

Олимпиада «Физтех» по физике,

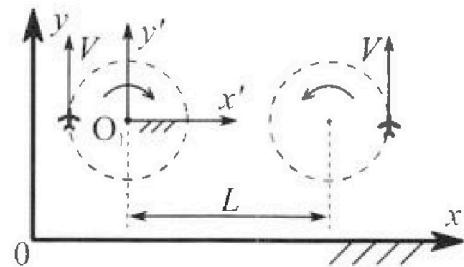
февраль 2024

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

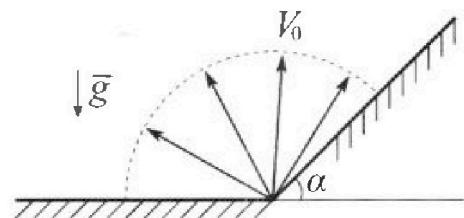
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, где P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.) самолета во вращающейся системе отсчета $x' O_1 y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолетом. 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.

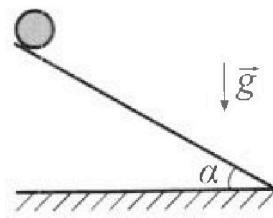
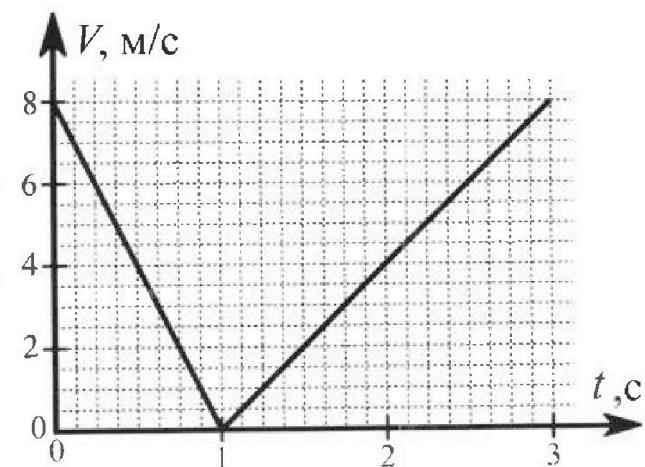
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

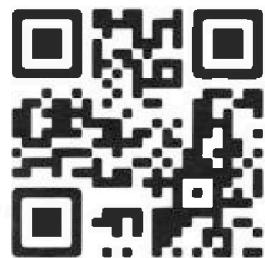
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10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

1. Найдите $\sin \alpha$, где 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 $L=0,6 \text{ м}$?
 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 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 п осле вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

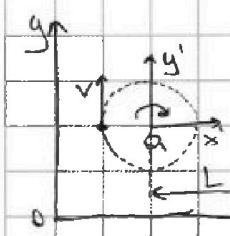
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

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
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 установке СО всё вращается вокруг т. О, с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ по часовой стрелке \Rightarrow

$$\Rightarrow |U| = \sqrt{v^2 - \omega^2(L + R)^2} = \sqrt{v^2 - \left(\frac{v}{R}\right)^2(L + R)^2} = \sqrt{\frac{v^2}{R^2}(R^2 + 2RL + L^2)} = \sqrt{\frac{v^2}{R^2}}(R + L) = \frac{v}{R}(R + L)$$

скорость направлена вертикально вниз по оси y.

1) Заметим, что все силы, действующие возникающие из-за движения самолёта, расположены в горизонтальной плоскости;

Free body diagram of a point on the aircraft wing tip:

Forces acting on the point P:

- Normal force P pointing towards the center of the circle.
- Weight mg pointing vertically downwards.
- Centrifugal force $\frac{\sqrt{2}}{R}m$ pointing horizontally to the right.

Equation of motion:

$$P = \sqrt{(mg)^2 + m^2 \frac{v^2}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}} \Rightarrow$$

$$\frac{P}{mg} = \sqrt{\frac{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}{g^2}} = \sqrt{\frac{10^2 + \frac{70^2}{200^2}}{10^2}} = \sqrt{\frac{10^2 + 7^2}{10^2}} = \sqrt{\frac{149}{100}} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx 1,2$$

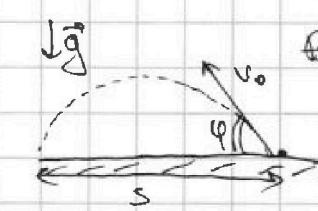


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



Важко відмінити підірваний газ
з розриваними відривами зовні
покривання від фронтів:

$$S = \frac{V_0^2 \sin 2\phi}{g}, \text{ m.e. m.k. } S_1 - \text{ максимум}$$

$$\text{такое гравитации, } S_1 = \frac{V_0^2 \cdot 1}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 160} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Уравнение движения на Ox (безотражение):
 $v_0 t \cos \beta - \frac{gt \cos^2 \beta}{2} = s$
 на Oy (запуск):

$$\text{votoes}(\alpha + \beta) = s \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} \text{Umrechnung: } & \frac{gt^2 \sin \alpha}{2} = s \Rightarrow s = v_0 \cdot \frac{\sin \alpha \cos \beta}{v_0 \cos(\alpha + \beta)} - \frac{g \cos \beta}{2} \cdot \left(\frac{\sin \alpha \cos \beta}{v_0 \cos(\alpha + \beta)} \right)^2 \\ & \Rightarrow 1 = \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)} - \frac{s g \cos \beta \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha + \beta)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow S = \frac{(\cos \alpha \cos \beta - 1) \cdot \frac{\pi w^2 \cos^2(d\beta)}{g \cos^3 \alpha \cos^2 \beta}}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{(\cos \alpha \cos \beta - (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)) \cdot \frac{\pi w^2 \cos^2(d\beta)}{g \cos^3 \alpha \cos^2 \beta}}{\cos(\alpha + \beta)} =$$

$$= \frac{g \sin \alpha \sin \beta \cdot 2W_0^2 \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha \sin^2 \beta} = \frac{2 \sin \beta W_0^2 \cos(\alpha + \beta)}{\cos^2 \alpha} = \frac{2W_0^2}{\cos^2 \alpha} \sin \beta \cos(\alpha + \beta) =$$

$$= \frac{w_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \frac{w_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha \cos \beta \cos \beta - \sin \alpha \sin^2 \beta) =$$

$$= \frac{w_0^2}{g \cos^2 d} (\cos d \sin \beta \cos \beta - \sin d + \sin d \cos^2 \beta) = \frac{w_0^2}{g \cos^2 d} (\cos \beta \cdot \sin(d+\beta) - \sin d).$$

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

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

$$= \cos(\alpha - 2\beta) = 0 \Rightarrow \alpha + 2\beta = 90^\circ \quad \text{or} \quad 2\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$S_2 = S\left(\frac{90^\circ + \alpha}{2}\right) = \frac{2 \cos^2 \alpha}{g \cos^2 \alpha} \sin \frac{90^\circ + \alpha}{2} \cdot \cos \frac{90^\circ + 3\alpha}{2} = \frac{2 S_1}{\cos^2 \alpha} \sin \frac{90^\circ + \alpha}{2} \cdot \cos \frac{90^\circ + 3\alpha}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \frac{90^\circ + d}{2} \cdot \cos \frac{30^\circ - 3d}{2}}{\cos^2 d} = \frac{s_2}{2S_1} = \frac{120}{320} = \frac{3}{8} = \frac{\cos \frac{90^\circ - d}{2} \cdot \sin \frac{90^\circ - 3d}{2}}{\cos^2 d} = \frac{\frac{1}{2} \cos^2 d - \sin d \cos \frac{90^\circ - d}{2}}{\cos^2 d}$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{\sin \alpha \cos^2(90^\circ - \alpha)}{\cos^2 2} \Rightarrow \frac{\sin \alpha \cos^2(\frac{90^\circ - \alpha}{2})}{\cos^2 2} = \frac{1}{3} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{\cos(\frac{90^\circ - \alpha}{2}) + 1}{2} \Leftrightarrow$$

$$\text{Q) } \frac{1}{4} = \frac{\sin^2 x + \sin x}{\cos^2 x} \Leftrightarrow 1 - \sin^2 x = 4 \sin^2 x + 4 \sin x \Leftrightarrow 5 \sin^2 x + 4 \sin x - 1 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin d = -2 \pm 3 \Rightarrow \sin d = 1$$

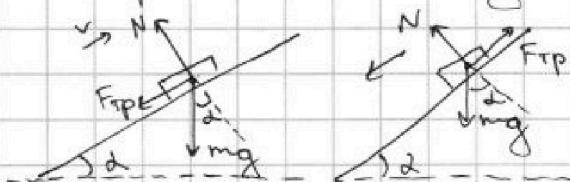


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

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 рисунка, в некоторый момент времени скорость шайбы становится равной 0 → исходная скорость шайбы направлена вверх по склону.



Тогда значение второй задачи
появляется для движения
шайбы:

$$\begin{cases} mg \cos \alpha = N \\ mg \sin \alpha + F_{tr} = a_m m \end{cases}$$

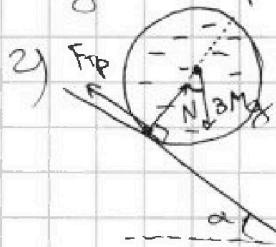
безу: $\begin{cases} mg \cos \alpha = N \\ mg \sin \alpha - F_{tr} = a_m m \end{cases}$ т.к. N не меняется, не меняется и $F_{tr} = \mu N$.

На рисунке показаны условия начальной

изогнав промежуточных - ускорения при движении вверх

и вниз. Тогда, $|\vec{a}_1| = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $|\vec{a}_2| = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Имеем:

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



Запишем ЗСЭ для элементов "воздуха"
 $3MgL \sin \alpha = \frac{3Mv^2}{2} \Rightarrow \sqrt{v^2 + 2gL \sin \alpha} = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) Силы, действующие на боку, не
изменяются ⇒ по второму з-му Иного,
ускорение поставлено ⇒ его можно найти из перемещения:

$$L = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{V^2}{2L} = \frac{V^2}{g \sin \alpha} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

4) Бокка катится без проскальзывания ⇒ 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.



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

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 изобарическом процессе $V = \text{const} \Rightarrow \text{газ}$ не совершает работы, т.к. $A = \int p \cdot dV$. Следовательно,

по 1-му началу термодинамики, $\Delta Q = \Delta U + \Delta A^{\neq 0} = \Delta U$

Пусть γ_1 -коэффициент газа, γ_2 -коэффициент азота. Тогда

$$Q = |\Delta Q| = \frac{3}{2} \gamma_1 R |\Delta T_1| + \frac{5}{2} \gamma_2 R |\Delta T_2| \Leftrightarrow Q = \frac{R |\Delta T_1|}{2} (3\gamma_1 + 5\gamma_2).$$

ИМТ для изобарического ($p=\text{const}$) процесса:

$$Q = |\Delta Q| = \left(\frac{3}{2} \gamma_1 R |\Delta T_2| + \frac{5}{2} \gamma_2 R |\Delta T_2| \right) + A \Leftrightarrow$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow A &= Q - \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3\gamma_1 + 5\gamma_2) = Q - \frac{R |\Delta T_2|}{2} \cdot \frac{3Q}{R |\Delta T_1|} = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) = \\ &= 780 \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} = 28 \cdot 11,2 = 280 \text{ Дж} \end{aligned}$$

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

3) При изобарическом процессе:

$$Q = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3\gamma_1 + 5\gamma_2) + A = \left(\frac{3}{2} p |\Delta V_1| + \frac{5}{2} p |\Delta V_2| \right) + p (\Delta V_1 + \Delta V_2) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{5}{2} p |\Delta V_1| + \frac{7}{2} p |\Delta V_2|. \text{ С другой стороны, } p |\Delta V_1| = \gamma_1 R |\Delta T_2| \Rightarrow$$

$$\begin{cases} Q = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3\gamma_1 + 5\gamma_2) \\ Q = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (5\gamma_1 + 7\gamma_2) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{R |\Delta T_2|}{2} = 3\gamma_1 + 5\gamma_2 \\ \frac{R |\Delta T_2|}{2} = 5\gamma_1 + 7\gamma_2 \end{cases} \Rightarrow 5\gamma_1 + 7\gamma_2 = \frac{1}{\gamma_1} (3\gamma_1 + 5\gamma_2)$$

$$\Leftrightarrow \gamma_2 \left(7 - \frac{1}{\gamma_1} \right) = \gamma_1 (3 \frac{1}{\gamma_1} - 5) \Leftrightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{7 - 5 \frac{1}{\gamma_1}}{3 \frac{1}{\gamma_1} - 5} = \frac{\frac{28 - 31,2}{4}}{\frac{93,6 - 100}{20}} =$$

$$= \frac{5(28 - 31,2)}{93,6 - 100} = \frac{5 \cdot 3,2}{6,4} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Ответ: $A = 280 \text{ Дж} ; C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} ; \frac{N_1}{N_2} = 2,5$.

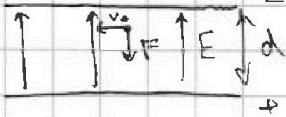


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
Ч 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!



Найдём поле внутри конденсатора:

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

следовательно, в поле газа в конденсаторе, на неё всё время действует сила F , направлённая в сторону положительной обкладки (м.к. $\delta < 0$)

$$|F'| = qE = |8| \text{Н} \cdot \frac{U}{d}. \quad \text{2-й закон Ньютона для рассматриваемого пол. бы: } m \cdot a = F, \text{ где } a - \text{ускорение газа}$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = F \Leftrightarrow \boxed{V_0^2 + \frac{FR'}{m} = \frac{|8| \cdot m \cdot \frac{UR'}{d}}{m} = \frac{|UR|8'}{d}}$$

2) Задача про движение газа:

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

При движении отриц. обкладки $-\varphi$, полоск $-+\varphi$.

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

$$\Leftrightarrow \boxed{v^2 = V_0^2 + \frac{6q\Delta\varphi}{8m} = \boxed{V_0^2 + \frac{3}{4}|UR|8'}}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{\frac{|UR|8'}{2}} ; V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3}{4}|UR|8'}.$$

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.

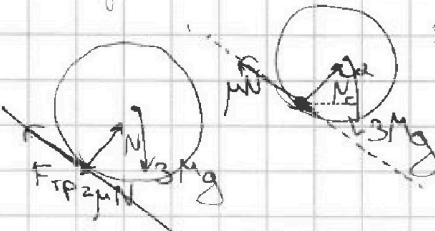


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

Черновик.



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

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

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

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

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

$$x=30^\circ - y$$

$$\sin x + \cos x \stackrel{?}{=} \sin 45^\circ \cdot \cos(45^\circ - x) -$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (\cos 45^\circ \cos x - \sin 45^\circ \sin x) \\ = \frac{1}{\sqrt{2}} (45^\circ x - 30^\circ x)$$

100%

$$\Rightarrow 30^\circ - x (\sin \frac{30^\circ - x}{2} \cos x - \sin x + \cos \frac{30^\circ - x}{2}) =$$

$$= \frac{1}{2} \sin(30^\circ - x) \cos x - \sin x \left(\cos^2 \frac{30^\circ - x}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cos^2 x - \sin x \cos^2 \frac{30^\circ - x}{2}$$

$$= \frac{4}{8} - \frac{\sin x \cos \frac{30^\circ - x}{2}}{\cos^2 x} = \frac{3}{8} \Rightarrow \frac{1}{8} = \dots$$

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

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

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



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.

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

Черновик

$$u, V = \text{const}$$

$$\text{He} \rightarrow \frac{3}{2} pV$$

$$Q = 780 \text{ Дж}$$

$$N_2 \rightarrow \frac{5}{2} pV$$

$$|_{\Delta T_1} | = 31,2 \text{ K}$$

$$p = \text{const} \quad v = at \quad |_{\Delta T_2} | = 20 \text{ K}$$

$$\frac{\partial t^2}{2} =$$

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

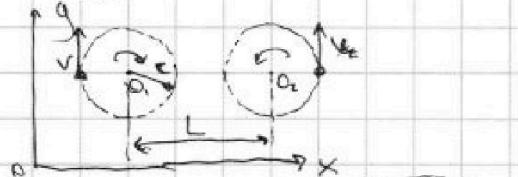
$$\boxed{C_p = \frac{\Delta Q}{\Delta T_1} = \frac{780}{20} = 39 \text{ Дж/К}}$$

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

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

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

$$\boxed{Q = A + \frac{3}{2} \gamma_2 k R_a \Delta T_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 R_a \Delta T_2 = A + \frac{3k R_a \Delta T_1}{2} (3k+5)}$$



$$s_1 = \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{s_1 g} = 40 \text{ м}$$



$$\text{перемещение...} \\ \frac{v_0^2 \tan \alpha}{g}$$

$$t \cos \alpha = \Rightarrow s_1 = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0$$

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



$$20 \cdot 0,36 \\ \in 3,6 \cdot 2$$

$$\begin{cases} s_1 = v_0 t \cos \alpha - \frac{gt^2 \sin^2 \alpha}{2} \\ v_0 t \cos(\alpha + \alpha) = s_2 \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{s_2 \cos \alpha}{v_0 \cos(\alpha + \alpha)} \end{cases}$$

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

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

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

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

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

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

$$\begin{aligned} y' &= \cos x (\cos \theta \cdot \cos \theta + \sin^2 \theta) - \\ &- \sin x (-2 \sin \theta \cos \theta) \geq 0 \end{aligned}$$

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

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

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

$$-\operatorname{tg} x = \operatorname{ctg} 2\theta$$

$$-\operatorname{tg} x \operatorname{tg} 2\theta = 1$$

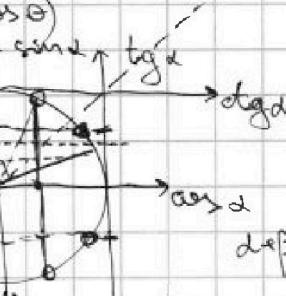
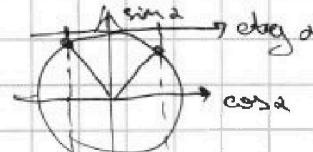
$$\operatorname{tg} x =$$

$$\operatorname{tg}(90^\circ - x) = \operatorname{ctg}(2\theta)$$

$$\operatorname{ctg} 2\theta + \operatorname{ctg}(90^\circ - x) = 0 \quad \operatorname{tg} x = \operatorname{tg}(90^\circ - x) \Leftrightarrow \begin{cases} x = y \\ x = 180^\circ - y \end{cases}$$

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

$$= 90^\circ + x$$



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

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

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

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

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

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

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

$$B \cdot K_m = D_m ?$$

$$E \cdot x = \frac{K_m}{K_m} \cdot m \cdot K_m = m \cdot m$$

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

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

$$\sin 2x = 2 \sin x - \sin^3 x \quad E = \frac{kq^2}{r} \frac{K_m}{m}$$

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

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

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

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

$$\frac{kq^2}{r^2} \text{ джан}$$

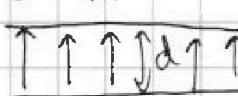
$$x = \frac{q}{m} < 0$$

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

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

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

$$a = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow v_0 = \sqrt{aR} \quad \boxed{ER|q|}$$



Задача?

$$\frac{mv_0^2}{2} + qE \cdot \frac{3d}{8} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{6qEd}{8m}}$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = U \quad \frac{kq^2}{r} \rightarrow D_{mz}$$



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

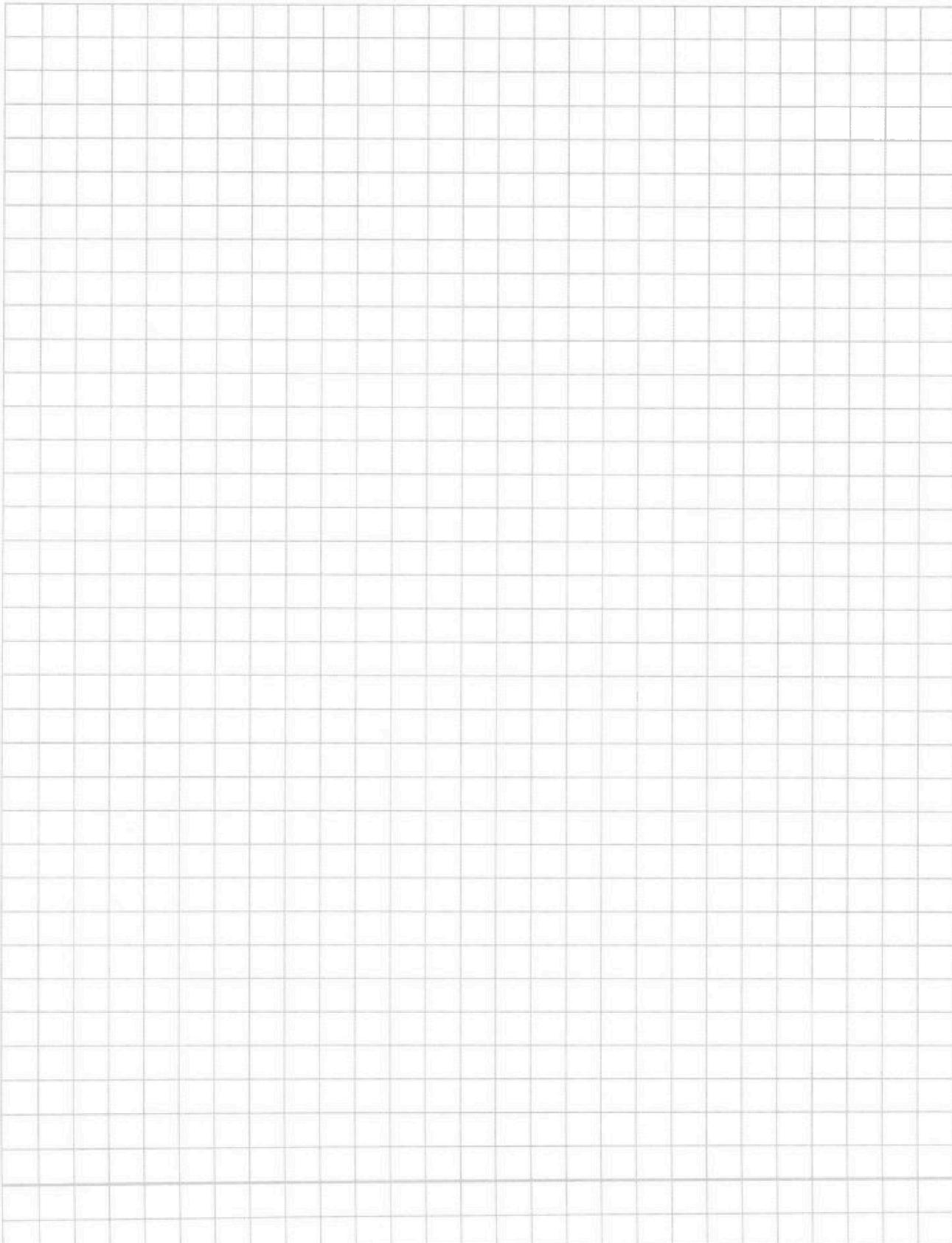
5

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!

