= \cos \alpha \cos^2 \beta - \sin \alpha \sin 2 \beta = \cos(\alpha + 2 \beta) = 0 \Rightarrow \alpha + 2 \beta = \frac{\pi}{2}$$

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

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

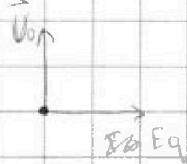
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!



(5)

1.



$$\begin{aligned} F_q &= m \frac{v^2}{R} \\ \frac{\sigma}{d} \cdot q &= m \frac{v^2}{R} \\ \sigma &= \frac{dv^2}{dq} \end{aligned}$$

$$0,6Q = (0, +D_2) R_0 T_2$$

$$0,6Q = 6 D_2 R_0 T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 6 D_2 (25 D_2 + 7 D_2) = 51 D_2 R_0 T_2$$

$$(3x + 5y) \cdot 8 = (5x + 7y) \cdot 5$$

$$X = 40y - 38y - 5y$$

~~38y~~ - 25 + 21

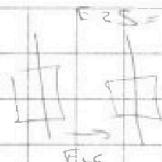
$$A = G D_2 R_0 T_2$$

$$Q = \frac{1}{2} R_0 T_2 (25 D_2 + 7 D_2) = 16 D_2 R_0 T_2$$

~~38y~~ - 25 + 21 = 40y  

$$-5y = 5y$$

$$F = \frac{m}{l_0} \frac{G}{l_0}$$



$$Fd = 10$$

$$\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{1}{5} = 5$$

$$= 6 + 36 - 5,6$$

$$= 40,4$$

$$16 \cdot 0,6 =$$

$$9,6 =$$

$$16 \cdot 0,6 =$$



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

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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