



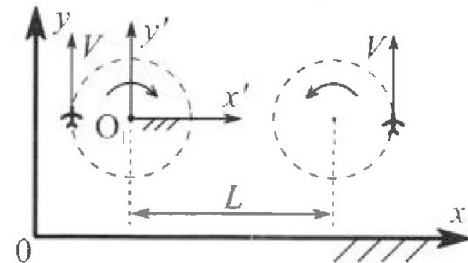
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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/с².

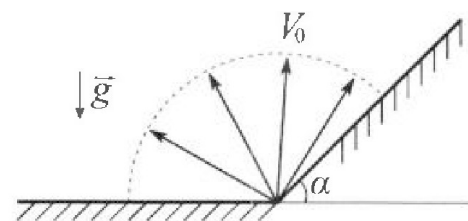


1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

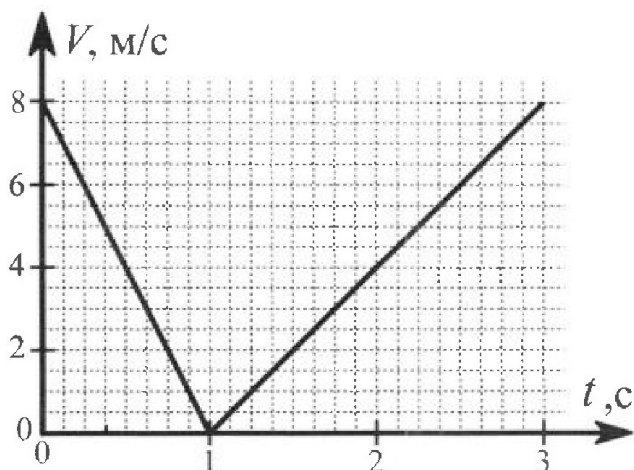
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

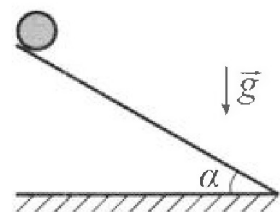
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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?



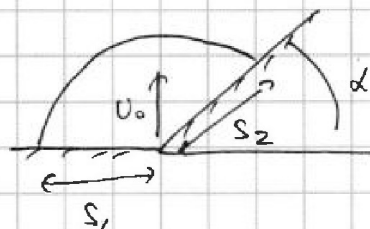
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

время полета

То есть $U_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 160} \text{ м/с} = 40 \text{ м/с}$

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

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

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

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

$x = S_2 \cos \alpha$; $y = S_2 \sin \alpha$ $U_0^2 = g S_1 \Rightarrow$

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

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

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

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

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

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

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

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.

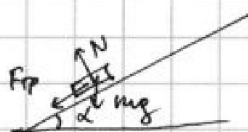
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.

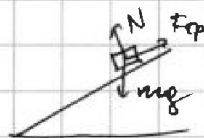


$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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



скорость и ускорение противоположно направлены)

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

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

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 сил трения.

Т.к. трение идеальное, сила трения не совершает работы

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

3.С.2. ~~для вращения~~ для моментов начала движения и перемещении на L вниз

$$0 + mgL \sin \alpha = \underbrace{\frac{3mU^2}{2} + \frac{mU^2}{2}}_{\text{вращение самой бочки по + кинетика}}$$

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

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

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

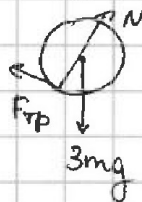


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.



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

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

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

$$= -\frac{0.6 \sin \alpha}{2 \cdot 2 \cdot 0.8 \cos \alpha} + \tan \alpha = -\frac{\tan \alpha}{4} + \tan \alpha = \frac{3 \tan \alpha}{4}$$

~~Без проскальзывания $\Rightarrow$ скорость ц.м. равна скорости, с которой
бочка 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/с²
4: ≤ 1



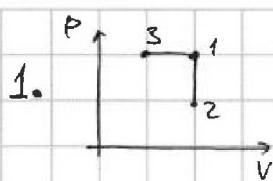
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 V_1 - кол-во молей газа; V_2 - кол-во молей азота

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

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

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

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

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

3. Т.к. 1-3 - процесс изобарический,

отводимую теплоту можно записать как:

$$Q = \underbrace{\frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2}_{\text{изобар}} + \underbrace{\frac{7}{2} V_2 R \Delta T_2}_{\text{изохор}} = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_1$$

$$\cancel{Q = 7800 \text{ Дж}} \quad V_1 (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = V_2 (5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2)$$

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

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

$$V_1 = 2,5 V_2$$

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

$$\cancel{\text{Таким образом } (V_1 + V_2) C \Delta T_2 = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_2 R \Delta T_2}$$

$$C_p = \frac{5V_1 + 7V_2}{2(V_1 + V_2)} R = \frac{5 \cdot 2,5 + 7}{2 \cdot 3,5} R = \boxed{\frac{39}{14} R}$$

Ответ: 1: 280 Дж

2: 39 Дж/К

3: 2,5

2. $C_p \Delta T_2 = Q$

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



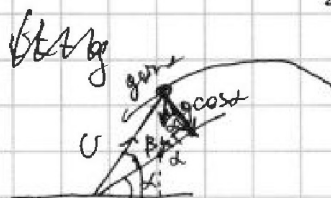
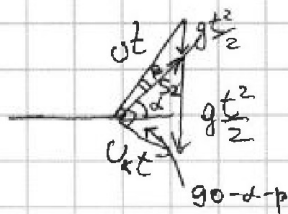
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$$\begin{aligned} -S_2^2(1 - \sin^2 \alpha) + S_1^2 &= 2S_1 S_2 \sin \alpha \\ S_1^2 - S_2^2 + S_2^2 \sin^2 \alpha &= 2S_1 S_2 \sin \alpha \\ (S_1 - S_2 \sin \alpha)^2 &= S_2^2 \\ S_1 - S_2 \sin \alpha &= \pm S_2 \\ \sin \alpha &= \frac{S_1 \pm S_2}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \pm 1 \\ \frac{16}{12} - 1 &= \frac{16 - 12}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \end{aligned}$$

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

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

$$S_2^2 = (u_0 t)^2 - 2g t^3 u_0 \sin \beta$$

$$t = \frac{S_2 \cos \alpha}{u_0 \cos \beta}$$

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

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

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

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

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

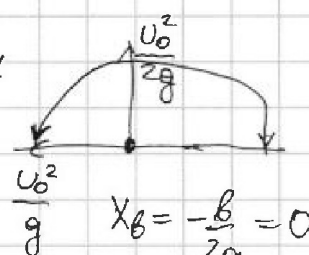
$$78 \div \frac{120}{39}$$

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

$$\begin{aligned} -\frac{g}{2u_0^2} \cdot X^2 + \frac{u_0^2}{2g} &= (S_2 \sin \alpha)^2 \\ g S_1 (S_2 \cos \alpha)^2 & \end{aligned}$$

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

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



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

$$b=0$$

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

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

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

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

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

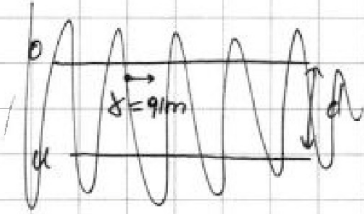


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



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

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

$$\begin{array}{r} 3800 \overline{) 624} \\ 624 \\ \hline 1560 \\ \times 112 \\ \hline 224 \\ 560 \\ \hline 2800 \\ 39 \cdot \frac{8,31}{14} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 312 \overline{) 25} \\ 25 \\ \hline 2,5 \\ 125 \\ \hline 39 \\ \hline 3,5 \end{array}$$

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

$$U_0 \cos \beta t = S_2 \sqrt{2} / 3$$

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

$$\frac{2,22}{6\sqrt{5}} = \frac{6}{\sqrt{5} \cdot 2} = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

$$\tan \beta \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S_2 \cdot 8/9 (\tan^2 \beta + 1)}{U_0^2} = \frac{1}{3}$$

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

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

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

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

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

$$R \quad V_0 = 3,5$$

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

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

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ \times 2,23 \\ \hline 96 \\ \hline 1328 \end{array}$$



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
☐

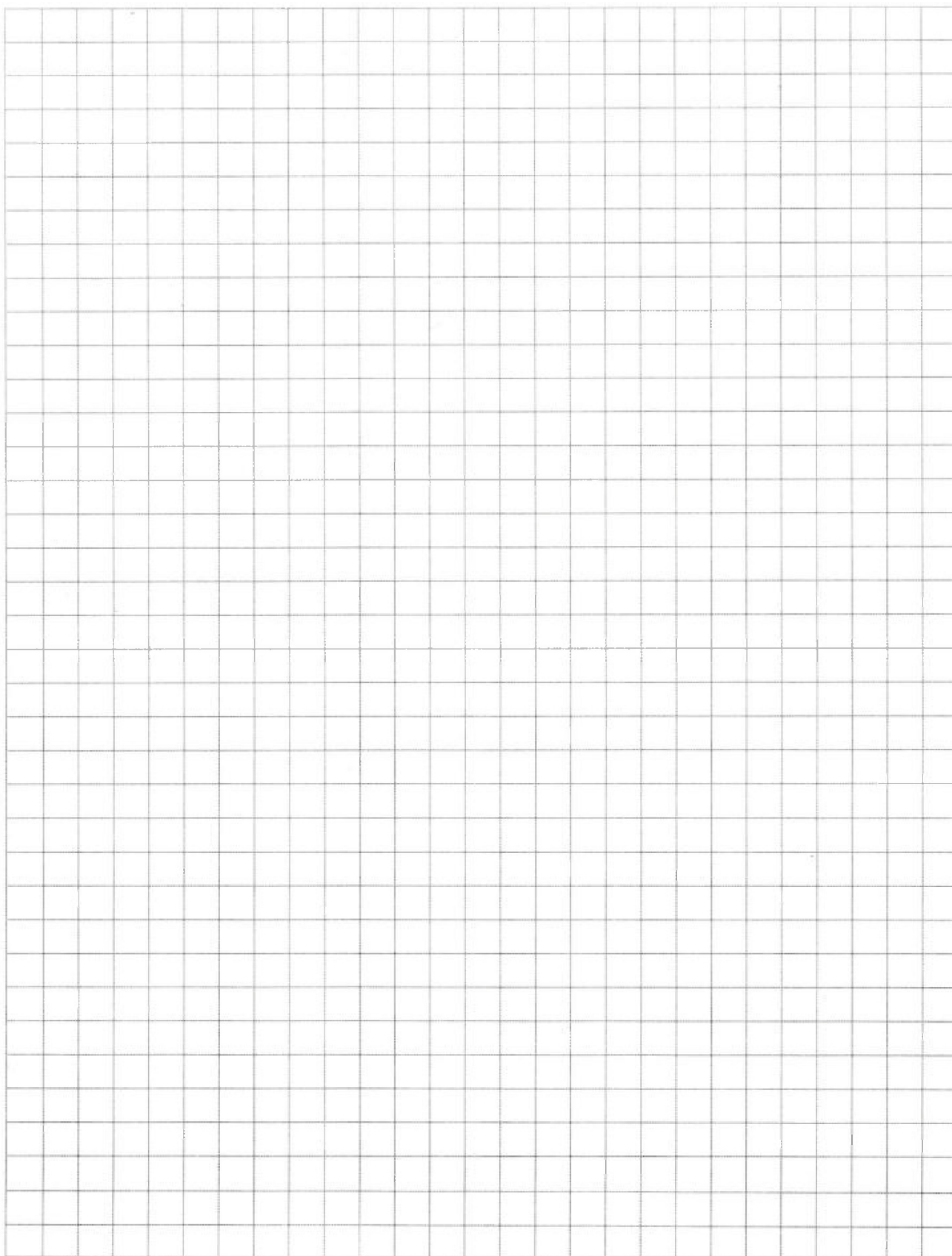
5
☐

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!





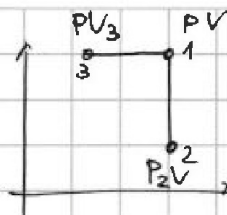
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



~~PV - PV3~~

114

$$Q_{12} = 7800 \text{ Дж} = Q_{13}$$

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

2.

V_1 меньше Q_{12} расход.

V_2 расход N_2 - расход.

$$\begin{array}{r} 5 \cdot 31,2 \\ \underline{31,2} \\ 156,0 \end{array}$$

$$\frac{5}{2} V$$

$$\frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_2 R \Delta T_2 = Q$$

$$\frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_1 = Q = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} V_2 R \Delta T_2$$

$$(5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) V_1 = (5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2) V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} =$$

$$= 2,5 = \frac{10}{4} = \boxed{2,5}$$

В изобар.:

$$\left(\frac{5}{2} V_1 + \frac{7}{2} V_2 \right) R \Delta T_2 = C_p \Delta T_2 (V_1 + V_2)$$

$$V_1 = 2,5 V_2$$

$$C_p R = a$$

$$(5 \cdot 2,5 + 7) V_2 R = 2 \cdot 3,5 V_2 C_p$$

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

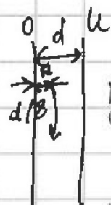
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \boxed{2,5}$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ \times 125 \\ \hline 19,5 \end{array}$$

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

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

$$= \boxed{2800 \text{ Дж}}$$



$$\lg u = \lg u_0 - \lg \cos \alpha$$

$$\alpha + 90^\circ$$

$$\lg 90 = 0$$

$$\mu = 0$$

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

$$\begin{array}{r} 11,2 \\ \times 780 \\ \hline 896 \\ 784 \\ \hline 8736,0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11,2 \\ \times 31,2 \\ \hline 349,44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,2 \\ \times 31,2 \\ \hline 349,44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8736,0 \\ - 349,44 \\ \hline 8386,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,2 \\ \times 31,2 \\ \hline 349,44 \end{array}$$

$$\mu \cos \alpha = \frac{v^2}{2L} \cos \alpha - \frac{v^2}{2L} \cos \alpha$$



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.

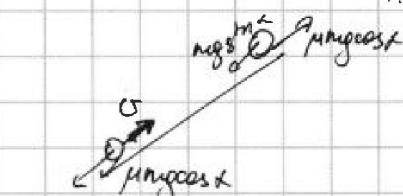
1 2 3 4 5 6 7

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!

УЗ

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



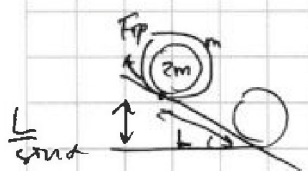
из $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = a$ из графика $a = \frac{-8 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = -8 \text{ м/с}^2$ т.к.

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

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

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

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



Движение за счет силы трения

Без проскальзывания $\Rightarrow$ сила трения не совершает работу и скорости всех точек одинаковы вода не вернется, только бочка

Тогда

$$3\mu\frac{L}{\sin\alpha} = 2m\frac{U^2}{2} + m\frac{U^2}{2} + m\frac{U^2}{2} =$$

$$= 2\mu U^2$$

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

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

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

$$at = U$$

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

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

$$a = \frac{U^2}{2L} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 0,6 \cdot 2} = \frac{3 \cdot 10}{2,4} = \frac{10}{0,8} = \frac{100}{8} = 12,5 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{array}{r} \rightarrow \\ \text{Без проскальзывания} \Rightarrow \\ \hline 148 \quad 64 \\ -128 \quad 21 \\ \hline 200 \end{array}$$

т.к. $v_{\text{вода}} = 0$

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

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

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

$$= \frac{1 + 0,6 \cdot 0,8}{0,8^2} = \frac{1 + 0,48}{0,64} = \frac{1,48}{0,64} = 2,31$$

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



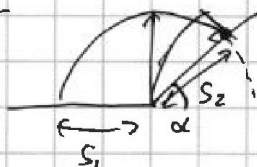
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

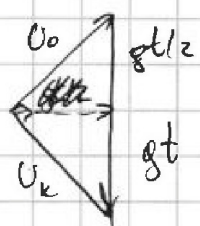
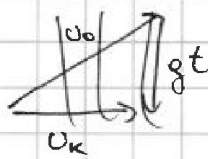
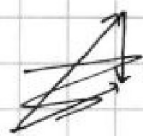
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2



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

$S_1 \in \text{neg } 45^\circ$ $\frac{U_0^2}{g} = S_1$ $U_0 = \sqrt{g S_1}$



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$S_2 \frac{2 \sin^2 \beta - 1}{2 \sin^2 \beta}$$

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

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

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

