



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

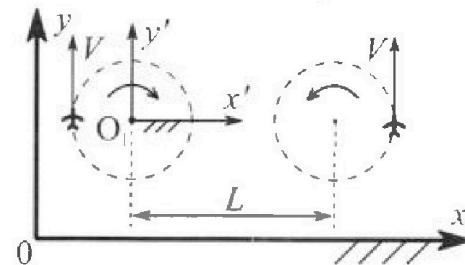
## Вариант 10-02



*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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

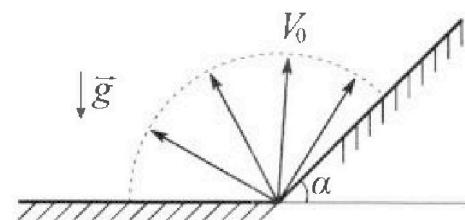
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , где  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты 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.



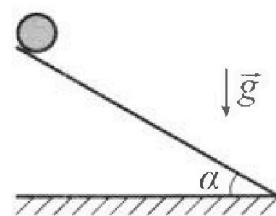
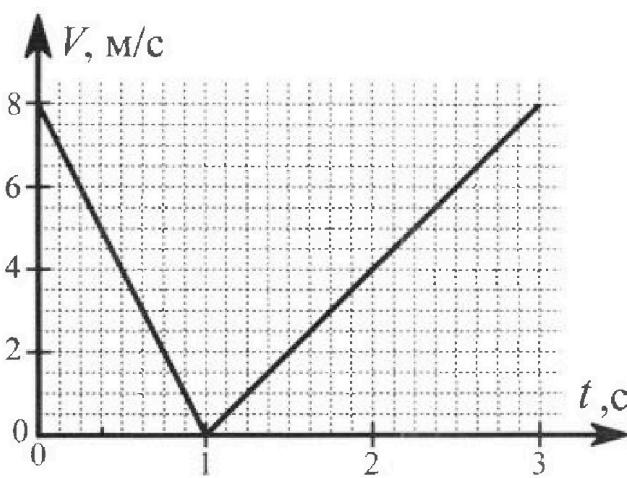
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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.

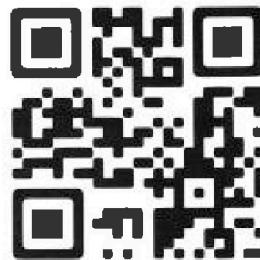
2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



# 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.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 летище действуют 3 силы: тяжести, реакции опоры и сина, вынуждающий центробежное ускорение. Последние сина ( $F_y$ ) направлена от центра Земли, по которому движется самолёт, и выражается как:



$$F_y = m \frac{U^2}{R}$$

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

Такое полет движется без ускорения, потому

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

$$\text{по 1. Пирогова } N = \sqrt{(mg)^2 + (F_y)^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{U^2}{R}\right)^2}$$

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

$$= \sqrt{1 + \left(\frac{70 \cdot 10^3 \text{ м/c}}{700 \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{с}^2}\right)^2} = \sqrt{1 + (0,7)^2} = \sqrt{1 + 0,49} \approx 1,22$$

$x'ay'$

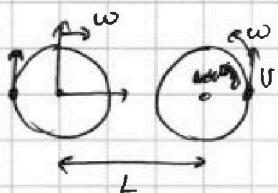
2. Система отсчета, связанная с левым самолетом вращается вправо с угловой скоростью  $\omega$   $\rightarrow$

надо в нее перейти, добавив

к правому самолету угловую скорость  $\omega$  влево.

~~вправо~~ ~~вправо~~ ~~вправо~~

~~вправо~~ ~~вправо~~ ~~вправо~~



Ответ: 1: 1,22

~~2: 420 м/c; направление~~

2: ~~вправо~~ в направлении, перпендикулярном

движению, проходящему через центр окружностей

$$U = U + \omega(L+R) = \cancel{70 \cdot 10^3} + \frac{U}{R} \cdot 4R = 5U = \underline{\underline{350 \text{ м/c}}}$$

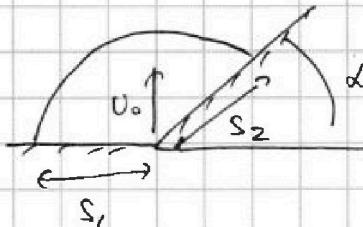


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <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. Максимальное перемещение  $S_1$  по горизонтальной оси достигается при  $\beta$  направлении под углом  $45^\circ$  к горизонту. Пусть изначально  $\beta$  направлено под углом  $\beta$  к горизонту

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

решение поправка

2.  $U_0 \sin \beta - gt^2 = S_2 \sin \alpha$

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

To solve  $U_0 = \sqrt{gS_1} = \sqrt{10 \cdot 160} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$

Т.к.  $S_2$  - максимальное удаление для данного  $\beta$  и  $U_0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  точка соприкосновения с касательной каскадного приложения параболе безопасности  $\Rightarrow$  касательная в конечной скорости перпендикулярна

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1:  $40 \text{ m/s}$   
 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.



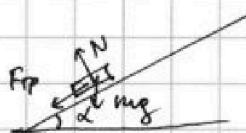





СТРАНИЦА  
1 из 2

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 уменьшилась до 0, а потом была направлена вниз.

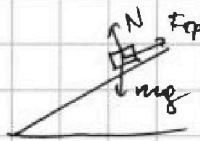


$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma,$$

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

Из первого участка графика  $a_1 = 8 \text{ м/с}^2$  (минус опускаем, тк он указан тем, что скорость и ускорение противоположны)



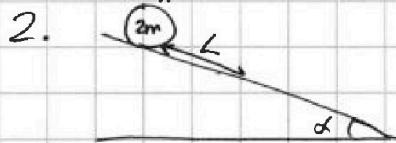
$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

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

Из второго участка графика  $a_2 = 4 \text{ м/с}^2$

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

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



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

Т.к. трением забавляться нет, сила трения не совершает работу

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

3. С.2. ~~одинаковое~~ две попутных начала движения и перемещения на L вниз

$$0 + mgL \sin \alpha = \underbrace{\frac{mU^2}{2}}_{\text{вращение самой бочки}} + \underbrace{\frac{mU^2}{2}}_{\text{по т. точки}}$$

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

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

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



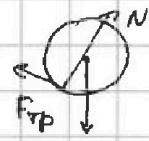
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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.



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

$$3mg$$

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

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

$$= -\frac{\frac{v^2}{2 \cdot 2g \Delta \cos \alpha} \sin \alpha + \tan \alpha}{\cos \alpha} = -\frac{\frac{v^2}{4} + \tan \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3 \tan \alpha}{4}$$

~~без проскальзывания  $\Rightarrow$  скорость и к.д. равна скорости, с.к. которой  
богиня 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/c

3: 1,5 м/c<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.

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

СТРАНИЦА  
1 из 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.

Рисунок  $V_1$  - кол-во теплонаемки;  $V_2$  - кол-во теплоотдачи

$$Q = Q_{12} = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_1 = Q$$

$$Q = Q_{13} = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_2 + A_{BH} =$$

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

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

$$= 780 \text{Дж} \cdot \frac{31,2 \text{К} - 20 \text{К}}{31,2 \text{К}} = \boxed{280 \text{Дж}}$$

3. Т.к. 1→3 - процесс изодартический, отводящую температуру можно записать как:

$$Q = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_1$$

чезар

$$\frac{Q}{280 \text{Дж}} = V_1 (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = V_2 (5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 31,2 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 31,2} = \frac{156 - 140}{100 - 93,6} =$$

$$= \frac{16}{6,4} = \boxed{2,5} = \frac{N_1}{N_2} \quad V_1 = 2,5 V_2$$

$$C_{\text{примен}} = \frac{5V_1 + 7V_2}{2(V_1 + V_2)} R = \frac{19,5}{7} R = \frac{39}{14} R$$

~~Изотермический цикл~~  ~~$\frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2$~~

$$C_p = \frac{5V_1 + 7V_2}{2(V_1 + V_2)} R = \frac{19,5}{2 \cdot 3,5} R = \boxed{14,5 R}$$

Числом:  
1: 280 Дж  
2: 39 Дж/К  
3: 2,5

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

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.

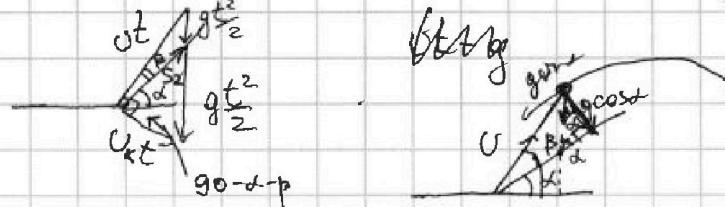


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

$$(V_1 + V_2) C_p \Delta T_2 = 0$$



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

$$\cancel{2S_1^2 - S_2^2 + S_2^2 \sin^2 \alpha} = 2S_1 S_2 \sin \alpha$$

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

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

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

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

$$\cancel{2S_1^2 - (U_0 \cos \beta t)^2} = U_0 \sin \beta t - g \frac{t^2}{2}$$

$$S_2^2 - (U_0 \cos \beta t)^2 = (U_0 \sin \beta t)^2 + 2g \frac{t^2}{2} U_0 \sin \beta t + \left(\frac{8t^2}{2}\right)^2$$

$$S_2^2 = (U_0 t)^2 - \cancel{\frac{2}{3} g t^3} U_0 \sin \beta$$

$$t = \frac{S_2 \cos \alpha}{U_0 \cos \beta}$$

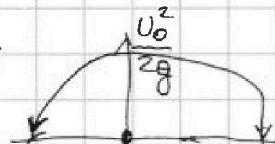
$$\tan \beta \cancel{S_2 \cos \alpha} - \frac{g(tg^2 \beta + 1) S_2 \cos^2 \alpha}{2U_0^2} = \cancel{S_2 \sin \alpha}$$

$$\cancel{tg \beta \cdot S_2 \cos \alpha - \frac{g}{2} \left( \frac{S_2 \cos \alpha}{U_0 \cos \beta} \right)^2} = S_2 \sin \alpha$$

$$\cancel{g \frac{(tg^2 \beta + 1) \cos^2 \alpha S_2}{2U_0^2 \cos^2 \beta}} = (tg \beta - \cancel{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}) = tg \beta - tg \alpha$$

$$\frac{2g}{g} = \frac{2U_0^2 \cos^2 \beta}{g \cos \alpha} = \frac{1}{tg \beta - tg \alpha} \quad \frac{2 \cdot g S_1}{g}$$

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



$$\frac{U_0^2}{g} \quad X_B = -\frac{b}{2a} = 0$$

$$b=0$$

$$X = \frac{U_0^2}{g} \quad Y = 0$$

$$\frac{U_0^2}{g} \quad aX^2 + bX + c = Y$$

$$c = -U \quad \boxed{C = \frac{U_0^2}{2g}}$$

$$a = \frac{U_0^2}{2g} \quad a \cdot \frac{U_0^2}{g} + \frac{U_0^2}{2g} = 0$$

$$a = -\frac{U_0^2 g}{2U_0^2}$$

$$-\frac{S_2^2(1 - \sin^2 \alpha)}{2U_0^2} + S_1^2 = \cancel{2S_2^2 \sin^2 \alpha} S_1$$

$$\frac{U_0^2}{g} \cdot \left(-\frac{g}{2U_0^2}\right)$$

$$-\frac{g}{2U_0^2} \cdot X^2 + \frac{U_0^2 a}{2g} = (S_2 \sin \alpha)^2$$

$$\cancel{g S_1} \cdot (S_2 \cos \alpha)^2 - \frac{g}{2U_0^2} \cdot S_1^2 = S_2^2 \sin^2 \alpha$$

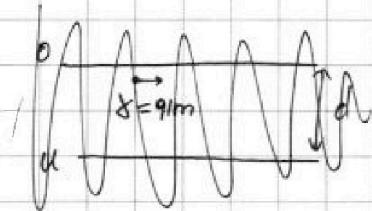


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

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!



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

$$\frac{\sqrt{8}}{3}$$

$$\begin{array}{r} 7800 \\ -624 \\ \hline 1560 \\ \times 112 \\ \hline 25 \\ 560 \\ -224 \\ \hline 2800 \\ 39 \cdot \frac{8,31}{14} \end{array}$$

$$2,6$$

$$\frac{5}{125}$$

$$3,5$$

$$U_0 \sin \beta t - gt^2/2 = s_2/3$$

$$U_0 \cos \beta t = s_2 \sqrt{8}/3$$

$$\text{коэффиц. } \Rightarrow s_2 \sqrt{8}/3 \cdot \tan \beta - g \cdot \left( \frac{s_2 \sqrt{8}/3}{U_0 \cos \beta} \right)^2 = \frac{s_2}{3}$$

$$\begin{array}{r} 2,22 \\ \times 2,22 \\ \hline 6\sqrt{5} \\ 10 \\ \hline 5,2 \end{array}$$

$$\tan \beta \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} - \frac{g}{2} \cdot \frac{s_2 \cdot 8/9 (\tan^2 \beta + 1)}{U_0^2 \cos^2 \beta} = \frac{1}{3}$$

$$\tan \beta \cdot \frac{\sqrt{8}}{3} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} (\tan^2 \beta + 1) = \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{r} 1,3 \\ \times 2,2 \\ \hline 2,6 \\ 2,86 \end{array}$$

$$\sqrt{8} \tan \beta - (\tan^2 \beta + 1) = 1$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \sqrt{8} \tan \beta - 1$$

$$\tan^2 \beta - \sqrt{8} \tan \beta + 2 = 0$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{8} \pm \sqrt{8-2}}{2} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{448}{49 = 29}$$

$$R \quad U_0 = 3,5$$

eg.

$$\frac{3,9}{3,5}$$



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

- 1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
ИЗ

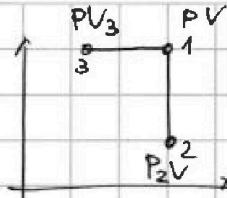
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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.

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



$$Q_{12} = 780 \text{ Дж} = Q_{34}$$

1.  $A_{B4} - 280 \text{ Дж} \text{ на бар.} \Rightarrow$

2.  $v_1 \text{ газий однократ.}$

$v_2 \text{ агафт } N_2 - \text{двухраз.}$

~~$PV = P_1 V_3$~~

N4

$$\frac{5 \cdot 3}{2}, 2$$

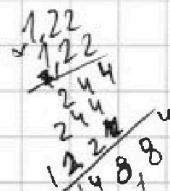
$$\frac{5}{2} v$$

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

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

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

160 L64



$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{156 - 110}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{10}{4} = \underline{\underline{2,5}}$$

В шодаср.:

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

$$v_1 = 2,5 v_2$$

$$\omega R = a$$

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

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

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

$$\frac{2,5}{\frac{125}{19,5}}$$

$$A_{B4} Q = \Delta U + A_r = \Delta U - A_r = \Delta U + A_{B4} =$$

$$A_{B4} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{11,2}{31,2}$$

$$\Delta U = 280 \text{ Дж} \quad \left( \frac{3}{2} v_1 R + \frac{5}{2} v_2 R \right) \Delta T_2 =$$

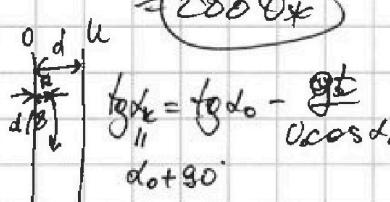
$$\frac{11,2}{780}$$

$$\frac{1}{2} R \frac{1}{2} \frac{8}{296}$$

$$\frac{896}{8736,0} \frac{1}{31,2}$$

$$\frac{10}{624} \frac{1}{2496} \frac{1}{2496}$$

$$\frac{1312}{880}$$



$$\tan \alpha = \tan \beta - \frac{u}{d}$$

$$\cos \alpha = \frac{d}{l}$$

$$\alpha + 90^\circ$$

$$\tan \beta = 0$$

$$\tan \gamma = \infty$$

$$\mu = 0$$

$$\mu \tan \alpha = \tan \beta - \frac{u}{d}$$

$$\frac{u}{d} = \tan \beta - \frac{u}{d}$$

$$\frac{u}{d} = \tan \beta - \frac{u}{d}$$

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



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

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!

N3

т.к.  $U$  бывш. = 0 при  $t=1$ , движение бывш.

недостаток снаряда сверх

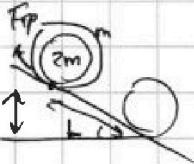
недостаток  $\sin\alpha + \mu \cos\alpha = 2$  из графика  $a = \frac{-8 \text{ м/с}^2}{t_0} = -8 \text{ м/с}^2$  т.к.

Напр. против  $U$   $\sin\alpha + \mu \cos\alpha = 0,8$

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

$$\sin\alpha - \mu \cos\alpha = 0,4$$

$$\begin{cases} 2\sin\alpha = 1,2 \\ \sin\alpha = 0,6 \end{cases}$$



Движение за счет силы трения  
Без проскальзывания  $\Rightarrow$  сила трения не совершает работу и скорость всех точек одновременно вела бы вертикально, только быстра

Тогда

$$3f_F \frac{L}{\sin\alpha} = 2m \frac{U^2}{2} + \frac{mU^2}{2} + \frac{mU^2}{2} \leftarrow \text{бреш.}$$

$$U = \sqrt{\frac{3Lg}{2\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,6 \cdot 10}{2 \cdot 0,6}} = \sqrt{45} \approx 3,9 \text{ м/с}$$

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

$$at = U$$

$$t = \frac{U}{a}$$

$$a = \frac{U^2}{2L} = \frac{3 \cdot 10}{2 \sin\alpha \cdot 2L} = \frac{3 \cdot 10}{4 \cdot 0,6 \cdot 0,2} = \frac{10}{8} = \frac{100}{80} = 1,25 \text{ м/с}^2$$

Без проскальзывания  $\Rightarrow$   $F_F = 3ma$

$$-148 \frac{164}{122,2}$$

$$200$$

$$3mg(\mu \cos\alpha - \sin\alpha) = 3ma$$

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

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

$$= \frac{U^2}{2L \cdot g \cos\alpha} + f_{\text{дл}} = \frac{3 \cdot 10}{4 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 9,8} + f_{\text{дл}} =$$

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

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

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.

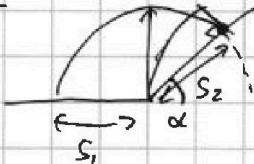


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

СТРАНИЦА  
ИЗ

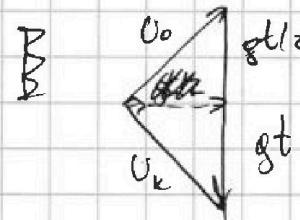
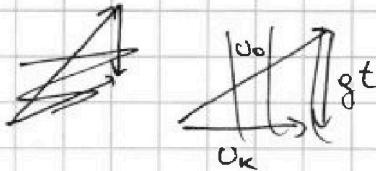
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2



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

$$S_1 \in \frac{U_0^2}{g} \tan 45^\circ \quad \frac{U_0^2}{g} = S_1 \quad U_0 = \sqrt{g S_1}$$



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

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

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

$$(gt)^2 - U_0^2 = U_0^2 + 2U_0 \sin \beta \cdot gt + (gt)^2$$

$$2U_0 \sin \beta \cdot gt = 2U_0$$

$$U_0 = gt \sin \beta$$

$$\frac{U_0}{\cos \alpha} = gt \sin \alpha$$

$$U_0 \sin \alpha \cdot \frac{U_0}{gt \sin \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{U_0^2}{gt \sin^2 \beta} = S_2 \sin \alpha \quad \text{D} \quad t = \frac{U_0}{gt \sin \beta}$$

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

$$= \frac{U_0^2}{g \tan^2 \beta}$$

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

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

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

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

$$\frac{S_2}{S_1} \frac{S_2}{\tan^2 \beta}$$

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

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

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

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.

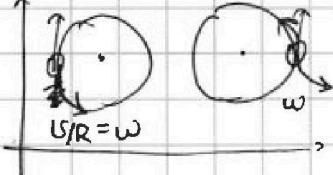


- 1  2  3  4  5  6  7

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!

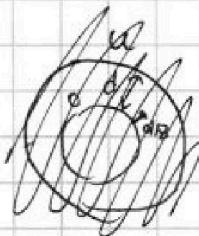
N1



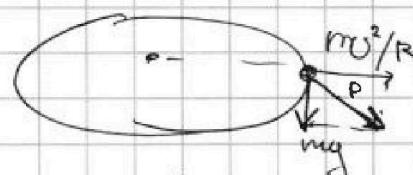
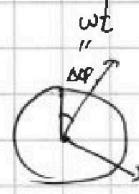
$$\frac{70 \cdot 70}{700 \cdot 10} = 0,7^*$$

$$\frac{700 \cdot 10}{700} = 10$$

$$\begin{array}{r} 123 \\ 123 \\ \hline 124 \\ 124 \\ \hline 242 \\ 121 \\ \hline 1464 \end{array} \quad \begin{array}{r} 122 \\ 122 \\ \hline 244 \\ 244 \\ \hline 14884 \end{array}$$



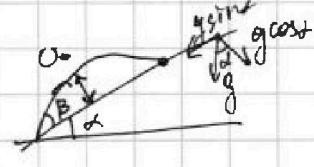
$$\frac{v_0 \cdot v_0}{2} \cdot \frac{\omega \omega}{g}$$



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

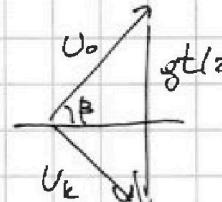
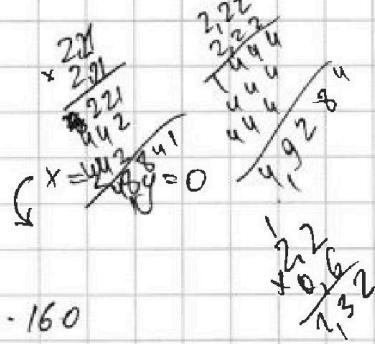
$$a \left( \frac{v_0^2}{g} \right)^2 + \frac{0^2}{2g} = 0$$

$$a = -\frac{1}{2} - \frac{g}{v_0^2}$$



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

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



$$v_0^2 + v_0^2 = (gt)^2$$

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

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

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

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

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

$$\frac{11,2}{31,2}$$

183

$$\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{\alpha} \cdot \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_2$$

$$\frac{12}{11,2} \times \frac{31,2}{8} \\ \frac{11,2}{1780} \\ \frac{8,96}{8,96}$$

$$\mu \frac{v_0^2}{2} = \mu \frac{v_k^2}{2} + \gamma g S_2 \sin \alpha$$

$$v_0^2 = (gt)^2 - v_k^2 + S_2 \sin \alpha$$

$$2v_0^2 = (gt)^2 + S_2 \sin \alpha$$

$$\frac{784}{8736,0}$$

$$\frac{87360}{624} \quad \frac{1312}{280}$$