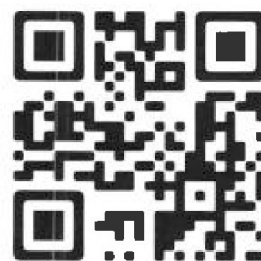




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

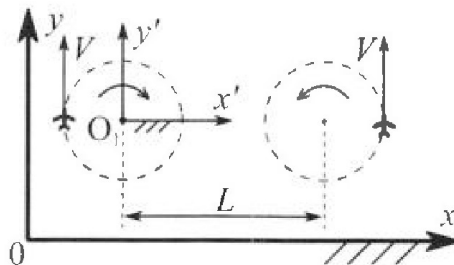
Вариант 10-02

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.

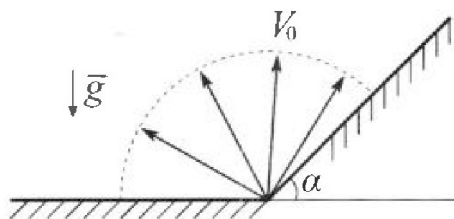
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.



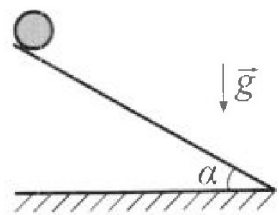
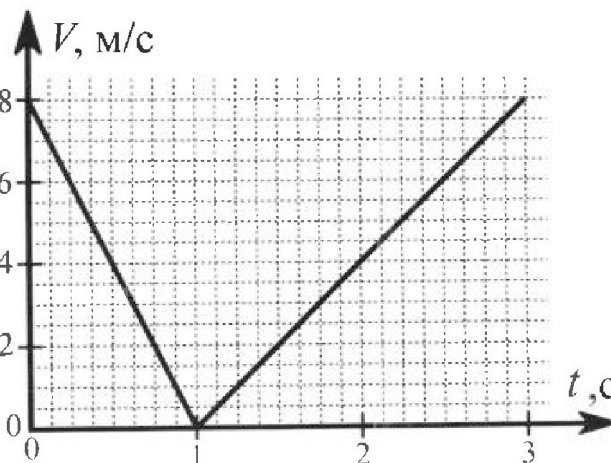
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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?

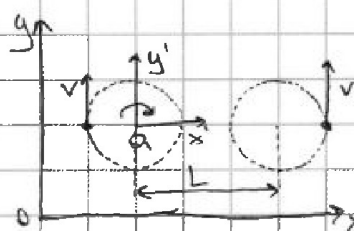


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 5

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

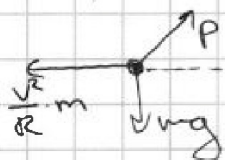


2) В указателе CO всё вращается вокруг $\tau. O$, с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ по часовой стрелке $\Rightarrow$

$$\Rightarrow |\vec{u}| = |\vec{v}| - \omega(L+R) = v - v\left(\frac{L}{R} + 1\right) = v\frac{L}{R}$$

скорость направлена вертикально вниз по оси y .

1) Заметим, что все силы, действующие на самолёт, расположены в горизонтальной плоскости:



$$P = \sqrt{(mg)^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} = \frac{\sqrt{10^2 + \frac{70^4}{700^2}}}{10} = \frac{\sqrt{10^2 + 7^2}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx 1,2$$

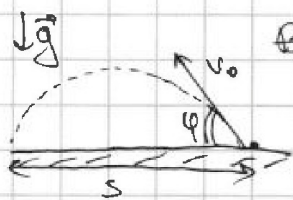


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 5

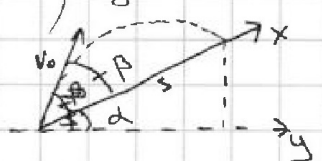
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Векторная Дальномерная высота для горизонтальной поверхности можно получить по формуле:
 $S = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$, т.е. т.к. S_1 - максимальная

такая дальность, $S_1 = \frac{v_0^2 \cdot 1}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 160} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) g



Уравнение движения на O_x (вдоль горки):

$$v_0 t \cos \beta - \frac{g t^2 \cos \beta}{2} = S$$

на O_y (горизонт.):

$$v_0 t \cos(\alpha + \beta) = S \cos \alpha$$

Имеем:

$$\begin{cases} v_0 t \cos \beta - \frac{g t^2 \cos \beta}{2} = S \\ v_0 t \cos(\alpha + \beta) = S \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow S = v_0 \cdot \frac{S \cos \alpha \cos \beta}{v_0 \cos(\alpha + \beta)} - \frac{g \cos \beta}{2} \cdot \left(\frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos(\alpha + \beta)} \right)^2$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)} - \frac{S g \cos \beta \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha + \beta)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \left(\frac{\cos \alpha \cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)} - 1 \right) \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2(\alpha + \beta)}{g \cos \beta \cos^2 \alpha} = \left(\frac{\cos \alpha \cos \beta - (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} \right) \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2(\alpha + \beta)}{g \cos \beta \cos^2 \alpha} =$$

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

$$= \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha \sin \beta \cos \beta - \sin \alpha \sin^2 \beta) =$$

$$= \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha \sin \beta \cos \beta - \sin \alpha \sin^2 \beta) = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \beta \sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha)$$

Пусть $f(\beta) = \cos \alpha \sin \beta \cos \beta - \sin \alpha \sin^2 \beta$. Тогда

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

$$= \cos(\alpha - 2\beta) = 0 \Rightarrow \alpha - 2\beta = 90^\circ \Rightarrow 2\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$S_2 = S\left(\frac{90^\circ - \alpha}{2}\right) = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} = \frac{2 S_1}{\cos^2 \alpha} \sin \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{S_2}{2 S_1} = \frac{120}{320} = \frac{3}{8} = \frac{\cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{\frac{1}{2} \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \cos^2 \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{\sin^2 \alpha \cos^2 \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{\sin^2 \alpha \cos^2 \left(\frac{90^\circ - \alpha}{2}\right)}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{8} = \frac{\sin^2 \alpha \cdot \cos(90^\circ - \alpha) + 1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{\sin^2 \alpha + \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow 1 - \sin^2 \alpha = 4 \sin^2 \alpha + 4 \sin \alpha \Rightarrow 5 \sin^2 \alpha + 4 \sin \alpha - 1 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = -2 \pm 3 \Rightarrow \sin \alpha = 1.$$



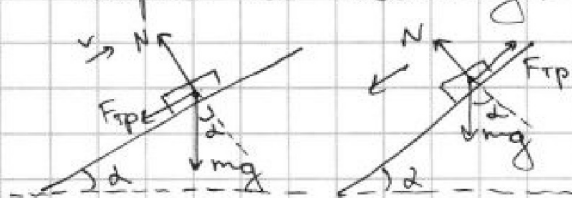
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!

Как видно из графика, в некоторый момент времени скорость шайбы становится равной 0 $\Rightarrow$ мгновенная скорость шайбы направлена вверх по склону.

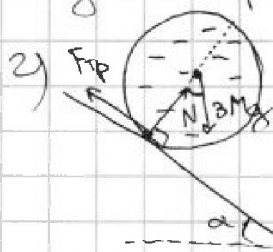


Тогда запишем второй закон Ньютона для движения шайбы: $\begin{cases} mg \cos \alpha = N \\ mg \sin \alpha + F_{тр} = a_1 m \end{cases}$ вверх;

Вниз: $\begin{cases} mg \cos \alpha = N \\ 2mg \sin \alpha - F_{тр} = a_2 m \end{cases}$ т.к. N не меняется, не меняется и $F_{тр} = \mu N$. На графике моменты ускорения

кратковременных - ускорения при движении вверх и вниз. Тогда, $|\vec{a}_1| = 8 \frac{m}{c^2}$; $|\vec{a}_2| = 4 \frac{m}{c^2}$. Имеем:

$$\begin{cases} mg \sin \alpha + F_{тр} = a_1 m \\ mg \sin \alpha - F_{тр} = a_2 m \end{cases} \Rightarrow 2mg \sin \alpha = (a_1 + a_2)m \Rightarrow \boxed{\sin \alpha = \frac{(a_1 + a_2)m}{2mg} = \frac{12}{20} = 0,6}$$



Запишем ЗСЭ для элемента 'Бочка + бокс': $3MgL \sin \alpha = \frac{3Mv^2}{2} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{2gL \sin \alpha} = 7,2 \frac{m}{c^2}}$

3) Силы, действующие на бочку, не меняются $\Rightarrow$ по второму з-ку Ньютона, ускорение постоянно $\Rightarrow$ его можно найти из перемещения:

$$L = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow \boxed{a = \frac{v^2}{2L} = g \sin \alpha = 6 \frac{m}{c^2}}$$

4) Бочка катится без проскальзывания $\Rightarrow$ скорость и ускорение точки, соприкасающейся с поверхностью, равны 0.



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

При изохорическом процессе $V = \text{const} \Rightarrow$ газ не совершает работы, т.к. $A = \int p \cdot dV$. Следовательно, по 1-му началу термодинамики, $\Delta Q = \Delta U + A^{\text{эк}} = \Delta U$

Пусть ν_1 - кол-во гелия, ν_2 - кол-во азота. Тогда $Q = |\Delta Q| = \frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_1| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_1| \Leftrightarrow Q = \frac{R |\Delta T_1|}{2} (3\nu_1 + 5\nu_2)$.

ИТ газа изобарического ($p = \text{const}$) процесса:

$$Q = |\Delta Q| = \left(\frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_2| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_2| \right) + A \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow A = Q - \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3\nu_1 + 5\nu_2) = Q - \frac{R |\Delta T_2|}{2} \cdot \frac{2Q}{R |\Delta T_1|} = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) =$$

$$= 780 \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} = 280 \text{ Дж}$$

$$2) C_p = \frac{1}{\nu} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{780}{20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3) При изобарическом процессе:

$$Q = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3\nu_1 + 5\nu_2) + A = \left(\frac{3}{2} p |\Delta V_1| + \frac{5}{2} p |\Delta V_2| \right) + p (\Delta V_1 + \Delta V_2) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{5}{2} p |\Delta V_1| + \frac{7}{2} p |\Delta V_2|. \text{ С другой стороны, } p |\Delta V_1| = \nu_1 R |\Delta T_2| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \frac{R |\Delta T_1|}{2} (3\nu_1 + 5\nu_2) \Rightarrow \frac{2Q}{R |\Delta T_1|} = 3\nu_1 + 5\nu_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (5\nu_1 + 7\nu_2) \\ \frac{2Q}{R |\Delta T_1|} = 3\nu_1 + 5\nu_2 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{2Q}{R |\Delta T_2|} = 5\nu_1 + 7\nu_2 \Rightarrow 5\nu_1 + 7\nu_2 = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} (3\nu_1 + 5\nu_2)$$

$$\Leftrightarrow \nu_2 \left(7 - 5 \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} \right) = \nu_1 \left(3 \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} - 5 \right) \Leftrightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{7 - 5 \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|}}{3 \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} - 5} = \frac{28 - 31,2}{33,6 - 100} =$$

$$= \frac{5(28 - 31,2)}{33,6 - 100} = \frac{5 \cdot 3,2}{6,4} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\text{Ответ: } A = 280 \text{ Дж}; C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2,5.$$

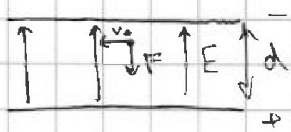


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 5

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!



Найдем поле внутри конденсатора:

$$\text{м.к. } \Delta\varphi_{\text{полн}} = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{U}{d}$$

Следовательно, в поле пластина в конденсаторе, на ней всё время действует сила F , направленной в сторону положительной обкладки (м.к. $\delta < 0$)

$$|\vec{F}| = qE = |\delta| m \cdot \frac{U}{d}. \text{ 2-й закон Ньютона для рассмат-}$$

риваемого мом. вр: $m \cdot a = F$, где a - ускорение частицы

$$m \cdot \frac{v_0^2}{R} = F \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{FR}{m}} = \sqrt{\frac{|\delta| \cdot m \cdot \frac{U}{d} \cdot R}{m}} = \sqrt{\frac{UR|\delta|}{d}}$$

2) ЗСЭ для энергии частицы:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + A_{\text{полн}} \Leftrightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{2A_{\text{полн}}}{m} = v_0^2 + \frac{2q(\varphi_2 - \varphi_1)}{m}$$

Пусть потенциал отриц. обкладки $-\varphi$, полож. $+\varphi$.

Т.к. потенциал внутри конденсатора меняется равномерно, $(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{3}{8} \Delta\varphi \Leftrightarrow$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{6q\Delta\varphi}{8m}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4}|\delta| \cdot U}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{\frac{UR|\delta|}{d}}; \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4}U|\delta|}.$$



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
☐

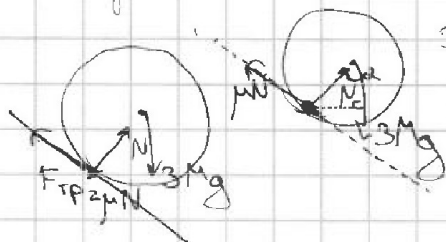
6
☐

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!

Черновик.



$$3Mg \cos \alpha = N$$
$$\mu N = 3\mu Mg \cos \alpha$$

$$\sin(x+y) = \sin \frac{x+y}{2} \cos \frac{x-y}{2}$$

$$x=y \Rightarrow \sin x = \sin x$$

$$x=-y \Rightarrow 0=0$$

$$x=90^\circ-y$$

$$\sin x + \cos x = \sin 45^\circ \cos(45^\circ - y) + \cos 45^\circ \sin(45^\circ - y)$$
$$= \frac{1}{\sqrt{2}} (\cos 45^\circ \cos y - \sin 45^\circ \sin y) + \frac{1}{\sqrt{2}} (\cos 45^\circ \sin y + \sin 45^\circ \cos y)$$
$$= \frac{1}{\sqrt{2}} (\cos y + \sin y)$$

$$\frac{\cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ + 3\alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} =$$

доп

$$\cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} \left(\sin \frac{90^\circ + \alpha}{2} \cos \alpha - \sin \alpha \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \sin(90^\circ - \alpha) \cos \alpha - \sin \alpha \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \cos^2 \alpha - \sin \alpha \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \cos^2 \alpha - \sin \alpha \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{4}{8} - \frac{\sin \alpha \cos \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{3}{8} \Rightarrow \frac{1}{8} = \dots$$

$$\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 \Rightarrow 2\cos^2 \alpha = \cos 2\alpha + 1$$

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

$$\frac{-4 \pm \sqrt{16 + 4 \cdot 5}}{2} = \frac{-4 \pm 6}{2} = -2 \pm 3$$



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
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!

Черновики

1. $V = \text{const}$

$Q = 780 \text{ Дж}$

$| \Delta T_1 | = 31,2 \text{ К}$

$p = \text{const}$

$v = \text{const}$

$| \Delta T_2 | = 20 \text{ К}$

$\frac{\Delta T^2}{2} =$

$$A = Q - R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \gamma_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 \right) = Q - R \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{R \Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$= 780 \cdot \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} = 280$$

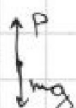
$$C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T_1} = \frac{780}{20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$3) R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \gamma_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 \right) = A + R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \gamma_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 \right) \Rightarrow A = R \left(\frac{3}{2} \gamma_1 (\Delta T_1 - \Delta T_2) + \frac{5}{2} \gamma_2 (\Delta T_1 - \Delta T_2) \right)$$

$$A = R (\Delta T_1 - \Delta T_2) \left(\frac{3}{2} \gamma_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 \right) \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = k \quad \cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$Q = \frac{3}{2} k \gamma_2 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 R \Delta T_1 = \frac{\gamma_2 R \Delta T_1}{2} (3k + 5)$$

$$Q = A + \frac{3}{2} \gamma_2 k R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \gamma_2 R \Delta T_2 = A + \frac{\gamma_2 R \Delta T_2}{2} (3k + 5) \quad \varphi = E \cdot x + E \left(\frac{1}{2} d - x \right)$$



$$\frac{v_0^2 \tan^2 2\varphi}{g}$$

$$s_1 = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0^2 = s_1 \cdot g = 40 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$t v \cos \varphi = s \Rightarrow s = \frac{2 v^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$v \sin \varphi - \frac{g t^2}{2} = 0$$

$$v \sin \varphi = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2 v \sin \varphi}{g}$$

$$\begin{cases} s_2 = v_0 \cos \theta - \frac{g t^2 \sin \alpha}{2} \\ v_0 \cos (\theta + \alpha) = s_2 \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{s_2 \cos \alpha}{v_0 \cos (\theta + \alpha)} \end{cases}$$

$$s_2 = \frac{s_2 \cos \alpha \cos \theta}{\cos (\theta + \alpha)} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{s_2^2 \cos^2 \alpha}{v_0^2 \cos^2 (\theta + \alpha)}$$

$$1 = \frac{\cos \alpha \cos \theta}{\cos (\theta + \alpha)} - \frac{s_2 g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 (\theta + \alpha)} \Rightarrow s_2 = \left(1 - \frac{\cos \alpha \cos \theta}{\cos (\theta + \alpha)} \right) \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2 (\theta + \alpha)}{g \sin \alpha \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{\sin \alpha \sin \theta}{\cos (\theta + \alpha)} \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2 (\theta + \alpha)}{g \sin \alpha \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin \theta \cos (\theta + \alpha)}{g \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin \theta \cos (\theta + \alpha) =$$

$$= \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\sin \theta \cos \alpha \cos \theta - \sin \theta \sin \alpha \sin \theta \right) \quad \cos^2 \left(2 \sin x + \sin y \right) = \cos \frac{x+y}{2} \cdot \sin \frac{x-y}{2}$$

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!

$$y = (\cos \alpha \sin \theta \cos \theta - \sin \alpha \sin^2 \theta) \rightarrow \max$$

$$y' = \cos \alpha (\cos \theta \cdot \cos \theta - \sin^2 \theta) - \sin \alpha (-2 \sin \theta \cos \theta) = 0$$

$$\cos \alpha (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) = \sin \alpha (-2 \sin \theta \cos \theta)$$

$$\cos \alpha (\cos 2\theta) = -\sin \alpha \sin 2\theta$$

$$-\tan \alpha = \cot 2\theta$$

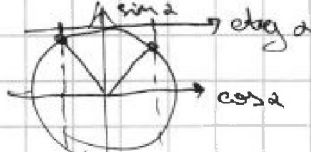
$$-\tan \alpha \tan 2\theta = 1$$

$$\tan \alpha = -\cot 2\theta$$

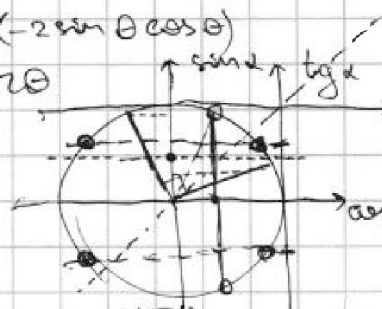
$$\tan(90^\circ - \alpha) = \cot(2\theta)$$

$$\cot 2\theta + \cot(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$2\theta = 180^\circ - (90^\circ - \alpha) = 90^\circ + \alpha$$



$$f'(x) \cdot g'(x) = f(x) \cdot g'(x) + f''(x) \cdot g(x)$$



$$\frac{3,2 \cdot 5}{6,4}$$

$$\beta = \frac{90^\circ + \alpha}{2}$$

$$\alpha + \beta = \frac{90^\circ + 3\alpha}{2}$$

$$\sin x = \cos(90^\circ - x)$$

$$\cos x = \sin(90^\circ - x)$$

$$5 \cdot \frac{31,2}{20} = \frac{31,2}{4}$$

$$\frac{93,6}{20} - 5$$

$$B \cdot K_{\text{м}} = D_{\text{м}}?$$

$$C \cdot X = \frac{U}{K_{\text{м}}} \cdot m \cdot K_{\text{м}} = U \cdot m$$

$$\frac{2U_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\sin \theta \cos \theta \cos \alpha - \sin \alpha \sin^2 \theta) = \frac{2U_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\cos \alpha \cdot \frac{1}{2} \sin(90^\circ + \alpha) - \sin \alpha \cdot \sin^2 \left(\frac{90^\circ + \alpha}{2} \right) \right) = 120$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x = 2 \sin x \sqrt{1 - \sin^2 x}$$

$$\sin 2x = 2 \sin x - \sin^3 x$$

$$E = \frac{kq^2}{r} \cdot \frac{K_{\text{м}}}{m}$$

$$160 \cdot 2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\sin \alpha \sin^2 \left(\frac{90^\circ + \alpha}{2} \right)}{\cos^2 \alpha} \right) = 120$$

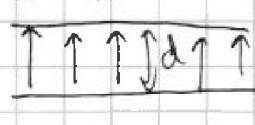
$$\frac{1}{2} - \frac{120}{320} = \frac{1}{2} - \frac{6}{16} = \frac{1}{2} - \frac{3}{8} = \frac{1}{8}$$

$$= \frac{\sin \alpha \sin^2 \left(\frac{90^\circ + \alpha}{2} \right)}{\cos^2 \alpha}$$

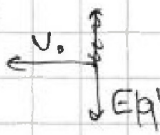
$$\alpha = 30^\circ \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \sin^2(60^\circ) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{kq^2}{m^2} \cdot D_{\text{м}}$$

$$\gamma = \frac{q}{m} < 0$$



$$E = \frac{\Delta \varphi}{d}$$



$$E|q| = a \cdot m$$

$$E m |q| = a \cdot m$$

$$a = \frac{u_0^2}{R} \Rightarrow U_0 = \sqrt{a R} = \sqrt{E R |q|}$$

$$3k \cdot \gamma?$$

$$\frac{m u_0^2}{2} + q E \cdot \frac{3d}{8} = \frac{m u^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{u_0^2 + \frac{6 q E d}{8 m}}$$

$$\frac{k q^2}{r^2} = \mu$$

$$\frac{k q^2}{r} \rightarrow D_{\text{м}}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

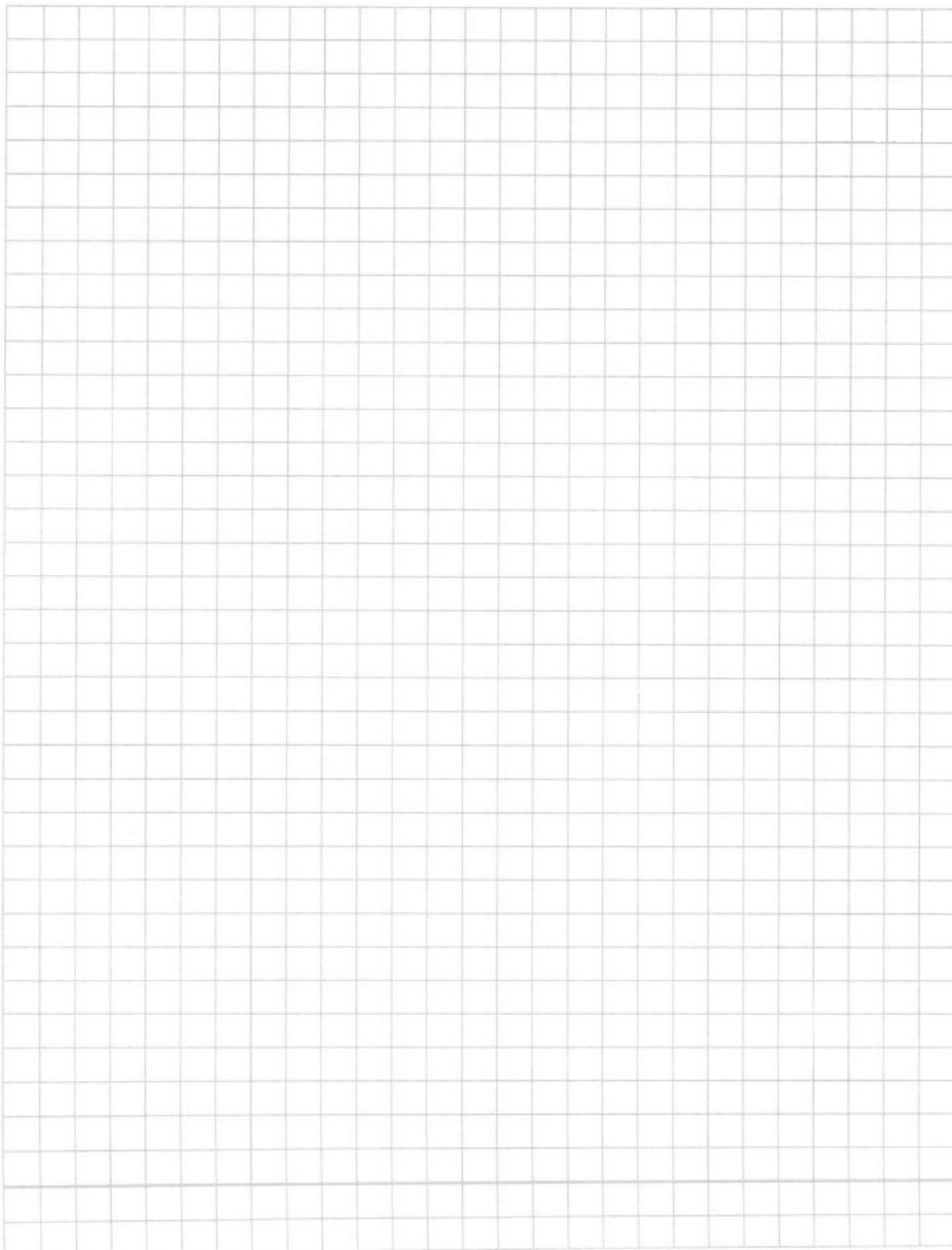
6
☐

7
☐

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!

