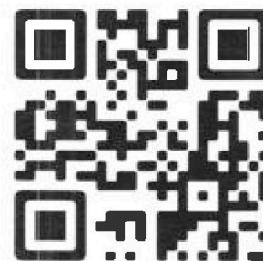




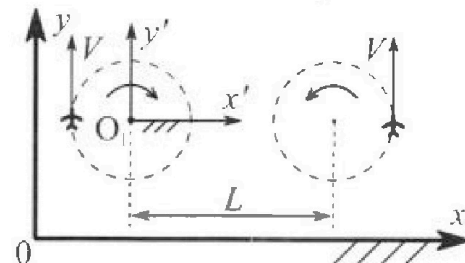
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

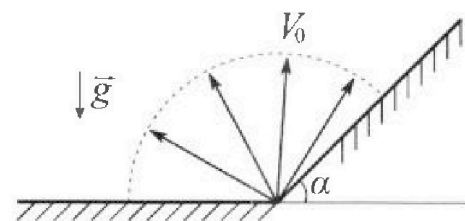


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

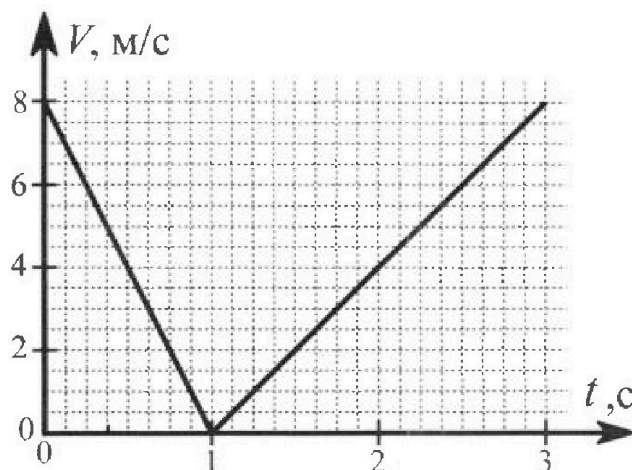
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1 = 160$  м, упавших на склон,  $S_2 = 120$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

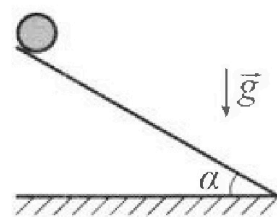
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



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

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6$  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 10-02

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



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

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

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

Через 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

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 летящая действует 3 силы: тяжести, реакции опоры и сила, оказывающая центростремительное ускорение. Последняя сила ( $F_y$ ) направлена от центра окружности, по которой движется самолет, и находится как:



$$F_y = \frac{mU^2}{R}$$

Итак  $P = N$  (по III закону Ньютона)

Также самолет движется без ускорения, поэтому

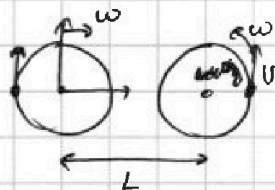
$$\vec{F}_y + \vec{mg} + \vec{N} = 0$$

по т. Пифагора  $N = \sqrt{(mg)^2 + (F_y)^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{U^2}{R}\right)^2}$

Тогда  $\frac{P}{mg} = \frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \left(\frac{U^2}{R}\right)^2}}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{U^2}{gR}\right)^2} =$

$$= \sqrt{1 + \left(\frac{70 \text{ м/с}}{700 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2}\right)^2} = \sqrt{1 + (0,7)^2} = \sqrt{1 + 0,49} \approx 1,22$$

2. Система отсчета, связанная с левым самолетом вращается вправо с угловой скоростью  $\omega$   $\rightarrow$



шаров в их вершине, добавим к правому самолету угловую скорость  $\omega$  влево. ~~Теперь самолет~~

~~и угловая скорость шаров~~  
~~равна нулю~~  
~~и шары не вращаются~~  
~~и шары не вращаются~~  
~~и шары не вращаются~~

Ответ: 1: 1,22

~~2: 420 м/с; направление~~

2: ~~420 м/с~~ в направлении, перпендикулярном прямой, проходящей через центры окружностей

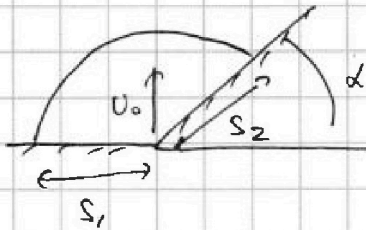
$$U = U + \omega(L+R) = \frac{70 \text{ м/с}}{U} + \frac{U}{R} \cdot 4R = 5U = \underline{350 \text{ м/с}}$$



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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



1. Максимальное перемещение  $S_1$  по горизонтальной оси достигается при  $\vec{U}_0$  направленном под углом  $45^\circ$  к горизенту. Пусть изначально  $\vec{U}_0$  направлено под углом  $\beta$  к горизенту

$$2 \frac{U_0 \sin \beta}{g} \cdot U_0 \cos \beta = S_1 = \frac{U_0^2 \sin 2\beta}{g} \quad \text{т.к. } S_1 - \max \Rightarrow \sin 2\beta = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

время полета

То есть  $U_0 = \sqrt{gS_1} = \sqrt{10 \cdot 160} \text{ м/с} = 40 \text{ м/с}$

2.  $U_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = S_2 \sin \alpha$

$U_0 \cos \beta t = S_2 \cos \alpha$

Т.к.  $S_2$  - максимальное удаление для данного  $\beta$  и  $U_0 \Rightarrow$  точка касания омпла с наклонной плоскостью принадлежит параболе безопасности  $\Rightarrow$  начальная и конечная скорости перпендикулярны

Уравнение параболы безопасности:  $-\frac{g}{2U_0^2} \cdot X^2 + \frac{U_0^2}{2g} = y$

$x = S_2 \cos \alpha; y = S_2 \sin \alpha \quad U_0^2 = gS_1 \Rightarrow$

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

$S_1^2 - 2S_1 S_2 \sin \alpha + S_2^2 \sin^2 \alpha = S_2^2$

$(S_1 - S_2 \sin \alpha)^2 = S_2^2$

$S_1 - S_2 \sin \alpha = \pm S_2$

$\sin \alpha = \frac{S_1 \mp S_2}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \mp 1 \Rightarrow \text{т.к. } S_1/S_2 > 1 \quad \sin \alpha = \frac{S_1}{S_2} - 1 =$

$= \frac{16-12}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$

Ответ: 1: 40 м/с  
2:  $\arcsin(1/3)$



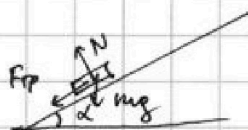
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

1. Т.к. на графике есть момент, когда скорость была равна 0, первоначально движение было направлено вверх по наклонной плоскости, потом скорость уменьшалась до 0, а потом была направлена вниз.

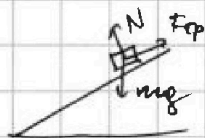


$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g = a_1$$

Из первого участка графика  $a_1 = 8 \text{ м/с}^2$  (минус опускаем, т.к. он связан тем, что



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

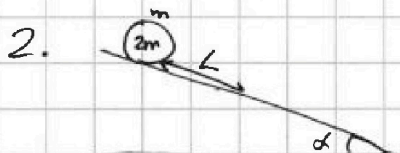
$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

скорость и ускорение противоположно направлены)

Из второго участка графика  $a = 4 \text{ м/с}^2$

Сложим 2 полученных уравнения:  $2g \sin \alpha = a_1 + a_2$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{12 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \boxed{0,6}$$



В случае с бочкой: бочка движется под действием силы трения.

Т.к. параллелограмм нет, сила трения не совершает работы

Т.к. воду считаем идеальной жидкостью  $\Rightarrow$  она не поворачивается в бочке

3.С.2. ~~два~~ ~~первоначальное~~ ~~два~~ ~~матрицы~~ ~~начала~~ ~~движения~~ и перемещении на  $L$  вниз

$$0 + mgL \sin \alpha = \underbrace{3m \frac{v^2}{2}}_{\text{вращение самой бочки}} + \underbrace{\frac{mv^2}{2}}_{\text{но + кинетика}}$$

$$gL \sin \alpha = 2v^2$$

$$v = \sqrt{gL \sin \alpha / 2} = 0,6 \sqrt{5} \text{ м/с} \approx 1,3 \text{ м/с}$$

3. Найдем ускорение:  $\frac{v^2}{2a} = L \Rightarrow a = \frac{v^2}{2L} = \frac{g \sin \alpha}{2 \cdot 2k} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ м/с}^2$

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

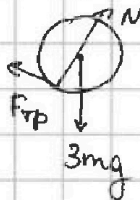
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



4.



$$3mg \sin \alpha + \mu \cdot 3mg \cos \alpha = 3ma$$

$$g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a = \frac{v^2}{2L}$$

$$\mu = \frac{-\frac{v^2}{2gL} + \sin \alpha}{\cos \alpha} = -\frac{v^2}{2gL \cos \alpha} + \tan \alpha =$$

$$= -\frac{0,6 \sin \alpha}{2 \cdot 20 \cos \alpha} + \tan \alpha = -\frac{\tan \alpha}{4} + \tan \alpha = \frac{3 \tan \alpha}{4}$$

~~Без проскальзывания  $\Rightarrow$  скорость  $\omega$ -м. равна скорости, с которой  
болта поворачивается вокруг своей оси, то есть~~

$$\tan \alpha = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4} \Rightarrow \mu = 1 \text{ и меньше}$$

- Ответ:
- 1: 0,6
  - 2: 1,3 м/с
  - 3: 1,5 м/с<sup>2</sup>
  - 4:  $\leq 1$

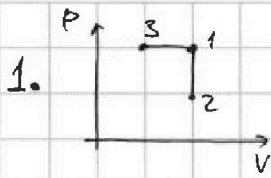


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



Пусть  $\nu_1$  - кол-во молей гелия;  $\nu_2$  - кол-во молей азота

$$Q = Q_{12} = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1 = Q$$

$$Q = Q_{13} = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 + A_{ВН} =$$

$$= Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} + A_{ВН} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{ВН} = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

$$= 7800 \text{ Дж} \cdot \frac{31,2 \text{ К} - 20 \text{ К}}{31,2 \text{ К}} = \boxed{2800 \text{ Дж}}$$

3. Т.к.  $1 \rightarrow 3$  - процесс изобарический,

среднюю температуру можно записать как:

$$Q = \underbrace{\frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T_2}_{\text{азот}} + \underbrace{\frac{7}{2} \nu_2 R \Delta T_2}_{\text{гелий}} = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1$$

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_2 R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1$$~~

$$\nu_1 (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = \nu_2 (5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2)$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 31,2 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 31,2} = \frac{156 - 140}{100 - 93,6} =$$

$$= \frac{16}{6,4} = \boxed{2,5} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\nu_1 = 2,5 \nu_2$$

$$C_{\text{средняя}} = \frac{5\nu_1 + 7\nu_2}{2(\nu_1 + \nu_2)} R = \frac{19,5}{7} R = \frac{39}{14} R$$

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_2 R \Delta T_2 = \frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_2 R \Delta T_2$$~~

~~$$C_p = \frac{5\nu_1 + 7\nu_2}{2(\nu_1 + \nu_2)} R = \frac{5 \cdot 2,5 + 7}{2 \cdot 3,5} R = \frac{39}{14} R$$~~

Ответ: 1: 280 Дж

2: 39 Дж/К

3: 2,5

2.  $C_p \Delta T_2 = Q$

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{7800 \text{ Дж}}{20 \text{ К}} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

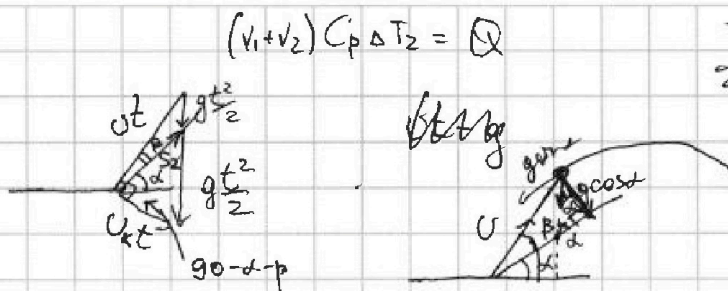


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$(v_1 + v_2) C_p \Delta T_2 = Q$$

$$-S_2^2(1 - \sin^2 \alpha) + S_1^2 = 2S_1 S_2 \sin \alpha$$

$$S_1^2 - S_2^2 + S_2^2 \sin^2 \alpha = 2S_1 S_2 \sin \alpha$$

$$(S_1 - S_2 \sin \alpha)^2 = S_2^2$$

$$S_1 - S_2 \sin \alpha = \pm S_2$$

$$\sin \alpha = \frac{S_1 \pm S_2}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \pm 1$$

$$\frac{16}{12} - 1 = \frac{16 - 12}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$\sqrt{S_2^2 - (u_0 \cos \beta t)^2} = u_0 \sin \beta t - g \frac{t^2}{2}$$

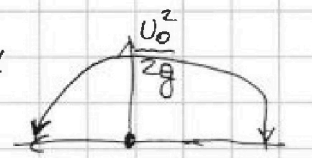
$$S_2^2 - (u_0 \cos \beta t)^2 = (u_0 \sin \beta t)^2 - 2g \frac{t^2}{2} u_0 \sin \beta t + \left(g \frac{t^2}{2}\right)^2$$

$$S_2^2 = (u_0 t)^2 - 2g t^3 u_0 \sin \beta \quad t = \frac{S_2 \cos \alpha}{u_0 \cos \beta}$$

$$\tan \beta \frac{S_2 \cos \alpha}{2u_0^2} - \frac{g(\tan^2 \beta + 1) S_2^2 \cos^2 \alpha}{2u_0^2} = \frac{S_2}{2} \sin \alpha$$

$$\tan \beta \cdot S_2 \cos \alpha - \frac{g}{2} \left( \frac{S_2 \cos \alpha}{u_0 \cos \beta} \right)^2 = S_2 \sin \alpha$$

$$\frac{g(\tan^2 \beta + 1) \cos^2 \alpha S_2}{2u_0^2 \cos^2 \beta} = \left( \tan \beta \frac{S_2 \cos \alpha}{u_0 \cos \beta} - \frac{S_2 \sin \alpha}{\cos \alpha} \right) = \tan \beta - \tan \alpha$$



$$\frac{2u_0^2}{g} = \frac{2u_0^2 \cos^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} = \frac{1}{\tan \beta - \tan \alpha} \quad \frac{2 \cdot g S_1}{g}$$

$$\frac{u_0^2}{g} \quad X_B = -\frac{b}{2a} = 0$$

$$\frac{S_2 \cos \alpha}{2S_1 \cos^2 \beta} = \tan \beta - \tan \alpha$$

$$b=0$$

$$\frac{(\tan \beta - \tan \alpha) \cdot (\tan^2 \beta + 1)}{\sqrt{\tan^2 \alpha + 1}} = \frac{S_2}{2S_1}$$

$$X = \frac{u_0^2}{g} \quad y = 0$$

$$78 \text{ to } \frac{2a}{3g}$$

$$\frac{u_0^2}{g} \quad ax^2 + bx + c = y$$

$$\frac{u_0^2}{g} \cdot \left( -\frac{g}{2u_0^2} \right)$$

$$c = -U \quad \left[ c = \frac{u_0^2}{2g} \right]$$

$$-\frac{g}{2u_0^2} \cdot X^2 + \frac{u_0^2}{2g} = (S_2 \sin \alpha)^2$$

$$a \left( \frac{u_0^2}{g} \right)^2 + \frac{u_0^2}{2g} = 0$$

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

$$a = -\frac{4g}{2u_0^2}$$

$$-\frac{S_2^2(1 - \sin^2 \alpha)}{2} + \frac{S_1^2}{2} = 2S_1 S_2 \sin \alpha$$

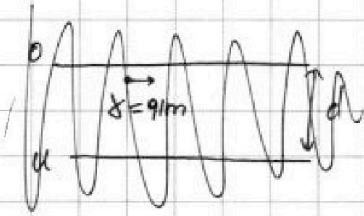


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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



$$\frac{31,2 - 20}{31,2} = \frac{11,2}{31,2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\begin{array}{r} 3800 \overline{) 312} \\ \underline{624} \\ 1560 \\ \underline{112} \\ 560 \\ \underline{224} \\ 2800 \\ \underline{2800} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 312 \\ \underline{25} \\ 285 \\ \underline{25} \\ 39 \\ \underline{35} \\ 39 \end{array}$$

39 · 8,31 / 14

$$U_0 \sin \beta t - g t^2 / 2 = S_2 / 3$$

$$U_0 \cos \beta t = S_2 \sqrt{3} / 3$$

$$\text{используем } \tan \beta = \frac{S_2 \sqrt{3} / 3 \cdot \tan \beta - \frac{g}{2} \cdot \left( \frac{S_2 \sqrt{3} / 3}{U_0 \cos \beta} \right)^2}{\frac{S_2}{3}}$$

$$\frac{2,22}{6\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3} \cdot 2} = \frac{3}{\sqrt{3}}$$

$$\tan \beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S_2 \cdot 819 (\tan^2 \beta + 1)}{U_0^2} = \frac{1}{3}$$

$$\tan \beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{1}{2} (\tan^2 \beta + 1) = \frac{1}{3}$$

$$\sqrt{3} \tan \beta - (\tan^2 \beta + 1) = 1$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \sqrt{3} \tan \beta - 1$$

$$\tan^2 \beta - \sqrt{3} \tan \beta + 2 = 0$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{3} \pm \sqrt{3 - 2}}{2} = \sqrt{2} \Rightarrow 448$$

$$R \quad V_0 = 35$$

$$\frac{39}{3,5}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \quad 2,2 \\ \underline{23} \quad 2,2 \\ 169 \quad 44 \\ \underline{46} \quad 44 \\ 5,29 \quad 884 \\ \underline{2,23} \\ 7,23 \\ \underline{1669} \\ 446 \\ \underline{49729} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,3 \quad 2,6 \\ \underline{2,2} \quad 1,1 \\ 2,6 \quad 2,6 \\ \underline{286} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ 39 \\ \underline{78} \\ 1 \\ 1 \\ \underline{2,23} \\ 96 \\ \underline{1328} \end{array}$$



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

1

2

3

4

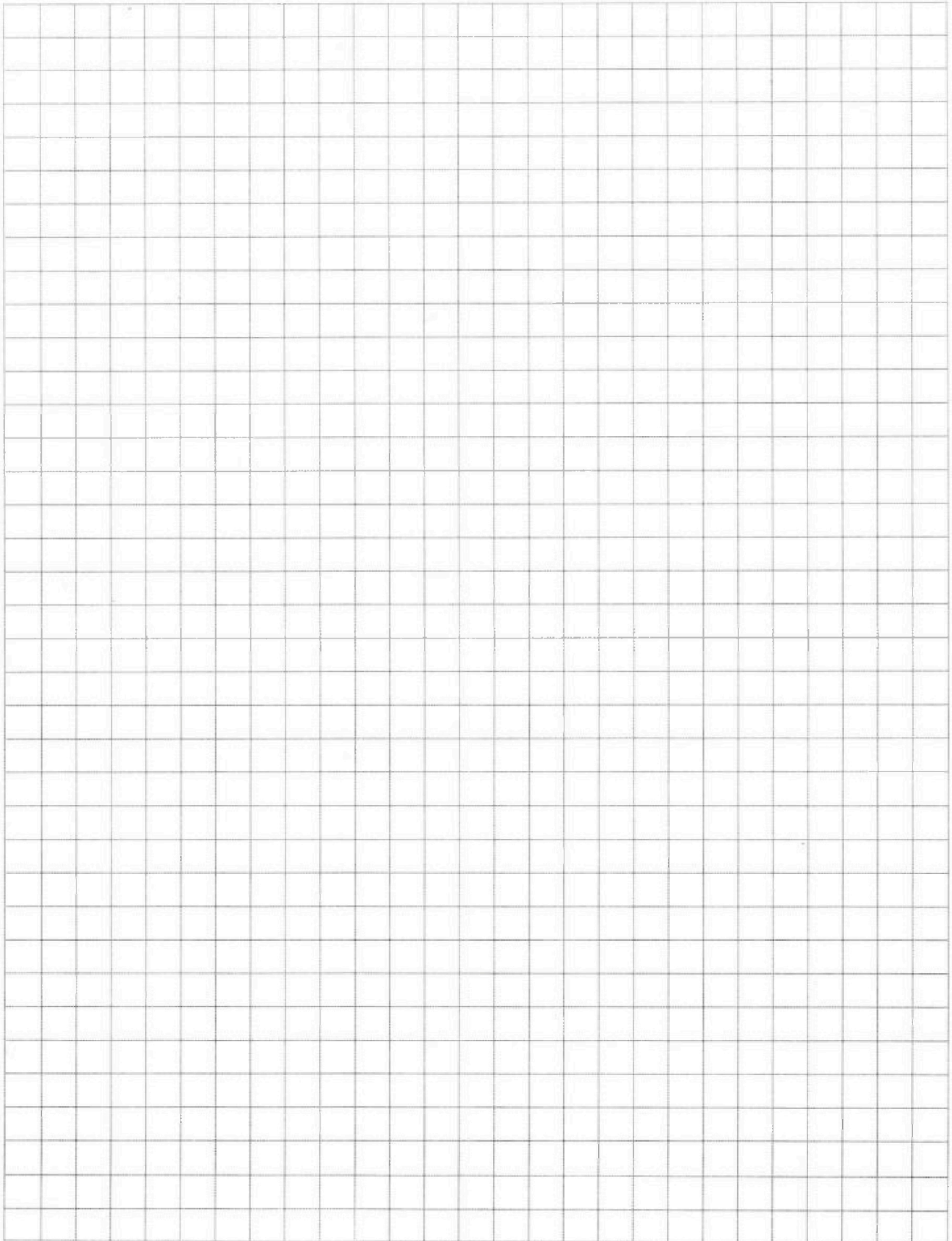
5

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!





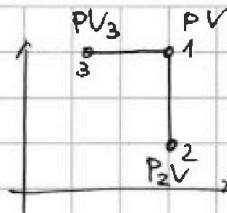
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1



$$Q_{12} = 7800 \text{ Дж} = Q_{13}$$

1.  $A_{вн} = Q_{12}$  в изобар.  $\Rightarrow$

2.  $v_1$  меньше  $v_2$   $\Rightarrow$   $v_2$  адиаб.  $N_2$  - глужат.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$5 \cdot 3,2$$

$$\frac{3}{5} \cdot 56,0$$

$$\frac{31,2}{93,6}$$

$$160 \text{ Дж}$$

$$\frac{5}{2} v_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} v_2 R \Delta T_2 = Q$$

$$\frac{3}{2} v_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} v_2 R \Delta T_1 = Q = \frac{5}{2} v_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} v_2 R \Delta T_2$$

$$(5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) v_1 = (5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2) v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4}$$

$$= \frac{160}{6,4} = \frac{10}{4} = 2,5$$

В изобар.:

$$\left(\frac{5}{2} v_1 + \frac{7}{2} v_2\right) R \Delta T_2 = C_p \Delta T_2 (v_1 + v_2)$$

$$v_1 = 2,5 v_2$$

$$C_p R = a$$

$$(5 \cdot 2,5 + 7) v_2 R = 2 \cdot 3,5 v_2 C_p$$

$$\frac{19,5 R}{7} = C_p$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{v_1}{v_2} = 2,5$$

$$\frac{2,5}{5}$$

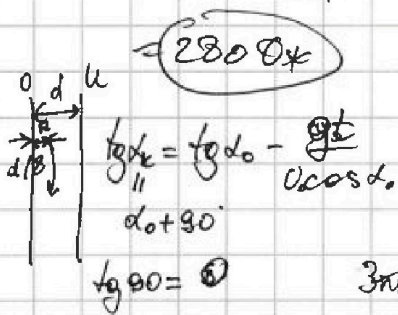
$$\frac{125}{7}$$

$$\frac{19,5}{19,5}$$

$$Q = \Delta U + A_r = \Delta U - A_r = \Delta U + A_{вн} =$$

$$A_{вн} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{11,2}{31,2}$$

$$\left(\frac{3}{2} v_1 R + \frac{5}{2} v_2 R\right) \Delta T_2 = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$



$$\frac{11,2}{31,2} \cdot 7800 = 896$$

$$\frac{896}{8736,0} \cdot 31,2 = 3,2$$

$$\frac{11,2}{31,2} \cdot 7800 = 896$$

$$\frac{896}{8736,0} \cdot 31,2 = 3,2$$

$$\frac{11,2}{31,2} \cdot 7800 = 896$$

$$\frac{896}{8736,0} \cdot 31,2 = 3,2$$

$$\mu = \frac{G \sin \alpha - F \cos \alpha}{G \cos \alpha + F \sin \alpha}$$



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

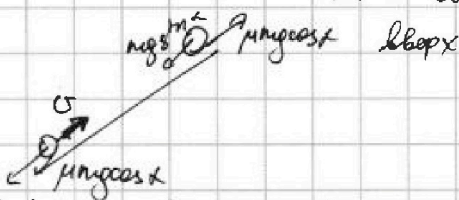
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

УЗ

т.к.  $v_{\text{баша}} = 0$  в  $t=1$ , движение баша

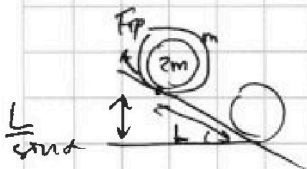


при  $v_{\text{баша}} = 0$   $\mu(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = a$  по графикам  $a = \frac{-8 \text{ м/с}^2}{1 \text{ с}} = -8 \text{ м/с}^2$  т.к.

напр. против  $v$   $\sin\alpha + \mu\cos\alpha = 0,8$

При движении вниз  $\mu(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = a = \frac{8}{2} = 4 \text{ м/с}^2$

$$\left. \begin{aligned} \sin\alpha - \mu\cos\alpha &= 0,4 \\ 2\sin\alpha &= 1,2 \\ \sin\alpha &= 0,6 \end{aligned} \right\}$$



Движение за счет сил трения  
Без проскальзывания  $\Rightarrow$  сила трения не совершает работу и скорости всех точек одинаковы  
вода не вернется, только баша

Тогда  $3\mu\frac{1}{2}mv^2 = 2m\frac{v^2}{2} + m\frac{v^2}{2} + m\frac{v^2}{2} = 2mv^2$

$$\begin{array}{r} 62 \quad 82 \\ 3,8 \quad 3,9 \\ \hline 3,8 \quad 3,9 \\ \hline 304 \quad 351 \\ 144 \quad 117 \\ \hline 1444 \quad 1521 \end{array}$$

$v = \sqrt{\frac{3Lg}{2\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,6 \cdot 10}{2 \cdot 0,6}} = \sqrt{15} \approx 3,9 \text{ м/с}$

$\frac{at^2}{2} = L$

$\frac{a}{2} \cdot \frac{v^2}{a^2} = L \quad \frac{v^2}{2a} = L$

$at = v$   
 $t = \frac{v}{a}$

$a = \frac{v^2}{2L} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 0,6 \cdot 2L} = \frac{3 \cdot 10}{8L} = \frac{10}{8L} = \frac{100}{8L} = 12,5 \text{ м/с}^2$

Без проскальзывания  $\Rightarrow$

$$\begin{array}{r} 148 \quad 164 \\ -128 \quad 21 \\ \hline 200 \end{array}$$

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

$\mu = \frac{a + \sin\alpha}{g \cos\alpha} = \frac{a}{g \cos\alpha} + \frac{1}{g} = \frac{a}{g \cos\alpha} + \frac{1}{g}$

$= \frac{v^2}{2L \cdot g \cos\alpha} + \frac{1}{g} = \frac{3g}{4 \sin\alpha \cdot g \cos\alpha} + \frac{1}{g}$

$= \frac{1 + 0,6 \cdot 0,8}{0,8^2} = \frac{1 + 0,48}{0,64} = \frac{1,48}{0,64} = 2,3125$

$= \frac{3}{4 \cdot 0,6 \cdot 0,8} + \frac{0,6}{0,8} = \frac{1}{0,8^2} + \frac{0,6}{0,8}$



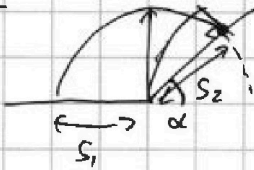
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

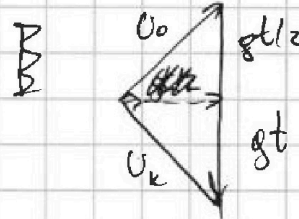
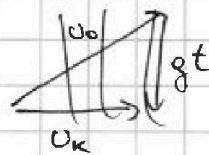
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2



$$2 \frac{U_0 \sin \alpha}{g} \cdot U_0 \cos \alpha = U_0 \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$S_1 \leftarrow U_0 \sin \alpha \cdot t$   $45^\circ$   $\frac{U_0^2}{g} = S_1$   $U_0 = \sqrt{g S_1}$



$$\begin{cases} U_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = S_2 \sin \alpha \\ U_0 \cos \alpha t = S_2 \cos \alpha \end{cases}$$

$$U_0^2 + U_k^2 = (gt)^2$$

$$U_k^2 = \sqrt{(gt)^2 - U_0^2} = \sqrt{(U_0 \sin \alpha + gt)^2 + U_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$(gt)^2 - U_0^2 = U_0^2 \rightarrow 2U_0 \sin \alpha gt + (gt)^2$$

$$2U_0 \sin \alpha gt \neq 2U_0^2$$

$$U_0 = gt \sin \alpha$$

$$U_0 \cos \alpha = gt \sin \alpha$$

$$\frac{gt^2 \sin^2 \alpha}{2} - \frac{gt^2}{2} = S_2 \sin \alpha$$

$$U_0 \sin \alpha \cdot \frac{U_0}{g \sin \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{U_0^2}{g \sin^2 \alpha} = S_2 \sin \alpha$$

$$t = \frac{U_0}{g \sin \alpha}$$

$$\frac{U_0^2}{g} \left(1 - \frac{1}{2 \sin^2 \alpha}\right) = S_2 \sin \alpha =$$

$$U_0 \cos \alpha \cdot \frac{U_0}{g \sin \alpha} = S_2 \cos \alpha$$

$$\frac{U_0^2}{g \sin \alpha} = S_2 \cos \alpha \Rightarrow \frac{S_1}{\sin \alpha} = S_2 \cos \alpha$$

$$\frac{U_0^2}{g} = S_2 \sin \alpha \left( \frac{U_0^2}{g \sin \alpha} \right)$$

$$\frac{U_0^2}{g} \left(1 - \frac{1}{2 \sin^2 \alpha}\right) = S_2 \sin \alpha = S_1 \left(1 - \frac{1}{2 \sin^2 \alpha}\right)$$

$$S_2 \frac{S_1^2}{g \sin \alpha}$$

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

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

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



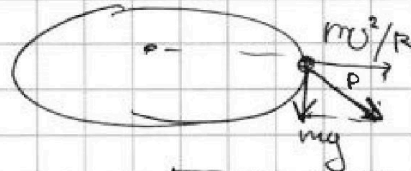
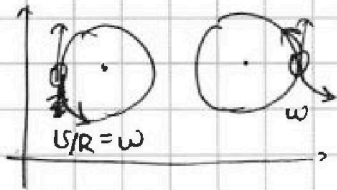
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

N9



$$\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{(mU^2/R)^2 + (mg)^2}}{mg} = \frac{\sqrt{(U^2/R)^2 + g^2}}{g}$$

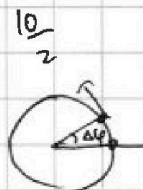
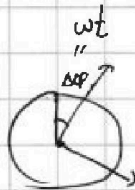
$$= \sqrt{\frac{(U^2/R)^2}{g^2} + 1} = \sqrt{\left(\frac{70^2}{700 \cdot 10}\right)^2 + 1} = \sqrt{0,49 + 1} = \sqrt{1,49} \approx 1,22$$

$$\frac{70 \cdot 70}{700 \cdot 10} = 0,7^2$$

$$\begin{array}{r} 122 \\ 1,22 \\ \hline 122 \\ 244 \\ \hline 242 \\ 244 \\ \hline 121 \\ 1,464 \\ \hline 1,4884 \end{array}$$



$$\frac{U_0}{2} \cdot \frac{U_0}{g}$$

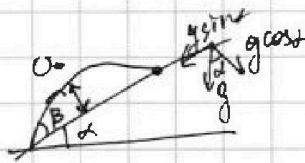


√6

$$\begin{array}{r} 222 \\ 222 \\ \hline 444 \\ 444 \\ \hline 49284 \\ 49284 \\ \hline 108568 \\ 108568 \\ \hline 217136 \end{array}$$

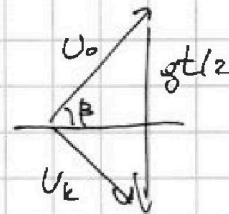
$$a \left( \frac{U_0^2}{g} + \frac{U_0^2}{2g} \right) = 0$$

$$\alpha = -\frac{1}{2} \cdot \frac{g}{U_0^2}$$



$$\frac{39}{2} \quad 10 \cdot 160$$

$$\frac{19,5}{7} \quad \frac{39}{14}$$



$$U_0^2 + U_k^2 = (gt)^2$$

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{3}$$

$$\frac{2U_0 \sin \beta}{g} = t \quad U_0 \cos \beta t = S_2$$

$$\frac{U_0^2 \sin^2 \beta}{g} = \frac{1}{2} S_2$$

$$U_0 \sin \beta t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2} = 0 \quad \frac{2U_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} = t$$

$$U_0 \cos \beta t - g \sin \alpha \frac{t^2}{2} = S_2$$

$$\frac{U_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{2}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_2$$

$$\frac{m U_0^2}{2} = \frac{m U_k^2}{2} + m g S_2 \sin \alpha$$

$$U_0^2 = (gt)^2 - U_k^2 + S_2 \sin \alpha$$

$$2U_0^2 = (gt)^2 + S_2 \sin \alpha$$

$$\begin{array}{r} 87360 \\ -624 \\ \hline 2436 \end{array} \quad \begin{array}{r} 312 \\ 280 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 112 \\ 312 \\ \hline 112 \\ 1780 \\ \hline 896 \\ 784 \\ \hline 8736,0 \end{array}$$