

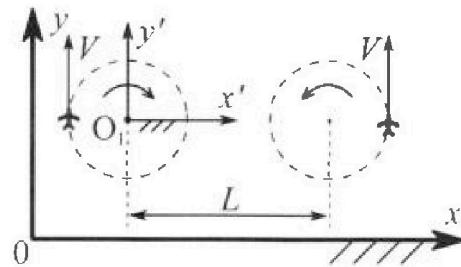
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-02

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

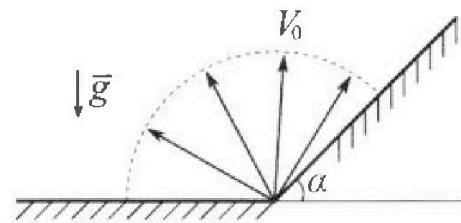
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 70 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R=700 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения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

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



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

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x' O_1 y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .
2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1 = 160 \text{ м}$ , упавших на склон,  $S_2 = 120 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



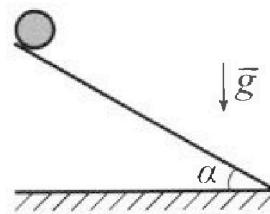
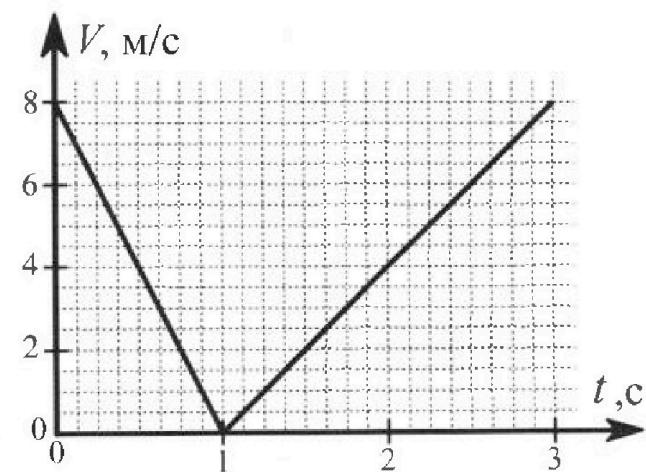
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.  
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

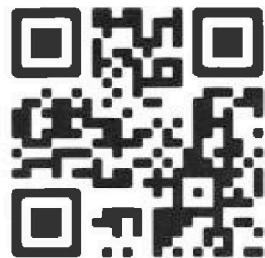
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10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

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

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n=2$  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  $L=0,6 \text{ м}$ ?  
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 10-02



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

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

5. 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.

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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

№1

1) 2-ий з-ны 3-ий  
запись  
нормаль  
 $ay \cdot ma = N - mg$ .

2-ий з-ны  
нормаль  
 $m\vec{a}_c = \vec{N} + \vec{mg}$ .

OX:  $ma_x = Nx$ .

$ay: 0 = Ny - mg \rightarrow Ny = mg$ .

One moment  $a_{yc} = \frac{Jg^2}{R}$

Tanya  $Nx = \frac{m v^2}{R}$

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

Tanya  $\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{70^4}{700^2} + 10^2}}{10} =$

 $= \frac{\sqrt{\frac{70 \cdot 70 \cdot 70 \cdot 70}{700 \cdot 700} + 100}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$ 

2. Найдем  $\omega$  CO  $x'0_1y'$ :

 $\omega = \frac{v}{R} = \frac{70}{700} = 0,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$



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  
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!

Тогда ~~скорость~~<sup>точки</sup> самолета, ~~в~~<sup>который</sup> находящийся ~~на~~<sup>средней</sup> оси

$$|\vec{v}_2| = \omega \cdot (L+R) = \frac{\omega}{R} (L+R).$$

$$\text{Тогда } \vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

ay:  $v_y = v - \frac{\omega}{R} (L+R) =$

$$= 70 - \frac{70}{700} (2100 + 700) =$$

$$= 70 - \frac{70 \cdot 2800}{700} = 70 - 280 = -210 \text{ m/s}$$

ay:  $v_y = v + v_2 = v + \frac{\omega}{R} (L+R) =$

$$= v \left( 1 + \frac{L+R}{R} \right) = v \cdot \frac{L+2R}{R} =$$

$$= 70 \cdot \frac{2100 + 2 \cdot 700}{700} = 70 (3 + 2) = 70 \cdot 5 =$$

$$= 350 \text{ m/s}$$

$\vec{v}$  направление вверх по ay.

Ответ: 1.  $\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{149}}{10}$

2.  $|\vec{v}| = 350 \text{ m/s}$  - направление вверх по оси ay.

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



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

СТРАНИЦА  
3 из 4

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

$$(S_2)'_{\gamma} = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left( \frac{\cos \alpha \cdot \gamma \cos \alpha - \sin \alpha}{1 + \gamma^2 \cos^2 \alpha} \right)' = \\ = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left( \cos \alpha \cdot \gamma \cos \alpha \cdot (1 + \gamma^2 \cos^2 \alpha) - (\gamma \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot 2 \gamma \cos \alpha \cdot \gamma \cos \alpha \right) \cdot \frac{1}{(1 + \gamma^2 \cos^2 \alpha)^2}$$

Т.к.  $S_2$  - макс. значение, то

$$(S_2)'_{\gamma} = 0.$$

$$\cos \alpha \cdot \gamma \cos \alpha \cdot (1 + \gamma^2 \cos^2 \alpha) - 2(\gamma \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot \gamma \cos \alpha \cdot \gamma \cos \alpha = \\ = 0$$

$$\cos \alpha + \cos \alpha \gamma^2 \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \gamma^2 \cos^2 \alpha - 2 \sin \alpha \gamma \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha \gamma^2 \cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha \gamma \cos \alpha - \cos \alpha = 0.$$

Решим для  $\gamma \cos \alpha$ :

$$D = 4 \sin^2 \alpha + 4 \cos^2 \alpha = 4 \cdot 1 = 4.$$

$$\gamma \cos \alpha = \frac{-2 \sin \alpha + 2}{2 \cos \alpha} = \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha}. \quad \text{т.к. } \gamma \cos \alpha > 0.$$

$$\text{Тогда } S_2 = \frac{2V_0^2 \cdot \gamma \cos \alpha \cos \alpha - \sin \alpha}{1 + \gamma^2 \cos^2 \alpha} = \\ = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left( \frac{1 - \sin \alpha - \sin \alpha}{1 + \frac{(1 - \sin \alpha)^2}{\cos^2 \alpha}} \right) = \frac{2V_0^2 (1 - 2 \sin \alpha)}{g (\cos^2 \alpha + (1 - \sin \alpha)^2)} = \\ = \frac{2V_0^2 (1 - 2 \sin \alpha)}{g (\cos^2 \alpha + 1 - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha)} = \frac{2V_0^2 (1 - 2 \sin \alpha)}{2g (1 - \sin \alpha)}.$$

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.



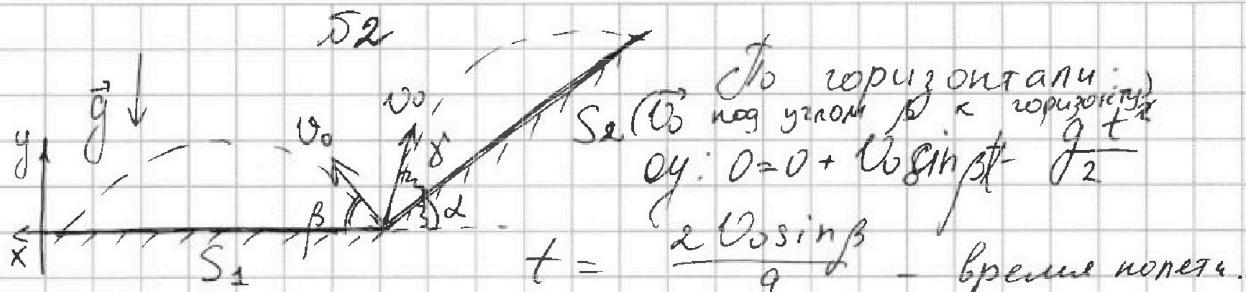







СТРАНИЦА  
1 из 4

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



$$S_2 = v_0 \cos \beta \cdot t = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\beta)}{g}$$

$S_2$  максимальный при  $\sin(2\beta) \rightarrow \text{ макс.}$   
т.к.  $\sin(2\beta) \leq 1$ , т.е.  
 $\sin(2\beta)_{\text{ макс.}} = 1$ .

$$\text{Тогда } S_2 = \frac{v_0^2 \cdot \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g}, \quad \beta = 45^\circ.$$

$$v_0 = \sqrt{S_2 g} = \sqrt{160 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 40 \text{ м/с.}$$

Тогда при ~~равнении~~  $\vec{v}_0$  направ

Тогда при ~~равнении~~ по наклонной линии

Тогда у основания, который пролетел максимальное расстояние на наклонной линии, ~~направление~~  $\vec{v}_0$  было направлено под углом  $\alpha$  к горизонту.

Тогда:  $Ox: S_2 \cos \alpha = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$$Oy: S_2 \sin \alpha = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$



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 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 4

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

$$t = \frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \gamma}$$

$$S_2 \sin \alpha = V_0 \sin \gamma \cdot \frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \gamma} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S_2 \cos^2 \alpha}{V_0^2 \cos^2 \gamma}$$

$$\sin \alpha = t \gamma \cdot \cos \alpha - \frac{g \cos^2 \alpha}{2 V_0^2} \cdot S_2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \gamma}$$

$$\text{Из тригонометрии } \frac{1}{\cos^2 \gamma} = 1 + \tan^2 \gamma.$$

$$\sin \alpha = t \gamma \cdot \cos \alpha - \frac{g \cos^2 \alpha}{2 V_0^2} \cdot S_2 (1 + \tan^2 \gamma)$$

$$S_2 = \frac{t \gamma \cdot \cos \alpha - \sin \alpha}{\frac{g \cos^2 \alpha}{2 V_0^2} (1 + \tan^2 \gamma)} = \frac{(\sin \gamma / \cos \gamma \cdot \cos \alpha - \sin \alpha) \cos \gamma}{g \cos^2 \alpha / 2 V_0^2}$$

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

$$(S_2)'_\gamma = \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha \cdot (\sin \gamma) \cos \gamma + (\cos \gamma) \sin \gamma) - \sin \alpha \cdot (\cos^2 \gamma)'$$

т.к.  $S_2$  — максимум при  $\gamma = S_2(\gamma)$ , то

$$(S_2)'_\gamma = 0$$

$$\cos \alpha (\cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma) - \sin \alpha \cdot 2 \cos \gamma (-\sin \gamma) = 0$$

$$\cos \alpha (\cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma) + 2 \sin \alpha \sin \gamma = 0$$

$$\cos \alpha (1 - 2 \sin^2 \gamma) + 2 \sin \alpha \sin \gamma = 0$$

$$-2 \cos \alpha \sin^2 \gamma + 2 \sin \alpha \sin \gamma + \cos \alpha = 0$$

$$2 \cos \alpha \sin^2 \gamma - 2 \sin \alpha \sin \gamma - \cos \alpha = 0$$

$$D = 4 \sin^2 \alpha - 4 \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\cos \alpha) = 4 \sin^2 \alpha + 8 \cos^2 \alpha = 4 + 4 \cos^2 \alpha$$



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

СТРАНИЦА  
4 из 4

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

$$S_2 = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1 - 2 \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

$$S_2 g - S_2 g \sin \alpha = V_0^2 - 2 V_0^2 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha (2 V_0^2 - S_2 g) = V_0^2 - S_2 g$$

$$\sin \alpha = \frac{V_0^2 - S_2 g}{2 V_0^2 - S_2 g} = \frac{40^2 - 120 \cdot 10}{2 \cdot 40^2 - 120 \cdot 10} =$$

$$= \frac{1600 - 1200}{3200 - 1200} = \frac{400}{2000} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$\alpha = \arcsin(0,2)$$

Ответ: 1.  $V_0 = 40 \text{ м/с}$ .

2.  $\alpha = \arcsin(0,2)$ .

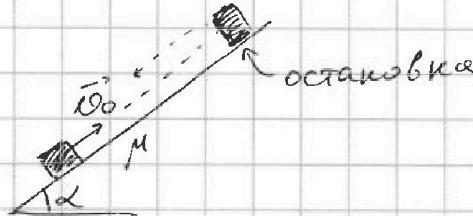


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

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

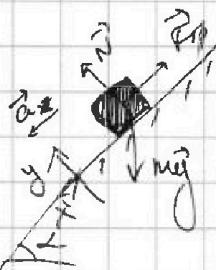
1.



Движение  
вверх по  
плоскости. 2 ЗН:  
ОУ:  $N = mg \cos \alpha$ .  
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

Движение

$a_{x_1} = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$  (1)  
вниз по  
плоскости.  
ОУ:  $N = mg \cos \alpha$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$   
 $\mu g a_{x_2} = \mu g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$   
 $a_{x_2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$  (2)



By графика одн. част.

Т.к.  $v$  график  $v(t)$  линейное, то

$$a_{x_1} = \left| \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \right| = \left| \frac{(0 - 8) \text{ м/c}}{1 \text{ с}} \right| = 8 \text{ м/c}^2.$$

$$a_{x_2} = \left| \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} \right| = \left| \frac{(8 - 0) \text{ м/c}}{2 \text{ с}} \right| = 4 \text{ м/c}^2.$$

Из (1) и (2) .

$$\begin{cases} \frac{a_{x_1}}{g} = \mu \cos \alpha + \sin \alpha \\ \frac{a_{x_2}}{g} = \sin \alpha - \mu \cos \alpha \end{cases} \quad | +$$

$$\frac{a_{x_1} + a_{x_2}}{g} = 2 \sin \alpha \rightarrow \sin \alpha = \frac{a_{x_1} + a_{x_2}}{2g}$$

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{a_{x_1} + a_{x_2}}{2g} \right) = \arcsin \left( \frac{8 + 4}{2 \cdot 10} \right) =$$

$$= \arcsin(0,6).$$

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.



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 4

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

$$\frac{3mgV^2}{L} - 3mgL \sin \alpha = L \cdot \mu \cdot 3mg \cos \alpha$$

$$\frac{V^2}{2} = gL (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$V = \sqrt{g \cdot gL (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 (0,6 + 0,25 \cdot 0,8)} =$$

$$= \sqrt{12 \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{5} \right)} = \sqrt{\frac{12 \cdot 4}{5}} = 4\sqrt{\frac{3}{5}} = 4\sqrt{0,6}$$

Уз ур-я (3)

$$3mg = F_{\text{уп}} + 3mg \sin \alpha$$

$$3mg = 3m \cdot \mu g \cos \alpha + 3mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = \frac{10 \cdot 4}{8} =$$

$$= 8 \text{ м/с}^2$$

Т.к. сила трения действует только на линейную тяжесть бокалов и направлена в ту же сторону силы тяжести, а в любой момент времени никакая тяжесть колеса неизменна (движение без проскальзывания), то  
перемещение сильы б/р равно 0, а значит  
и  $\Delta F_{\text{тр}} = 0$ .

$$F_N = 0 \text{ дж. } \vec{N} \perp \vec{L} \text{ и значит } \cos(\vec{N}, \vec{L}) = 0.$$

$$\text{Тогда } \frac{3mgV^2}{2} - 3mgL \sin \alpha = 0$$

$$V = \sqrt{2gL \sin \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 0,6 \cdot 2\sqrt{15} = 1,2\sqrt{15} \text{ м/с}$$



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

1

2

3

4

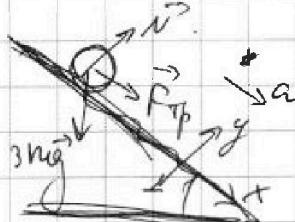
5

6

7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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



Ур-е движение по оси.

$$ax: \frac{v}{L} = \frac{v^2 - 0}{2a}$$

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

2-ой з-и / Ильин:

$$ax: 3ma = F_{fr} + 3mg \sin \alpha$$

$$F_{fr} = 3m(a+g)$$

$$ay: N = 3mg \cos \alpha$$

П.к. никаких точек броски не получалась, то

$$F_{fr} < \mu N$$

$$3m(a+g) < \mu 3mg \cos \alpha$$

$$a+g < \mu g \cos \alpha$$

$$\mu > \frac{a+g}{g \cos \alpha} = \frac{6+10}{2 \cdot 0,8} = f = 2,5$$

Ответ: 1.  $\sin \alpha = 0,6$

$$2. v = 1,2\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$3. a = 6 \text{ м/с}^2$$

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.



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

54

$P = P_1 + P_a$  - общ. давление       $\Delta = \Delta_2 + \Delta_a$  - общ. кон-го  
три изобарического процесса:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \Delta_2 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \Delta_a R \Delta T_2 + P_a \Delta V = \\ = \frac{R \Delta T_2}{2} (3 \Delta_2 + 5 \Delta_a) \quad (1)$$

Уравнение Менделеева - Клапейрона:  
Для азота:

$$\begin{cases} P_a V_1 = \Delta_a R T_1 \\ P_a V_2 = \Delta_a R T_2 \end{cases} \quad P_a \Delta V = \Delta_a R \Delta T_2 \quad (2)$$

Для гелия:

$$\begin{cases} P_2 V_1 = \Delta_2 R T_1 \\ P_2 V_2 = \Delta_2 R T_2 \end{cases} \quad P_2 \Delta V = \Delta_2 R \Delta T_2. \quad (3)$$

~~T<sub>2</sub> = T<sub>1</sub>~~ - (1)

$$A = P_a \Delta V = P_a \Delta V + P_2 \Delta V$$

При изобарическом процессе  
 $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$ .

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \Delta_2 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \Delta_a R \Delta T_1 = \frac{R \Delta T_1}{2} (3 \Delta_2 + 5 \Delta_a)$$

$$3 \Delta_2 + 5 \Delta_a = \frac{2 Q}{R \Delta T_1}. \quad (4)$$

Подставим (4) в (1).

О

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



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

СТРАНИЦА  
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!

$$Q = \frac{R\Delta T_2}{2} \cdot \frac{\lambda d}{R\Delta T_1} + A.$$

$$Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = A \rightarrow |A| = 780 \left(1 - \frac{212}{312}\right) = \\ = 780 \cdot \frac{11,2}{312} = 280 \text{ Дар.}$$

т.к.  $A_2 < 0$ , то  $A_{внеш} > 0$ , значит

$$A_{внеш} = |A| = 280 \text{ Дар.}$$

Теплоемкость в изобарическом процессе:

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{-780 \text{ Дар}}{-20 \text{ К}} = 39 \frac{\text{Дар}}{\text{К}}.$$

Из (2) и (3):

$$(P_a + P_2) \Delta V = (J_a + J_2) R \Delta T_2.$$

$$A_2 = (J_a + J_2) R \Delta T_2$$

$$\left. \begin{array}{l} J_a + J_2 = \frac{A_2}{R \Delta T_2} = \frac{280 \text{ Дар}}{R \Delta T_2} = \frac{|A|}{R \Delta T_2} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} 5J_a + 3J_2 = \frac{2Q}{R \Delta T_1} \end{array} \right.$$

$$\frac{J_a + J_2}{5J_a + 3J_2} = \frac{\cancel{A_2} \cdot \Delta T_2}{\Delta T_2 \cdot 2Q} = \frac{\cancel{2} \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) \Delta T_1}{\Delta T_2 \cdot 2Q} = \\ = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2 \Delta T_2}$$

$$\frac{1 + \frac{J_2}{J_a}}{3 + 5 \frac{J_2}{J_a}} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2 \Delta T_2}$$

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

$$\text{Доказать } \frac{\partial_2}{\partial a} = x.$$

$$\frac{1+x}{3+5x} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2\Delta T_2} =$$

$$2\Delta T_2 + 2x\Delta T_2 = 3(\Delta T_1 - \Delta T_2) + 5x(\Delta T_1 - \Delta T_2).$$

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

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

$$\text{т.н. } \frac{N_2}{Na} > \frac{\partial_2}{\partial a}, \text{ т.о. } x = \frac{N_2}{Na}.$$

$$\frac{N_2}{Na} = \frac{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1}{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2} = \frac{5 \cdot 20 - 3 \cdot 31,2}{5 \cdot 31,2 - 7 \cdot 20} =$$

$$= \frac{100 - 93,6}{156 - 140} = \frac{6,4}{16} = \frac{64}{160} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5} =$$

$$= 0,4.$$

Ответ: 1.  $A = 280 \text{ Дн}$

2.  $C_p = 39 \text{ Дн/к}$

3.  $\frac{N_2}{Na} = 0,4.$



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!

$$\begin{array}{c} \text{no 3-my kuponka} \\ \text{F}_x = k \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{(\frac{7d}{8})^2} + k \cdot \frac{|Q||q|}{(\frac{d}{8})^2} = \\ = \frac{64kQdq}{49d^2} + \frac{64kQdq}{d^2} = \\ = \frac{64 \cdot 50kQ|q|}{49d^2} = \frac{320kQ|q|}{49 \cdot 4\pi\epsilon_0 d^2} = \end{array}$$

$$= \frac{320kQ|q|}{196\pi\epsilon_0 d^2}.$$

no 2-my 3-my Использовано:  
 $m a_x = F_x$

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{320kQ|q|}{196\pi\epsilon_0 d^2 m} = \frac{320Q|q|}{196\pi\epsilon_0 d^2} = \\ = \cancel{\frac{320Q}{\pi\epsilon_0}} \frac{80}{49} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 d^2}.$$

$$R_{kp} = \frac{V_0^2}{a_x} \Rightarrow V_0 = \sqrt{R \cdot \frac{80Q}{49\pi\epsilon_0 d^2}}.$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{R \cdot \frac{80Q}{49\pi\epsilon_0 d^2}}$$

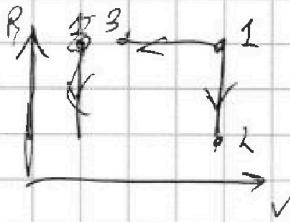


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\begin{aligned} 1 - 2 = Q &= \Delta U = \\ &= \frac{3}{2} J_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_2 R \Delta T_2 = \\ &= \frac{R \Delta T_1}{2} (3J_1 + 5J_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{2} P_{\Delta} V + \frac{5}{2} P_{\Delta} V + P_{\Delta} V = \\ &= \frac{3+5+2}{2} P_{\Delta} V = 5P_{\Delta} V = 5 \left( \frac{3}{2} J_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_2 R \Delta T_2 \right) = \\ &= \frac{5}{2} R \Delta T_2 (3J_1 + 5J_2) \end{aligned}$$

$$A = P_{\Delta} V = \frac{Q}{5} = \frac{780}{5} = g$$

$$U = |Q_2| - |Q_1| = g \cos \alpha S_1 - g \sin \alpha S_2 \sin \alpha$$

$$S_2 = \frac{S_1}{\cos \alpha}$$

$$0 = b + v_0 \sin \gamma t - \frac{g \cos \alpha}{2} t^2$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha}$$

$$-\sin^2 \gamma - \gamma d \cdot 2 \cos \alpha = 0$$

$$S_2 = v_0 \cos \gamma t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = s$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \gamma}{g^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \gamma \cos \gamma - \gamma d \cdot \sin^2 \gamma) \end{aligned}$$



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 4

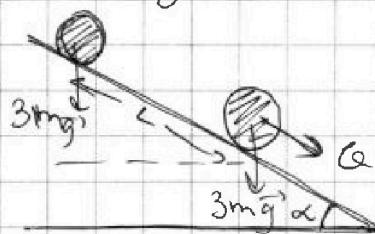
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

Уз (1)

$$\mu \cos \alpha = \frac{a_{x1}}{g} - \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{a_{x1}}{g \cos \alpha} - \tan \alpha = \frac{\frac{8}{210} \cdot \frac{4}{8}}{1 - \frac{3}{4}} = 1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4} = 0,25$$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{4}$$

Пусть  $m$  - масса бочки  
точка массы бочки  
в бочке  $n \cdot m = 2m$ .

Уз 2 не сохраняет энергию

$$\delta \Delta E_{kin} + \sum \Delta E_n = A_{kinet}$$

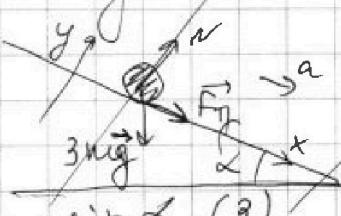
$$\frac{3m \cdot v^2}{2} - 0 + 0 - 3mg \cdot L \sin \alpha = L \cdot F_{Tp} \cdot A_{Tp} + A_n$$

$A_{Tp} \neq L \cdot F_{Tp} > 0$  т.к. ~~изменяется только в~~  
~~каждый~~ момент времени ~~только~~ ~~изменяется~~ только на  
координату ~~только~~ колеса действует  $F_{Tp}$ , а  
скорость этой точки в СС з.н. ~~также~~ направле-  
ны против её движения в АСС, т.е. сила ~~также~~  
направлена ~~по~~ ~~вектору~~ скорости  $v$ .

$$A_n = 0 \quad \text{т.к. } \vec{N} \perp \vec{l} \rightarrow \cos \angle(\vec{N}, \vec{l}) = 0$$

$$\text{Тогда } \frac{3m v^2}{2} - 3mg L \sin \alpha = L \cdot F_{Tp}$$

Найдем  $F_{Tp}$ :



$$\text{т.к. } N = 3mg \cos \alpha$$

$$F_{Tp} = \mu N = 3\mu g \cos \alpha$$

$$\text{от } 3ma = F_{Tp} + 3mg \sin \alpha \quad (3)$$



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.

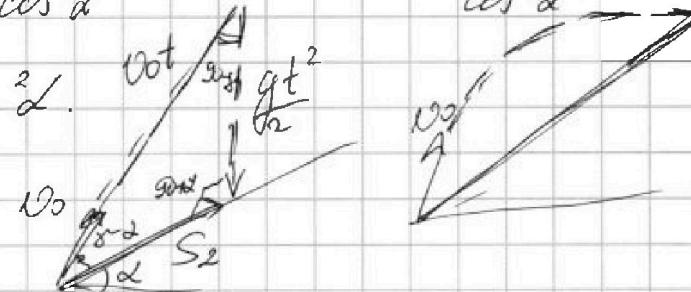
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right)' = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha'}{\cos^2 \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha.$$

$$\frac{\tan' \alpha \cos^2 \alpha + (\tan \alpha) \cos^2 \alpha - 2 \tan^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\cos^4 \alpha} = 0$$



$$\frac{S_2}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{g t^2}{2 \sin(\alpha - 90^\circ)} = \frac{V_0 t}{\sin(90^\circ + \alpha)}.$$

$$\begin{array}{r} 142 \\ 78 \\ \hline 896 \\ 784 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 312 \\ 8 \\ \hline 2496 \\ 2496 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{87360}{624} \quad | \quad \frac{312}{280}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha \sqrt{1 + \cos^2 \alpha} + \cos^2 \alpha + 1}{4 \cos^2 \alpha}},$$

$$= \frac{\sqrt{4 \cos^2 \alpha - 2 \sin \alpha \sqrt{1 + \cos^2 \alpha} + 2}}{2 \cos \alpha}.$$

$$\frac{x^2 b - a}{c(1+x^2)}$$

$$\frac{\cos \alpha \sin(2\alpha)}{2}$$



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

$$= \frac{\sin \alpha \cos 2\alpha}{2} + \frac{\sin \alpha}{2}$$

$$2\alpha + \alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

$$\frac{\cos \alpha}{2} \cdot \cos 2\alpha - \frac{\sin \alpha}{2} \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$\cos(2\alpha + \alpha) = 0.$$