



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

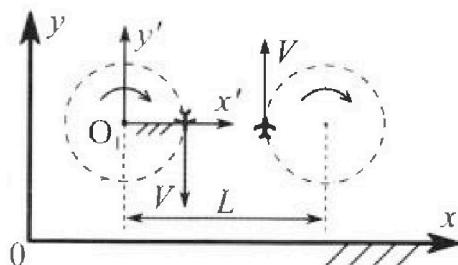


## Вариант 10-01

*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  $V = 80 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=800 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

- ✓ 1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

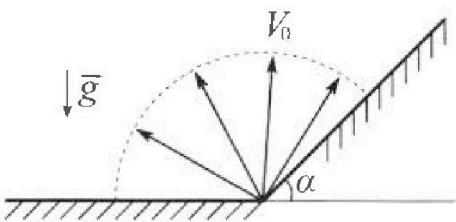


В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L=2 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

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. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ .

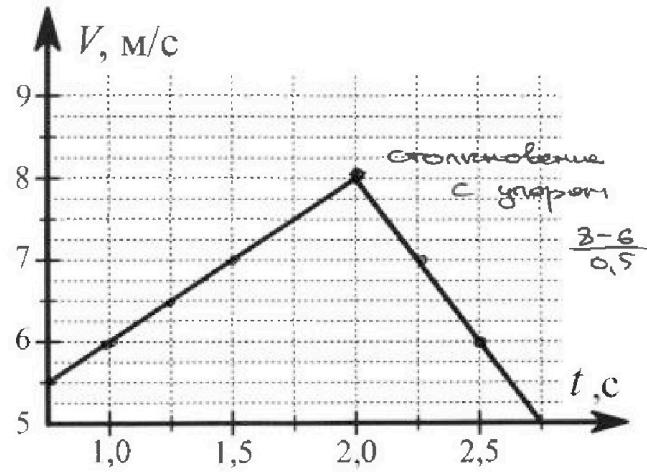
У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

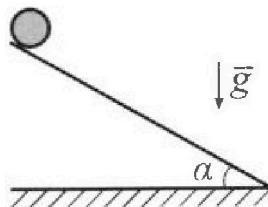


Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

- ✓ 4. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=0,3 \text{ м}$ ?

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 10-01**

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

1. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 600$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 15$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 10$  К.

- ✓ 1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.  
✗ 2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.  
✗ 3. Найдите отношение  $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

- ✗ 4. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора  $Q > 0$  и  $-Q$ , ёмкость конденсатора  $C$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью  $V_0$  на расстоянии  $d/4$  от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в этот момент времени.

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?



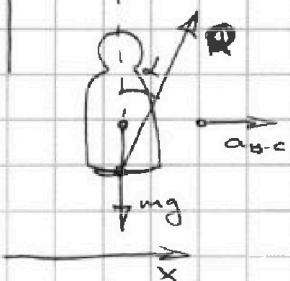
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

1)



На лётчица действует две силы, задающие ему центростремительное ускорение  $a_c$ ,

это ~~наг~~ реакция опоры  $Q$  и сила тяжести  $mg$ .

По III ЗН:  $P = Q$  (по подобию)

II ЗН  $\rightarrow$  на  $Oy$ :  $Q \cos \alpha = mg$

$$\rightarrow \text{на } Ox: Q \sin \alpha = m a_{\text{circ}} = m \frac{v^2}{R}$$

Возведён оба ур-я в квадрат и сложен, чтобы избавиться от угла.

$$Q^2 = m^2 \left( g^2 + \frac{v^4}{R^2} \right) \Rightarrow Q = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

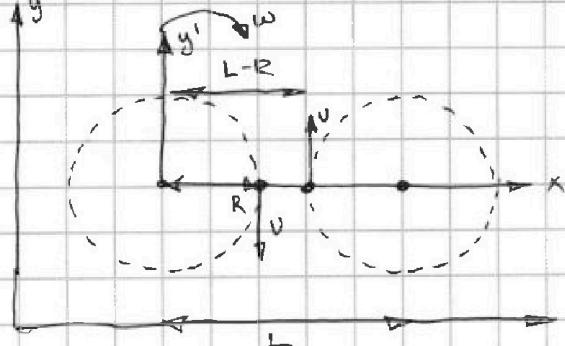
$$\delta = \left( \frac{Q}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% = \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left( \frac{\sqrt{100 \cdot 8^2} + \cancel{800^2 \cdot 8^2}}{800^2 \cdot 8^2} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$= \left( \frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = \frac{2\sqrt{41} - 5}{5} \cdot 100\% =$$

$$= 20 (2\sqrt{41} - 5)\%$$

2)



В системе отсчёта  $x'y'$   
скорость второго  
самолёта:

$$U - w_0(L-R) = \cancel{U}$$

скорость  
в с.  $x'y'$   
вращающаяся  
компоненты  
от  $x'y'$

$$U - U_0 \frac{L-R}{R} = \cancel{U}$$

$$= U_0 \frac{2R-L}{R} = \cancel{U} - \frac{U}{2}$$

Чтобы в системе отсчёта  $x'y'$  движется со скоростью

$$U = \frac{U}{2}, \text{ направленной вниз}$$

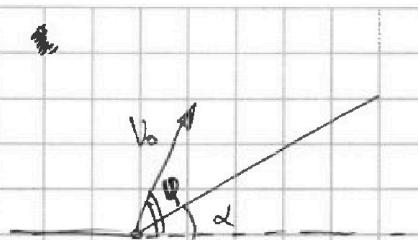


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Заметим, что при  $\varphi \leq 90^\circ$  снаряды падают на землю, иначе на землю попадут

$$1) \text{дан. } \varphi = 90^\circ$$

$$\text{2) дан. } \varphi > 90^\circ$$

Время полёта  $t = \frac{2V_0 \sin \varphi}{g} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{2V_0}{g}$$

По Th.  $\sin \theta$  - ке перемещений:

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

$$t = \frac{2V_0 \sin(\varphi - \delta)}{g \cos \varphi} \Rightarrow \text{р.к. } \varphi = 90^\circ, \text{ и } \delta \leq 90^\circ \text{ и } \delta = \text{const}$$

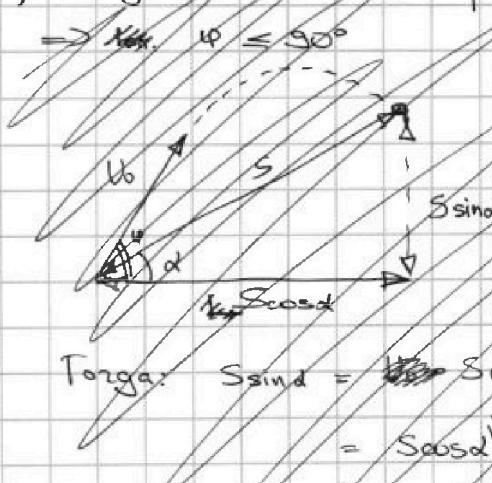
то  $\sin(\varphi - \delta) \rightarrow \max$  при  $\varphi = 90^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin(\varphi - \delta) = \sin(90 - \delta) = \cos \delta$$

Отсюда  $T_{\max} = \frac{2V_0}{g}$ , такое же значение при  $\varphi > 90^\circ$ .

$$\text{Отсюда } V_0 = \frac{g T_{\max}}{2} = \frac{10^m / 02 \cdot 9c}{2} = 45 m/c$$

2) Найдём максимальное расстояние по горизонтали



$$S_{\cos \delta} = V_0 \cos \varphi \cdot t, \text{ где}$$

$t$  - время полёта

$$S_{\cos \delta} = V_0 \cos \varphi \cdot t = \frac{V_0^2 \cos^2 \varphi}{g}$$

$$U_3 \text{ 1-го ур. } \Rightarrow t = \frac{S_{\cos \delta}}{V_0 \cos \varphi} = \frac{S^2 \cos^2 \varphi}{2V_0^2 \cos^2 \varphi} =$$

$$\frac{S^2 \cos^2 \varphi}{2V_0^2} (\tan^2 \varphi + 1) \cdot S_{\cos \delta}$$

$$\tan \delta = t \cdot \frac{V_0 \sin \varphi}{V_0 \cos \varphi} = \frac{S^2 \cos^2 \varphi}{2V_0^2} (\tan^2 \varphi + 1)$$

$$S_{\cos \delta} = \frac{V_0^2 \cos^2 \varphi}{2V_0^2} (\tan^2 \varphi + 1) \cdot S$$



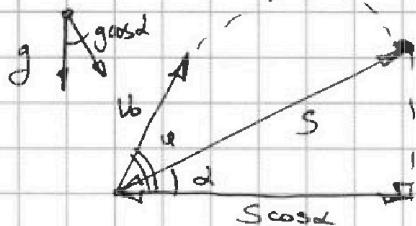
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 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) Найдём макс. расстояние по горке



Тогда:

$$S_{\text{косол}} = V_0 \cos \varphi t, \text{ где}$$

$$t = \frac{2 \cdot V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \text{время полёта}$$

$$S_{\text{косол}} = V_0 \cos \varphi \cdot \frac{2 V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cos \varphi \sin(\varphi - \alpha) \rightarrow \cancel{\frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha}} \cdot \cancel{\sin(2\varphi - \alpha)} = \cancel{\sin(180 - 2\alpha)} \cdot \cancel{\sin(-\alpha)}$$

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

$$= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot (\sin(2\varphi - \alpha) - \sin(\alpha)) \rightarrow \max \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin(2\varphi - \alpha) \rightarrow \max, \text{ при } \varphi \leq 90^\circ$$

$$2\varphi - \alpha = 90^\circ \Rightarrow \varphi = \frac{90 + \alpha}{2} \leq 90^\circ, \text{ т.к. } \alpha \leq 90^\circ$$

$$S = \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \cos\left(\frac{90 + \alpha}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{90 - \alpha}{2}\right) =$$

$$= \left( \frac{2 \cdot 45^2}{10 \cos^2 30^\circ} \cdot \cos 60^\circ \sin 30^\circ \right) m = [135 \text{ м}]$$



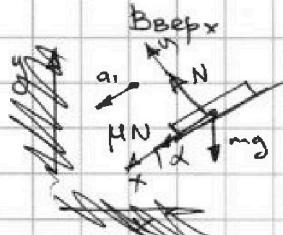
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
1 из 1

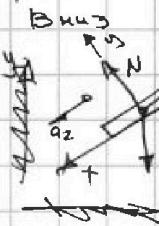
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Экстремум на графике = столкновение с упором. ~~закон~~  
Ясно, что коэф. ~~закона~~ наклона данной графика - ускорение. При чём оно зависит от направления движения шайбы (вверх/вниз)



II ЗН:

$$\begin{aligned} Oy: N = mg \cos \alpha \\ Ox: a_1 = \frac{\mu N + m g \sin \alpha}{m} = \\ = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \end{aligned}$$

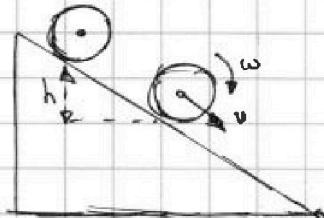


$$\begin{aligned} Oy: N = mg \cos \alpha \\ Ox: a_2 = \frac{m g \sin \alpha - \mu N}{m} = \\ = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \end{aligned}$$

$$a_1 + a_2 = 2 g \sin \alpha \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{2 g} = \frac{a_1 + a_2}{2 g} = \frac{6 \pi^2 / \text{c}^2}{2 \cdot 10 \pi^2 / \text{c}^2} = 0,3$$

$$\text{Из графика: } a_1 = 4 \pi^2 / \text{c}^2 \\ a_2 = 2 \pi^2 / \text{c}^2$$

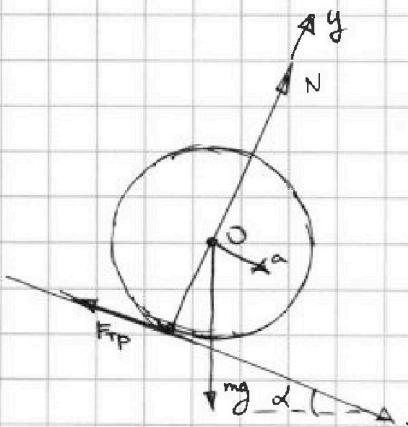
2)



$$\text{ЗСЭ: } mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mr^2}{4} \cdot \omega^2 =$$

$$\begin{aligned} \text{ЗСЭ: } mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = \\ = \frac{mv^2}{2} + \frac{mr^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2} = \\ = \frac{3}{4} mv^2 \\ V = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot 0,3} \text{ м/c} = \\ = 2 \text{ м/c} \end{aligned}$$

3)



Запишем уравнения, описывающие движение бочки:

$$\sum M_O = J \alpha \Rightarrow F_{fp} \cdot R = \frac{mr^2}{z} \cdot \frac{\alpha}{R}$$

$$\text{II ЗН, } Ox: ma = mgs \sin \alpha - F_{fp} = mgs \sin \alpha - \frac{ma}{z}$$

$$\frac{ma}{z} = mgs \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{2}{3} g s \sin \alpha = 2 \text{ м/c}^2$$

4) Чтобы не было проскальзывания:  $F_{fp} \leq \mu N$

$$\frac{m \cdot \frac{2}{3} g s \sin \alpha}{z} \leq \mu N \quad (N = mg \cos \alpha \text{ из II ЗН на } Oy)$$

$$\boxed{\mu \geq \frac{\tan \alpha}{3}}$$

$$\begin{aligned} \text{В данном случае } \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \\ = \frac{0,3}{\sqrt{0,91}} = 0,33 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mu \geq \sqrt{\frac{1}{91}}}$$



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!

$$1) \text{ 1 HT на изохоре: } Q = \Delta U_1 = \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_1,$$

$$\text{1 HT на изобаре: } Q = A + \Delta U_2 = A \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_2 = A + Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1},$$

$$A = \boxed{Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)} = \boxed{600 \left( 1 - \frac{2}{3} \right) D_{\text{He}}} = \boxed{200 D_{\text{He}}}$$

$$2) \boxed{Q = C_V \cdot \Delta T_1} \Rightarrow \boxed{C_V} = \boxed{\frac{Q}{\Delta T_1}} = \frac{600 D_{\text{He}}}{15 \text{ K}} = \boxed{40 \frac{D_{\text{He}}}{\text{K}}}$$

$$3) \text{ На изобаре } A = p \Delta V = (\bar{v}_{\text{He}} + \bar{v}_{\text{O}_2}) R \Delta T_2$$

З-и Пенделёева-Капелёрова

$$\text{Тогда } Q = \underbrace{\left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_1}_{\text{изохора}} = \underbrace{\left( \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{7}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_2}_{\text{изобара}} \quad : \bar{v}_{\text{O}_2}$$

$$\left( \frac{3}{2} \frac{\bar{v}_{\text{He}}}{\bar{v}_{\text{O}_2}} + \frac{5}{2} \right) \Delta T_1 = \left( \frac{5}{2} \frac{\bar{v}_{\text{He}}}{\bar{v}_{\text{O}_2}} + \frac{7}{2} \right) \Delta T_2$$

$$\text{T.k. } \bar{v}_{\text{He}} = \frac{N_{\text{He}}}{N_A} \quad \text{и} \quad \bar{v}_{\text{O}_2} = \frac{N_{\text{O}_2}}{N_A}, \text{ TO } \frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{O}_2}} = \frac{\bar{v}_{\text{He}}}{\bar{v}_{\text{O}_2}}$$

Число Авогадро

$$\frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{O}_2}} \left( \frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right) = \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2$$

$$\boxed{\frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{O}_2}} = \frac{\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1}} = \frac{5 \cdot 15 \text{ K} - 7 \cdot 10 \text{ K}}{5 \cdot 10 \text{ K} - 3 \cdot 15 \text{ K}} = \boxed{1}$$

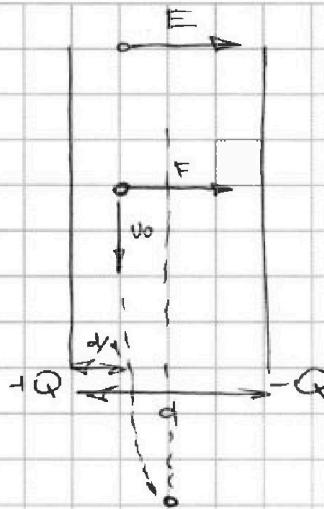


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\begin{aligned}
 1) \quad R_{\text{нр}} &= \frac{U_0^2}{d} = \frac{U_0^2}{F \cdot d} = \\
 &= \frac{U_0^2}{q \cdot E} = \frac{U_0^2}{r \cdot \frac{Q}{E_0 S}} = \frac{U_0^2 E_0 S}{r Q} = \\
 &\Rightarrow C = \frac{E_0 S}{d} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow E_0 S = C d \\
 R_{\text{нр}} &= \frac{U_0^2 C d}{r Q}
 \end{aligned}$$

2) Т.к. на равном расстоянии от обкладок потенциал 0.  
То в точке, где находилась частица в нач. момента времени  
потенциал  $E \cdot \frac{d}{4}$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot E \cdot \frac{d}{4} = \frac{mv^2}{2} + q \cdot 0$$

$$\begin{aligned}
 U^2 &= U_0^2 + \frac{q}{m} \cdot \frac{Ed}{2} = U_0^2 + r \cdot \frac{Qd}{2E_0 S} = \frac{1}{C}
 \end{aligned}$$

$$U = \sqrt{U_0^2 + \frac{rQ}{2E_0 S}}$$



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"/> 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!



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

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

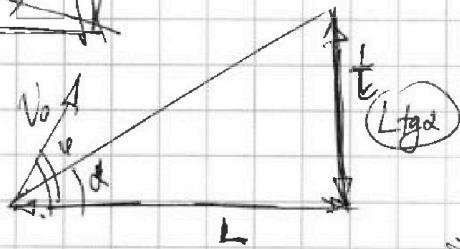
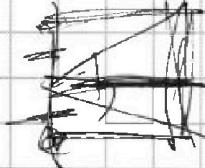
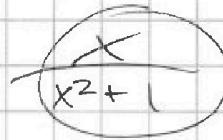
$$S \cos \alpha = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)}{2}$$

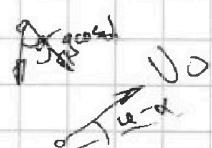
$$\tan \alpha = \tan \alpha - g \cdot \frac{S \cos \alpha}{2 V_0^2} \cdot (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$\frac{S \cos \alpha}{2 V_0^2} \cdot g = \frac{\tan \alpha - \tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1}$$



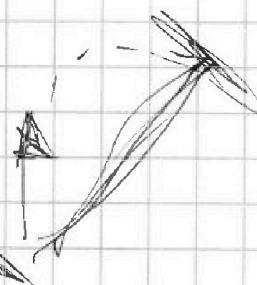
$$L = V_0 t \cos \alpha$$

~~$$L_{tg\alpha} = \frac{V_0 t \sin \alpha}{g}$$~~



$$t = \frac{V_0 \sin(\alpha - \beta)}{g \cos \alpha}$$

$$\cos = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$\frac{2 \cdot 45^2}{10 \cdot 3} \cdot 4 \cdot \frac{1}{A} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3^2}{3} = 5 \cdot 27 = 45 \cdot 3 = \\ = 120$$



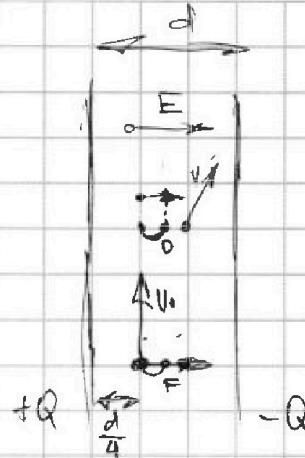


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\varphi = \frac{E_0 S}{d} \Rightarrow \frac{E_0 S}{d} = \varphi d$$

$$F = E \cdot q \cancel{g} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cancel{r} = r \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cancel{d} = r \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S d}$$

$$R_{\text{rep}} = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2 \cdot cd}{r Q}$$

$$\cancel{\text{здесь}} \quad \cancel{\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qEd}{4}} = E \cdot \cancel{\frac{d}{4}} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cancel{r} \cancel{\frac{d}{2}} \cancel{\frac{d}{2}}$$

$$V^2 = V_0^2 - \frac{Q}{2\mu C}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + q \frac{Ed}{4} = \frac{mv^2}{2}$$

$$V_0^2 + \frac{Ed}{2m} = V^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{m}{2} \frac{Q}{C}}$$

Вниз:

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

$$Ox: \alpha_1 = \frac{\mu N - m g \sin \alpha}{m} =$$

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

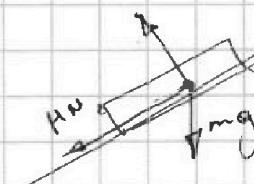
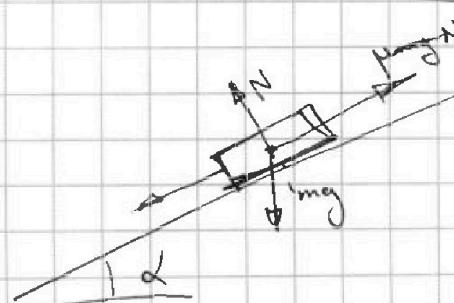
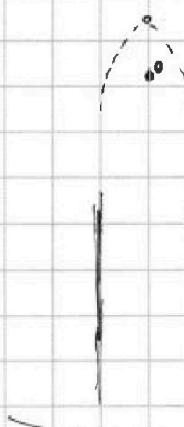
Вверх:

$$\alpha_2 = \frac{\mu N + m g \sin \alpha}{m}$$

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

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2g}$$





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!

Черновик

$$1 \text{ НП: } \text{_____} Q = \tilde{A}_{\text{газ}} + \Delta U$$

$$\tilde{A}_{\text{газ}} = Q - \left( \frac{3}{2} \tilde{\nu}_{\text{He}} R T + \frac{5}{2} \tilde{\nu}_{\text{O}_2} R T \right)$$

~~изобар~~ Изотерма:

$$\text{При изотермическом } A = 0 \Rightarrow Q = \left( \frac{3}{2} \tilde{\nu}_{\text{He}} R T + \frac{5}{2} \tilde{\nu}_{\text{O}_2} R T \right) \Delta T_1$$

$$\left( \frac{3}{2} \tilde{\nu}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \tilde{\nu}_{\text{O}_2} \right) R = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$\text{Изобары: } Q = A + \Delta U = A + \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2$$

$$A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 600 \cdot \left( 1 - \frac{10 - 2}{2} \right) = 200 \text{ Дж}$$

$$Q = C_v \Delta T_2$$

$$\frac{Q}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} = \left( \frac{3}{2} \frac{\tilde{\nu}_{\text{He}}}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} + \frac{5}{2} \right) R \Delta T_1$$

$$\frac{Q}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} = \text{_____} + \left( \frac{3}{2} \frac{\tilde{\nu}_{\text{He}}}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} + \frac{5}{2} \right) R \Delta T_2$$

$$\left( \frac{3}{2} \frac{\tilde{\nu}_{\text{He}}}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} + \frac{5}{2} \right) R (\Delta T_2 - \Delta T_1) = \frac{A}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}}$$

$$\frac{Q - A}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}}$$

3-и НК

$$A = p V_2 - p V_1 = p \cancel{V_2} \cancel{p} \cancel{V_1}$$

$$= \cancel{p} (\tilde{\nu}_{\text{He}} + \tilde{\nu}_{\text{O}_2}) R \Delta T_2$$

$$\text{Изотерма: } Q = \left( \frac{3}{2} \tilde{\nu}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \tilde{\nu}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_2$$

$$Q = \left( \frac{5}{2} \tilde{\nu}_{\text{He}} + \frac{7}{2} \tilde{\nu}_{\text{O}_2} \right) R \Delta T_2$$

$$\tilde{\nu}_{\text{He}} = 4$$

$$\tilde{\nu}_{\text{O}_2} = 16$$

$$\tilde{\nu}_{\text{He}} = \frac{N_{\text{He}}}{N_A}$$

$$\tilde{\nu}_{\text{O}_2} = \frac{N_{\text{O}_2}}{N_A}$$

$$\frac{\tilde{\nu}_{\text{He}}}{\tilde{\nu}_{\text{O}_2}} = \frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{O}_2}}$$



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

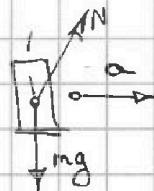
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

Черновик.

1.



$$\text{At } P = N$$

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

$$Ox: N \sin \alpha = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$N^2 = (mg)^2 + \left(m \frac{v^2}{R}\right)^2$$

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

$$\Sigma = \left( \frac{N}{mg} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left( \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

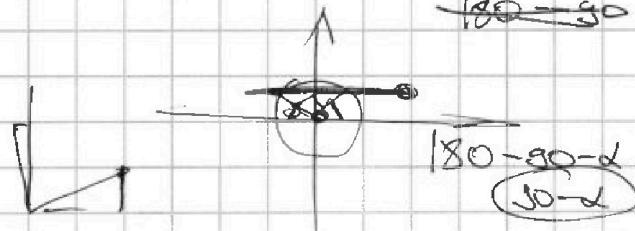
$$100 + \frac{80^4}{800^2} = \frac{(80 \cdot 80)^2}{800^2} + 100 = \frac{(800 \cdot 8)^2}{800^2} + 100 = 164$$

(164) 164  
164 164

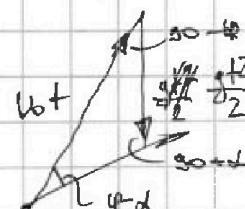
164 = 90

$$\Delta U$$

?



$$\text{Then } \varphi \leq 90^\circ$$



$$\frac{V_0 \sin \varphi}{\sin(90^\circ - d)} = \frac{g + z}{z \sin(\varphi - d)}$$

$$\frac{V_0}{\cos d} = \frac{g + z}{z \sin(\varphi - d)}$$

$$t = \frac{V_0 z \sin(\varphi - d)}{g \cos d}$$

$$T_{\max} = \frac{2V_0 z \sin(90^\circ - d)}{g \cos d} = \frac{2V_0}{g \cos d}$$

Если не на склон:

$$T = \frac{2V_0 \sin(\varphi)}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\max} = \frac{2V_0}{g}$$

$$V = \frac{g T_{\max}}{2}$$

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.








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!



~~$mR^2$~~

$mR^2$

$\frac{dm}{dm} \circ k^2$

$m$

У диска

$mR^2 = \frac{mR^2}{R} dR$

$\sum m = J\beta$

$\omega = \frac{v}{R}$

$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2}{2} \cdot \omega^2 = mv^2$

$v^2 = \sqrt{gh}$

У конуса  $-mR^2$

У диска

$\left( \frac{2\pi R dR}{R^2} \cdot m \right) R^2 =$

$m \int R dR = m \frac{R^2}{2}$

$J\omega^2$

$\frac{mv^2}{2}$

$\frac{mR^2}{2}$

$\frac{v^2}{R} = 0$

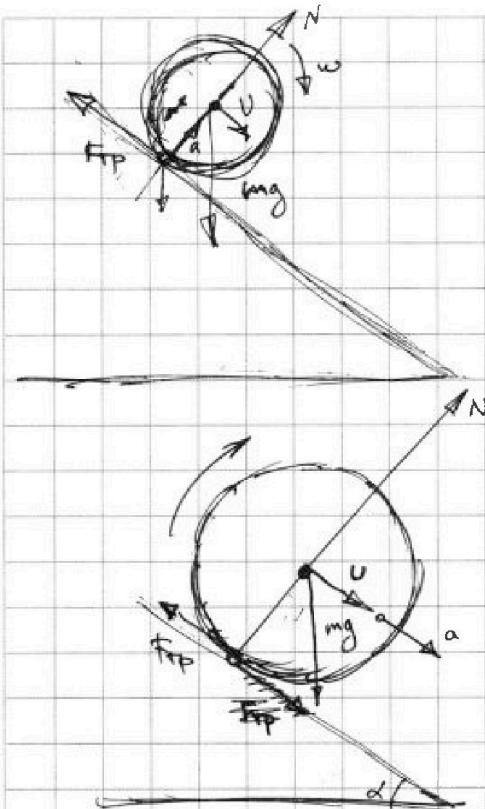


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

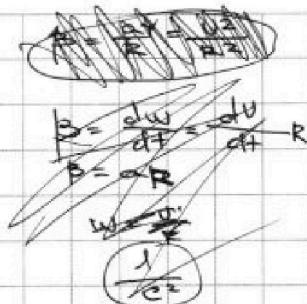
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$F_{tp}$

$$\sum M = J\beta$$

$$\sum F = ma$$



$$F_{tp} \cdot R = \frac{mv^2}{R} \cdot \frac{v^2}{R}$$

~~$$F_{tp} = \frac{mv^2}{R}$$~~

$$F_{tp} \cdot R = mv^2$$

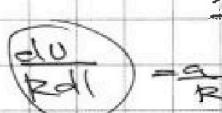
~~$$F_{tp} = mv^2$$~~

$$mg \cos \alpha = N$$

значо

$$\mu = \frac{a}{g \cos \alpha}$$

доказ



$$\sum M = J\beta \rightarrow F_{tp} \cdot R / J \beta = J\beta = \frac{a}{R} \cdot \frac{mv^2}{R}$$

~~mg cos alpha~~

$$ma = mg \sin \alpha - F_{tp} = mg \sin \alpha - \frac{ma}{2}$$

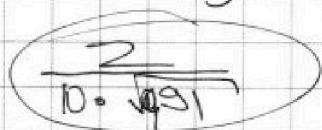
$$g \sin \alpha = \frac{2}{3} a \rightarrow a = \sqrt{\frac{2}{3} g \sin \alpha} = \frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 0.3 = 2 \pi / \text{с}^2$$

$F_{tp} \leq \mu N$  - без проскальзывания

$$F_{tp} = \frac{ma}{2} = \frac{mg \sin \alpha}{3}$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{3} \leq \mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{\tan \alpha}{3} \leq \mu$$



$$\frac{0,1}{\sqrt{0,91}} \neq 0,01$$

$$\sqrt{\frac{0,01}{0,91}} = \sqrt{\frac{1}{91}}$$

$$0,1^2 \cdot \frac{0,1}{0,91} = \frac{0,01}{0,91} = 0,1 \cdot 0,1$$

$$\frac{0,91}{100} = 0,01$$

$$\frac{2}{10 \cdot \sqrt{0,91}}$$



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"/> |

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

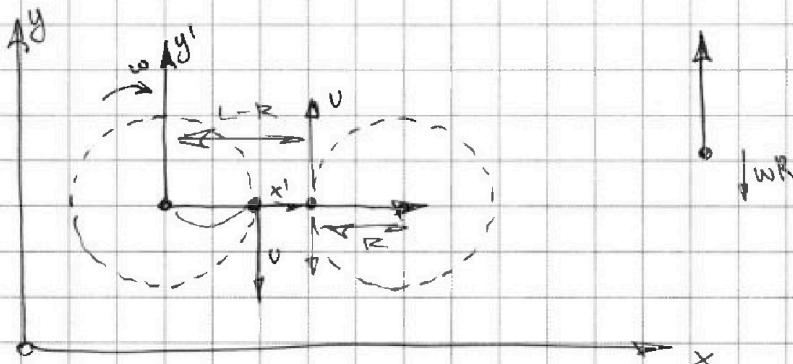


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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



$$\frac{w}{R}$$
$$w = R \cdot \dot{\theta}$$