



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

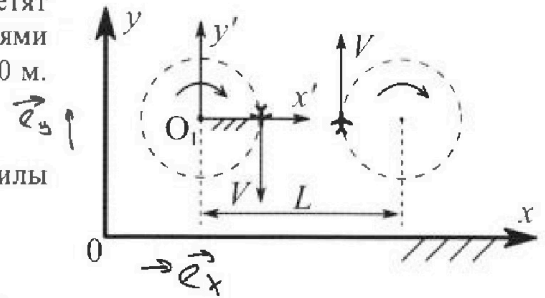
Вариант 10-01



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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

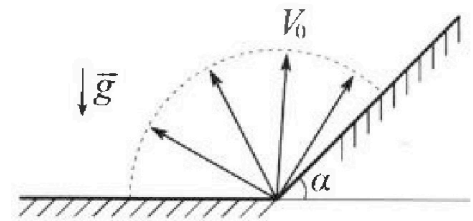
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=2$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

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} .

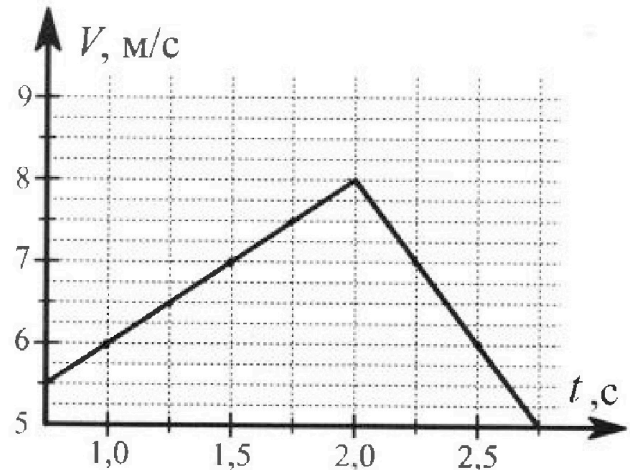
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



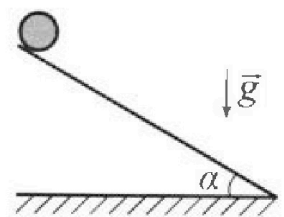
1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3$ 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 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот 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.

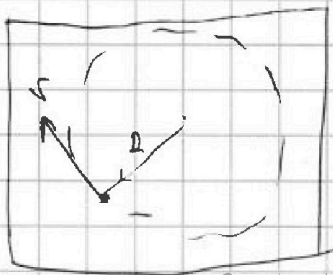
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 12

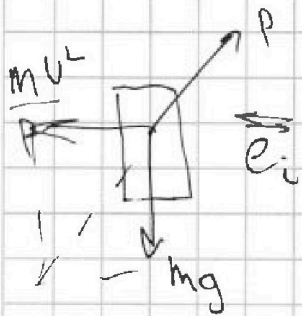
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

ЗАДАЧА 1 (стр. 1 из 2)

1) Рассмотрим плоскость звонящих самолётов.



изобразим в этой плоскости С.О.:



перейдем в тело самолёта. у него есть только центростремительное ускорение, которое составляет силу $\frac{mU^2}{R}$.

на человека. рассмотрим силы на

человека в этой плоскости. С.О.:

чел. отстойте к самолёту и в равновесии то на него действует сила со стороны кресла P.

$$\vec{P} + m\vec{g} + \frac{mU^2}{R} \vec{e}_i = 0. \quad (\vec{e}_i - \text{ест. вектор})$$

записав теорему Пифагора для полученного век. треугольника.

$$P^2 = (mg)^2 + \left(\frac{mU^2}{R}\right)^2$$

то и л. и P - вес ч.ч. он такой же ч.ч. имеет.

$$P = \left((mg)^2 + \left(\frac{mU^2}{R}\right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

~~назад~~ ~~назад~~ ~~назад~~

назад $\frac{P}{mg}$

$$\frac{P}{mg} = \sqrt{1 + \frac{U^4}{g^2 R^2}}$$

подставим числа,

$$\frac{P}{mg} = \sqrt{1 + \frac{8^4 \cdot 10^4}{10^2 \cdot 8^2 \cdot 10^4}} = \sqrt{1 + \frac{64}{100}} = \frac{\sqrt{164}}{100} \approx \frac{\sqrt{169}}{100} \approx 1,3$$



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
2 ИЗ 12

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!

ЗАДАЧА 1. (стр. 4 и 2)

$$\delta = \left(\frac{p}{mg} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad \text{откуда}$$

$$\delta \approx 30\%$$

2 из кинематики вращательного движения
знаем, что (для центра)

$$\vec{V}_{abc} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{co} + [\vec{\omega} \times \vec{r}] \Rightarrow \vec{V}_{отн} = \vec{V}_{acc} - \vec{V}_{co} + [\vec{r} \times \vec{\omega}]$$

надо найти $\vec{V}_{отн}$

$$\vec{V}_{abc} = V \cdot \vec{e}_y, \quad \text{где } \vec{e}_y \text{ — ед. вектор, направленный по } Oy.$$

$$\vec{V}_{co} = V \cdot (-\vec{e}_y) \rightarrow \text{скорость левого самолёта}$$

$$|\omega| = \frac{v}{R}, \quad \vec{r} = \vec{e}_x \cdot (L - 2R) \rightarrow \text{расст. между центрами}$$

$$\Rightarrow |[\vec{r} \times \vec{\omega}]| = (L - 2R) \cdot \frac{v}{R}, \quad \text{направлен по } Oy.$$

$$\Rightarrow \vec{V}_{отн} = 2V \cdot \vec{e}_y + (L - 2R) \frac{v}{R} \cdot \vec{e}_y \quad \text{прямая по } Oy,$$

$$V_{отн} = \cancel{2V} + \frac{VL}{R} - \cancel{2V} = \frac{VL}{R}$$

$$\Rightarrow V_{отн} = U = \frac{VL}{R}, \quad \text{направлена по оси } Oy$$

подставив числа,

$$U = \frac{80 \cdot 2000 \cdot 1}{80 \cdot 10} = \underline{200} \frac{m}{c}$$

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.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 12

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!

ЗАДАЧА 2 (стр. 11 из 12) [1]:

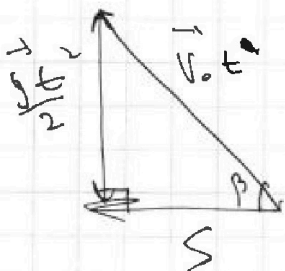
Понятно, что все броски симметричны. Рассмотрим бросок влево и вправо и сравним их времена.

Бросок влево будет длиннее любого броска вправо, т.к. в момент, когда правый резерверк будет на склоне, левый еще продолжает лететь.

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + g\vec{t}$$

запишем.

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g\vec{t}^2}{2}$$



записав правую проекцию,

$$\frac{g\vec{t}^2}{2} = v_0 t \cdot \sin \beta$$

$$\Rightarrow \sin \beta \uparrow, t \uparrow$$

$t = \max$ при $\sin \beta = \max \Rightarrow \sin \beta = 1$.
 $T = \max$ при вертикали верт. вверх.

тогда: $\frac{gT^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow \boxed{v_0 = \frac{gT}{2}}$

подставим,

$$v_0 = \frac{10 \cdot 9}{2} = \underline{\underline{45 \frac{m}{c}}}$$

[2]: ~~Выводим~~ нарисуем вект. тр. для броска на склон. В этом случае знаем координаты вектор перемещения



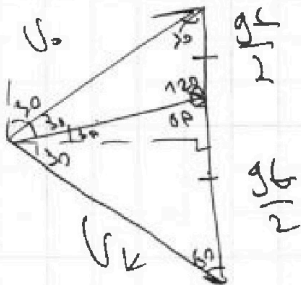
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 12

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!

Задача 2 (стр. 2 из 2)



Рассмотрим площадь трапеции A .

$$A = \frac{H}{t} \cdot g t, \text{ где } H - \text{ длина трапеции}$$

$$\Rightarrow A \sim H.$$

$H \sim S$, т.к. связаны через константу

$$(S \cdot \cos \beta = H).$$

с другой стороны, $A = v_0 \cdot v_k \cdot \sin(\theta)$.

т.к. $A \sim H$, $\Rightarrow A \sim S$, то при max. A \neq тоже max.

$$\Rightarrow A = v_0 v_k \cdot \sin(\theta) = \text{max. } v_0 - \text{const.}$$

v_k строго через S связано с v_0 .

$$\Rightarrow \sin(\theta) = \text{max} \Rightarrow \theta = 90^\circ. \text{ Получим } 90^\circ.$$

\Rightarrow из геометрии расставим другие углы на чертеже

$$\rightarrow \frac{g t}{2} \cdot \cos(\beta_0) \cdot 2 = v \Rightarrow t = \frac{v}{g \cdot \cos(\beta_0)}$$

$$\frac{g t}{2} = \frac{v_0}{t} \Rightarrow S_0 = \frac{g t^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2 \cdot \cos^2(\beta_0)} = \boxed{\frac{v^2}{2g \cdot \cos^2(\beta_0)}}$$

подставим,

$$S_0 = \frac{45^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{3}{4}} = \frac{45 \cdot 45 \cdot 2}{10 \cdot 3} = 45 \cdot 3;$$

$$\Rightarrow \underline{S_0 = 135 \text{ м.}}$$



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.

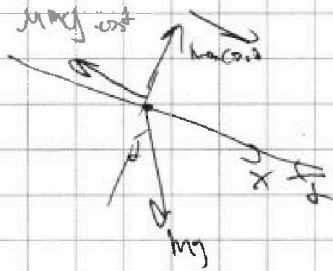
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 ИЗ 12

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!

Задача 3. (стр. 1) из 4

1) рассмотрим движение вверх и вниз тела по шершавому Г-У.



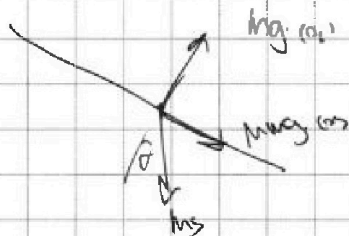
$$m \cdot a_x = mg \cdot \sin \alpha - \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_x = g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha$$

при движении вверх,

$$m a_1 = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a_1 = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$$



Составим для них уравнения скорости,

$$a_1 + a_2 = 2g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

Графики — прямые линии, \Rightarrow движение равноуск.

$$a_1 = \frac{8-6}{1} \frac{m}{c^2} = 2 \frac{m}{c^2}; \quad a_2 = \frac{1}{0.25} \frac{m}{c^2} = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$\Rightarrow 6 \frac{m}{c^2} = 2g \cdot \sin \alpha, \quad \sin \alpha = \frac{6}{20} = 0.3$$

2) движение бранки с вращением согласно ГИ.

$$\text{Кинетика, } E_k = E_{\text{см}} + E_{\text{в}}'$$

Найти кинетическую энергию бранки и скорость центра ее масс.



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
6 ИЗ 12

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!

ЗАДАЧА } (стр. 2) из 4)

1) Восьмёрка может быть, что восьмёрка не превращается в букву, и свисает со скоса в 45 градусов.

$$\Rightarrow E_k = \frac{2mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2} = \frac{3}{2}mV^2$$

в обе стороны (масса одинаковая)

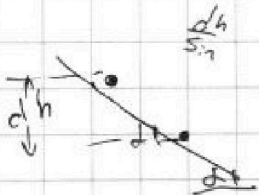
Затем $\int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \Delta p$, $\Delta p = 0$, $\Delta p = 0$. $\int \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$, $\Delta p = 0$.

$$2mgh = \frac{3}{2}mV^2 \Rightarrow 3V^2 = 4gh; \quad V = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$$

подставлю числа,

$$V = \left(\frac{4 \cdot 10 \cdot 9.8}{3} \right)^{0.5} = 11.3 \text{ м/с}$$

2) рассмотрим малое ~~элементарное~~ сечение.



$$2mgh = \frac{3}{2}mV^2$$

$$d(h \cdot 2g) = d\left(\frac{3}{2}V^2\right)$$

$$2g \cdot dh = \frac{3}{2} \cdot 2V \cdot dV = 3V \cdot dV$$

$$2g \cdot v \cdot dt = \frac{dh}{\sin \alpha} \Rightarrow \frac{dh}{dt} = v \cdot \sin \alpha$$

$$2g \cdot \frac{dh}{dt} = 3V \cdot \frac{dV}{dt} = 2g \cdot v \cdot \sin \alpha$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
7 ИЗ 12

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!

ЗАДАЧА 3. (Гр. 3 | 45 4 |

$\frac{dr}{dt}$

$$3X. \frac{dr}{dt} = 2g \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{dr}{dt} = a \quad (\text{то от } \alpha)$$

$$\Rightarrow 3a = 2g \cdot \sin \alpha,$$

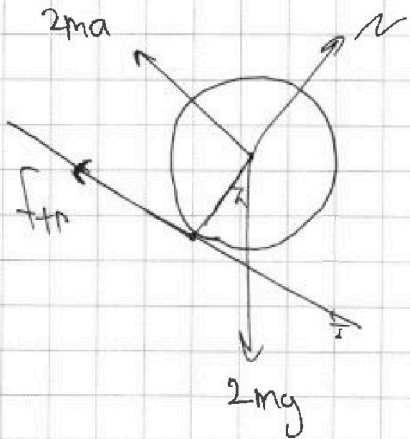
$$a = g \cdot \frac{2 \cdot \sin \alpha}{3}$$

$$\sin \alpha = 0,5$$

$$g = 10$$

$$\Rightarrow a = 10 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{3} = 10 \cdot \frac{2 \cdot 0,5}{3} = 2 \frac{m}{s^2}$$

3]. расставим силы на шар, перейдя в тело.



$N = 2mg \cdot \cos \alpha$, т.к. по второму закону Ньютона не происходит.

В рассмотренном случае $F_{тр} = \mu N$

$$2a + 2g \cdot \sin \alpha \cdot \mu = 2g \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{g \cdot \sin \alpha - a}{g \cdot \cos \alpha}$$

подставим, $\mu = \frac{10 \cdot 0,5 - 2}{10 \cdot \sqrt{1 - 0,5^2}} = \frac{3}{10 \cdot \sqrt{1 - 0,25}}$

$$= \frac{1}{10 \sqrt{1 - 0,25}} = \frac{1}{10 \cdot (1 - 0,25)^{0,5}} \approx \frac{1}{10 \cdot (1 - 0,25 \cdot 0,5)}$$

расотлив с телом

$$\Rightarrow \mu_{\text{крит}} = 0,1 + \frac{g \cdot 5}{100 \cdot 100} \approx 0,1$$



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

СТРАНИЦА
8 ИЗ 12

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!

ЗАДАЧА 3 1 стр. 4/15 4/1
⇒ МКРПТ \times 0,1. ~~4/15~~ С УЧЕТОМ СИ АТАВОВА,
ЗАЛИШЕМ чер-во на все варианты μ .

$$\underline{\mu > 0,1}$$



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 12

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!

ЗАДАЧА 4 (стр. 11 из 12) [1]

Запишем 1 начало 1-го изохора. $A=0$, т.к. $dV=0$

$$\Rightarrow A = \delta Q = \delta Q_1 + \delta Q_2$$

$$Q = (J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2}) \cdot \Delta T_1 \Rightarrow J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2} = \frac{A}{\Delta T_1}$$

2 начало 2-го изобара.

$$A = (J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2}) \cdot \Delta T_2 \Rightarrow A = Q_2 = (J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2}) \cdot \ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A = Q - A \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow \boxed{A = Q \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

приставив числа, $A = 200$ Дж.

рассмотрим термодинамический процесс.

$$C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{p \cdot dV + (J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2}) \cdot dT}{dT} = J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2} + \frac{p \cdot dV}{dT}$$

$$pV = J_1 RT$$

$$pV = J_2 RT$$

ис 3. закон, $\Rightarrow pV = (J_1 + J_2) RT$. $\leftarrow p \text{ не зависит}$

$$dp \cdot V + V \cdot dp = (J_1 + J_2) R \cdot dT$$

$$\Rightarrow C = J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2} + \frac{p \cdot dV}{dp \cdot V + V \cdot dp} \cdot (J_1 + J_2) R =$$

$$= J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2} + \frac{(J_1 + J_2) R}{1 + \frac{dp}{p} \cdot \frac{dV}{V}} \quad \text{при изобаре } dp=0$$

$$\Rightarrow C = J_1 \cdot c_{v1} + J_2 \cdot c_{v2} + (J_1 + J_2) R$$



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
10 из 12

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!

ЗАДАЧА 4 (стр. 2) vs 2)

$\Rightarrow C$ не зависит от скорост. величин, $SC = const = \frac{A}{\sigma T_1}$

$$\frac{A}{\sigma T_1} = J_1 \cdot C_{p1} + J_2 \cdot C_{p2} \quad \text{то ср-ле Майера}$$

$$\frac{A}{\sigma T_1} = J_1 \cdot C_{p1} + J_2 \cdot C_{p2} \quad \text{Мозельв,}$$

$$\frac{\sigma T_1}{\sigma T_2} = \frac{J_1 \cdot 5 + J_2 \cdot 7}{J_1 \cdot 5 + J_2 \cdot 5} = \frac{3}{2} \quad \begin{array}{l} \text{с учетом граничных} \\ \text{условий - идеальности} \end{array}$$

$$9J_1 + 15J_2 = 10J_1 + 14J_2 \Rightarrow \underline{J_1 = J_2}$$

\Rightarrow мы получили идеальное комбо.

$$\frac{N_r}{N_k} = \frac{\frac{N_r}{N_a}}{\frac{N_k}{N_a}} = \frac{J_r}{J_a} \quad \text{с учетом рав-ва}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 1$$

2) Тестовым веществом (масса m) выделены образцы, температура которых повышается на ΔT при сжигании V топлива, содержащего R кДж/кг.

$$C_v = \frac{A}{\Delta T} = \frac{600}{15} = \frac{200}{5} = 40 \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

если выработать через R ,

$$C_v = \frac{\frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R}{1+1} = 2R$$



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.

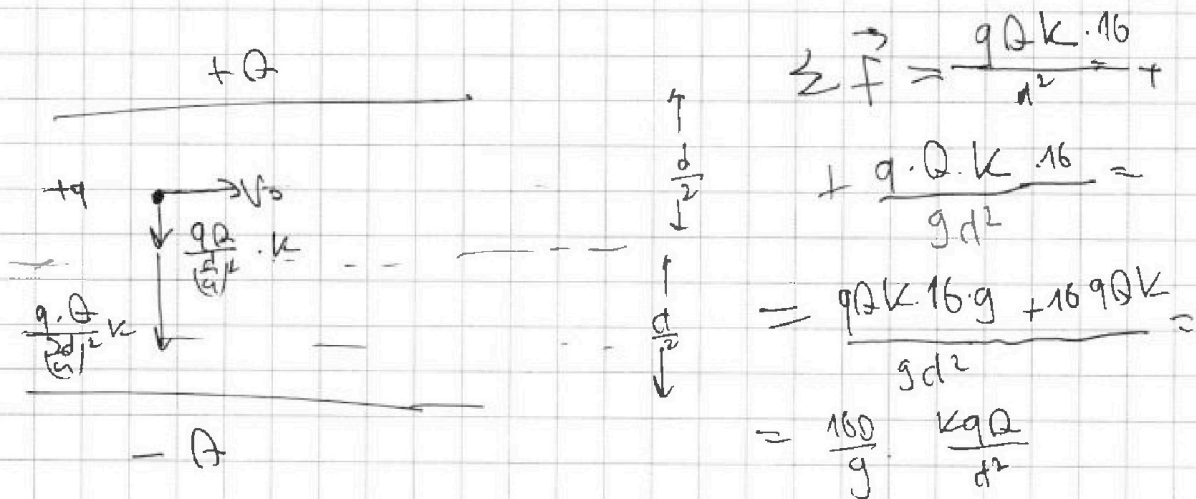
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
11 ИЗ 12

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!

ЗАДАЧА 5. (СТР. 11 ИЗ 12)

1) Заметим, что все силы, действующие на частицу перпендикулярны скорости. Иначе суммарная работа на частицу была бы ненулевой. $a_{\perp} = \frac{v_0^2}{R}$



$$F = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv^2}{F}$$

$$= \frac{mv^2}{kqQ} \cdot \frac{g}{160} d^2 = \boxed{\frac{g}{160} \frac{v^2 d^2}{k \cdot Q}}$$

2) Заметим, что на частицу силы действуют с двух сторон и зависят только от радиуса, \Rightarrow она находится в потенциальном поле.

\Rightarrow в проекции на ось $||$ скорость сохраняется.



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
12 ИЗ 12

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!

Заданием ~~всех~~ $7H$ об усм. кин. энергии.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \left(\int \vec{E} \cdot d\vec{r} - \int E_0 d\vec{r} \right) \cdot q_0$$

(объёмные поле статическое).

$$\Rightarrow A = -\Delta W$$

$$\left(= \frac{q}{4} \Rightarrow \varphi = c \cdot u. \quad U = \Delta \varphi, \right.$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = 2 \cdot 0 \cdot c$$

$$U \Rightarrow \frac{q \cdot q_0 \cdot k}{r}$$

$$\varphi = - \int \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad \varphi(\infty) = 0;$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Q \cdot q}{\frac{d}{2}} - \frac{Q \cdot q}{\frac{d}{4}} - \frac{Qq}{\frac{2d}{2}} = \frac{Qq}{2}$$

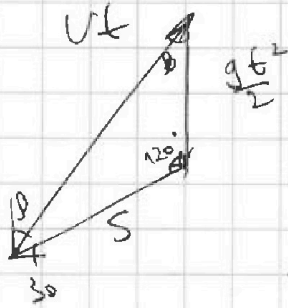


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{S}{\sin \beta} = \frac{vt}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$S = \frac{vt \cdot \sin \alpha}{\cos(\beta \alpha)}$$

$$\frac{vt}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{S}{\sin \beta}$$

$$\frac{g \cdot t \cdot k}{2 \cdot \sin(60 - \beta)} = \frac{vt}{\sin(120)}$$

$$vt = \frac{2V^2}{\sin(120) \cdot g} \cdot \sin(\beta \alpha)$$

$$S = \frac{\sin \beta}{\sin(120)} \cdot \frac{2V^2}{g} \cdot \frac{\sin(60 - \beta)}{\sin(120)}$$

$$\sin \beta \cdot \sin(60 - \beta) = \max$$

$$\cos \beta \cdot \sin(60 - \beta) - \cos(60 - \beta) \cdot \sin \beta = 0$$

$$\frac{\sin(60 - \beta)}{\cos(60 - \beta)} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

$$60 - \beta = \beta$$

$$2\beta = 60 \Rightarrow \beta = 30$$



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.

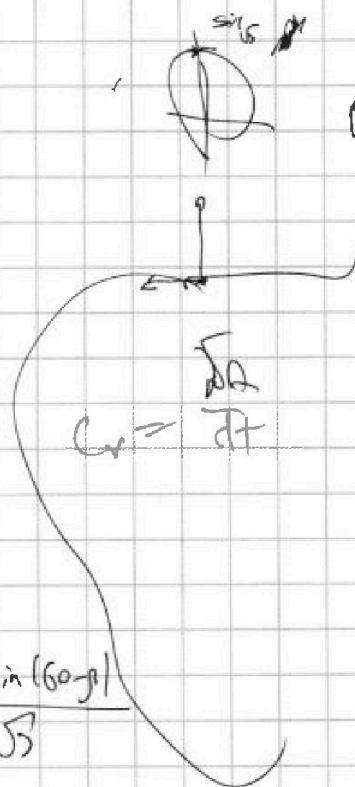
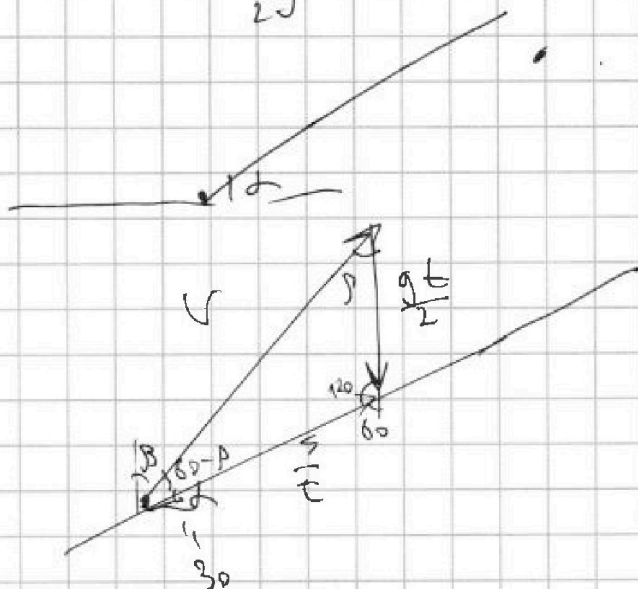
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked=""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

57.

$$\frac{\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{g}{2}}{2} = \frac{80}{4} \approx 20 \text{ м/с} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$



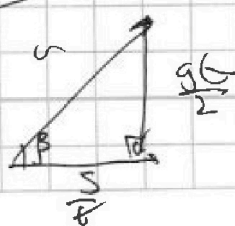
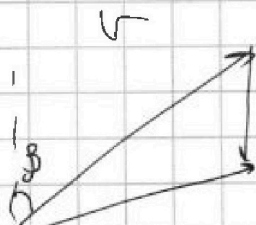
$$\frac{gt}{2 \cdot \sin(60 - \alpha)} = \frac{v}{\sin(60 + \alpha)}$$

$$\frac{gt}{2} = \frac{v \cdot \sin(60 - \alpha)}{\cos(30)} = \frac{v \cdot \sin(60 - \alpha)}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{gt}{4} = \frac{v \cdot \sin(60 - \alpha)}{\sqrt{3}}$$

$$t = \max \quad \sin(60 - \alpha) = \max$$

$$\sin(60 - \alpha) = 1$$



$$v \cdot \sin \beta = \frac{gt}{2}$$

$$\sin \beta = 1 \quad v = \frac{gt}{2}$$

$$t = \frac{2v}{g}$$

$$v_0 = \frac{2T}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

ЗАДАЧА 4. (СТР. 3)

Исх. $V = 2000$

цель - максимизировать прибыль

$Q = 600$

$\sigma T_1 = 15$

если в условиях то $\sigma T_2 = 10$

$$C = \frac{dA}{dt} = \frac{p \cdot dV + C_{v1} \cdot dt + C_{v2} \cdot dt}{dt} = C_{v1} + C_{v2} + \frac{p \cdot dV}{dt}$$

$$C_{v1} + C_{v2} + \frac{1}{1 + \frac{dD}{p} \cdot \frac{V}{dV}} \rightarrow R$$

1) условия

$\Delta A = \Delta A = dU$

$Q = A + \Delta U$

$A = Q - \Delta U$

$U = (C_{v1} \cdot V_1 + C_{v2} \cdot V_2) +$

$A = Q -$

$Q = \Delta U,$

$Q = V_1 \cdot C_{v1} + V_2 \cdot C_{v2}$

$600 \cdot \frac{15-10}{15} = \frac{1}{3} = 200$

$Q = A + (V_1 \cdot C_{v1} + V_2 \cdot C_{v2})$

$A = Q - (V_1 \cdot C_{v1} + V_2 \cdot C_{v2})$

$A = Q - \frac{\sigma T_1 - \sigma T_2}{\sigma T_1}$



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
__ 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!

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{c_v J_1 + c_v J_2}{J_1 + J_2} + \frac{p \cdot dV}{(J_1 + J_2) dT}$$

$$pV = J_1 R T$$

$$pV = J_2 R T$$

$$\frac{p \cdot dV}{dT} = \frac{p \cdot V}{1 + \frac{p \cdot V}{p \cdot dV}}$$

$$\frac{dQ}{(J_1 + J_2) dT} = \frac{c_v J_1 + c_v J_2}{J_1 + J_2} + \frac{R}{1 + \frac{p \cdot V}{p \cdot dV}}$$

$$\frac{J_1}{J_2} = ?$$

$$Q = c_v J_1 + c_v J_2$$

$$\frac{dQ}{dT_1} = J_1 \cdot \frac{3}{2} R + J_2 \cdot \frac{5}{2} R$$

~~преобразование~~

$$Q + Q_1 = c_{p1} \cdot dT \cdot J_1 + A$$

$$Q + Q_2 = c_{p2} \cdot dT \cdot J_2 + A$$

$$2Q = dT (c_{p1} J_1 + c_{p2} J_2) + 2A$$

$$4200 \cdot dT = \frac{5}{2} J_1 R + \frac{7}{2} J_2 R = \frac{2Q - 2A}{dT_2}$$

$$\frac{3J_1 + 5J_2}{5J_1 + 7J_2} = \frac{dT_2}{dT_1} \cdot \frac{A}{2Q - 2A} = \frac{10}{15} \cdot \frac{600}{1200 - 400}$$

$$\frac{10}{15} \cdot \frac{600}{800} = \frac{60}{15 \cdot 8} = \frac{60}{120} = \frac{1}{2} \quad | \quad 3J_1 + 5J_2 = 5J_1 + 7J_2$$



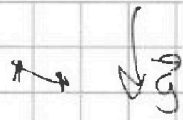
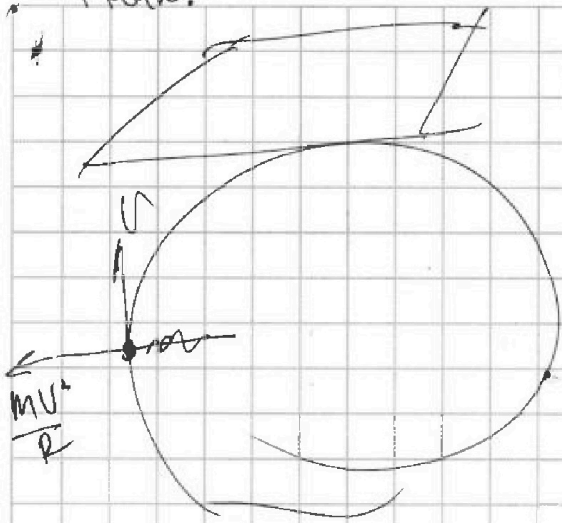
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

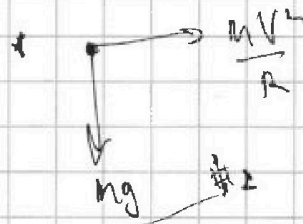
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черфрук?



$$v \cdot \frac{1}{R} - 2V = 2V = v \cdot \frac{1}{R} - 4V$$

W.L.



$$P^2 = \dots$$

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

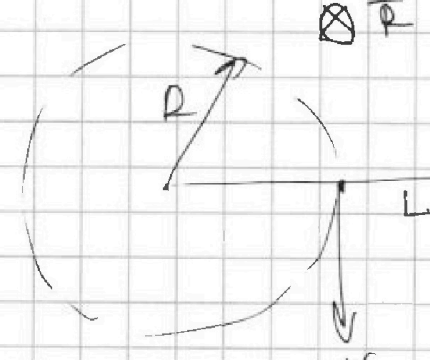
$$V_{\text{rot}} = -2V \cdot \vec{e}_3 - [\vec{\omega} \times \vec{e}_3 \cdot L] =$$

$$= -2V \vec{e}_3 + \omega(L-2R) \vec{e}_3 = \frac{v}{R}(L-2R) - 2V \text{ по } O_y$$

$$\delta = \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}}$$

$$\sqrt{1 + \frac{80^4}{10^2 \cdot 800^2}} =$$

$$v = \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 10^8 \cdot 8 \cdot 10^8 \cdot 800}{10^2 \cdot 800^2}} =$$



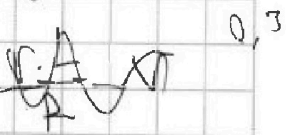
$$v = \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 10^8 \cdot 8 \cdot 10^8 \cdot 800}{10^2 \cdot 800^2}} =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{64}{100}} = \sqrt{\frac{164}{100}} = \frac{13}{10} \approx 1.3$$

$$\vec{V}_{ABC} = \vec{V}_{\text{rot}} + \vec{V}_{\text{trans}} + [\vec{\omega} \times \vec{R}] + \vec{V}$$

$$\vec{V}_{\text{rot}} = \vec{V}_{ABC} - [\vec{\omega} \times \vec{R}] - \vec{V}$$

$$\vec{V}_{\text{rot}} = -V \cdot \vec{e}_3 - [\vec{\omega} \times \vec{e}_3 \cdot L] + -V \cdot \vec{e}_3$$



$$\frac{v}{R}(L-R) - v$$

$$v \cdot \frac{1}{R} - 2V$$

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!

$$\vec{V}_{abc} = \vec{V}_{ота} + \vec{V}_{отс} + [\vec{\omega} \times \vec{r}] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{V}_{отс} = \vec{V}_{abc} - \vec{V}_{ота} - [\vec{\omega} \times \vec{r}]$$



$$\vec{V}_{отс} = v \cdot \vec{e}_y - v(-\vec{e}_y) + \frac{v}{R}(L-R)\vec{e}_y$$

$$= \vec{e}_y \left(2v + \frac{v}{R}(L-R) \right) = \leftarrow L-R \rightarrow$$

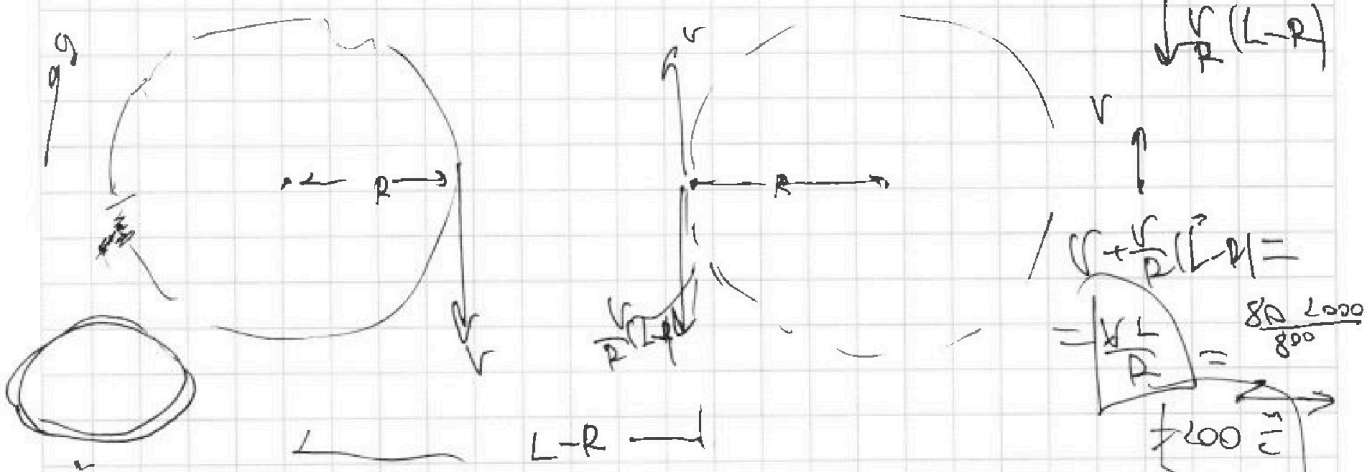
$$= \vec{e}_y \cdot \left(2v + \frac{vL}{R} - v \right)$$

$$\vec{V}_{abc} = \vec{V}_{отс} + \vec{V}_{отс} + [\vec{\omega} \times \vec{r}]$$

$$v \cdot \vec{e}_y = \vec{V}_0 + -\vec{e}_y \cdot v + [\vec{\omega} \times (L-R) \cdot \vec{e}_x] = \frac{vL}{R} - v$$

$$\Rightarrow \vec{V}_0 = 2v \cdot \vec{e}_y + -(-\vec{e}_y) \cdot \left(\frac{v}{R} \cdot (L-R) \right) =$$

$$= \vec{e}_y \left(2v + \frac{vL}{R} - v \right) = v + \frac{vL}{R}$$



$$\vec{V}_0 = \vec{V}_{отс} + [\vec{\omega} \times \vec{r}] - \vec{V}_{отс}$$

$$\vec{V}_0 = v \cdot \vec{e}_y - v \cdot \vec{e}_y + \left[\vec{\omega} \times \vec{r} \right]$$

$$v \cdot \vec{e}_y + v \cdot \vec{e}_y + \left(\frac{vL}{R} - v \right) \vec{e}_y = 2v + \frac{vL}{R} - v = \frac{vL}{R}$$



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!

$\gamma = 10,3 - 2 \times 2,1 = 10$
 $C = \frac{Q}{q} = \frac{10 \cdot 0,3 - 2 \times 2,1}{10}$

$a \pm g \cos \alpha = 2g \sin \alpha$
 $M = \frac{2mg \sin \alpha - q}{g \cos \alpha}$

$\frac{QA}{d^2} k \Rightarrow F = \frac{QA \cdot 16}{5d^2} k + \frac{16QA \cdot k}{d^2} =$

$\frac{QA \cdot k}{d^2} \left(\frac{16}{g} + 16 \right) = m \frac{v^2}{R}$

$R = \frac{v^2 d^2}{\gamma \cdot Q \cdot k \left(\frac{16}{g} + 16 \right)} = \frac{2g \sin \alpha - q}{2g \cos \alpha} = \frac{Q}{5T_1}$

$R = \frac{g v^2 d^2}{160 \gamma \cdot Q \cdot k}$

$M = \frac{2g \sin \alpha - q}{g \cos \alpha}$

$a \pm 2mg \cos \alpha = 2g \sin \alpha$

$\frac{Q}{5T_1}$
 $\frac{Q}{20T_1}$

$C_v = \frac{A}{5T_1} = \frac{J_1 \cdot C_1 + J_2 \cdot C_2}{J_1 + J_2} = \frac{C_1 + C_2}{2}$



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

- 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!

54.

исходно

$$Q = \Delta U$$

$$Q = \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} J_1 R + \frac{5}{2} J_2 R \right)$$

$$9J_1 + 15J_2 = 9J_1 + 15J_2$$

$$J_1 = J_2$$

исходе

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = Q - \left(\frac{3}{2} J_1 R + \frac{5}{2} J_2 R \right) \Delta T_2$$

$$A = Q - A \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A = Q \cdot \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{\Delta T_1} \rightarrow 600 \cdot \frac{15 + 10}{15} =$$

какая часть от суммы в исходе

$$200 \text{ Дж}$$

~~$$Q = J_1 C_{p1} \Delta T_1$$

$$Q = J_2 C_{p2} \Delta T_2$$~~

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{p \cdot dV + J_1 c_{v1} dt + J_2 c_{v2} dt}{dT} = \text{исходно } dp = 0$$

$$= J_1 (C_{v1} + J_2 C_{v2}) + \frac{p \cdot dV}{dT} = \frac{(J_1 + J_2) R}{1 + \frac{dV}{V} \cdot \frac{V}{p \cdot dV}}$$

$$\frac{dQ}{dT} = J_1 C_{p1} + J_2 C_{p2}$$

ма-
а-а-
а-а-
2A
dT_{1R} = 3J₁ + 5J₂

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = J_1 C_{v1} + J_2 C_{v2}$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} = J_2 C_{p2} + J_1 C_{p1}$$

$$\frac{2Q}{\Delta T_2} = 7J_2 + 5J_1$$

$$\frac{7J_2 + 5J_1}{3J_1 + 5J_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 1 \Rightarrow \frac{7}{3} = \frac{7J_2 + 5J_1}{3J_1 + 5J_2}$$

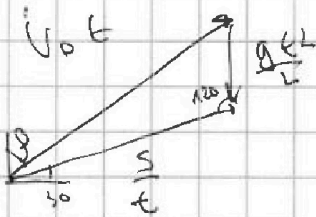


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

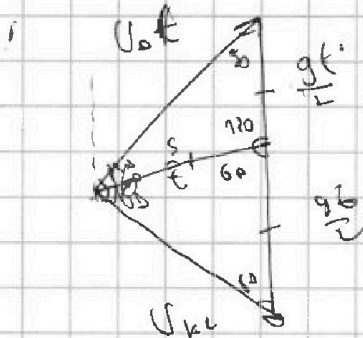
- 1 2 3 4 5 6 7

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!



30 60° \leftarrow v_{0t}



$\textcircled{6}$

$v_{0t} = v$

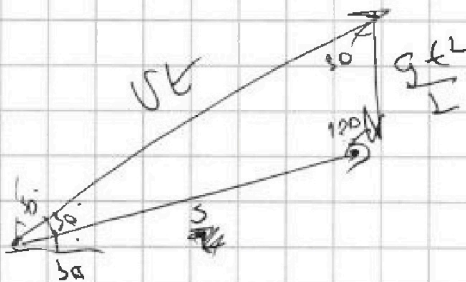
$v =$

$$t_1 = \frac{v}{g}$$

$$t_0 = \frac{2v}{g}$$

$$t = \frac{60}{g} = \frac{v}{g} = t_1$$

$$S = \frac{g t^2}{2}$$



$$2 \cdot 8 \cdot \cos(30) = v_{0t}$$

$$S = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{S \cdot \cos(30)}{v} \right)^2$$

$\frac{v}{g \cdot \cos(30)}$

$$S = \frac{g t^2}{2}$$

$$2 \cdot S \cdot \cos(30) = v t$$

$$\frac{g t^2}{2} \cdot \cos(30) = v t$$

$$g t \cdot \cos(30) = v \quad t = \frac{v}{g \cdot \cos(30)}$$

$$S \Rightarrow \frac{g}{2} \cdot t^2 = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot \cos^2(30)}$$

$$= \frac{4 \cdot 45^2 \cdot 2}{2 \cdot 10 \cdot 3} = \frac{45 \cdot 90}{10 \cdot 3} = 45 \cdot 3 = 15 \cdot 3 = 150 - 15 = 135$$

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.

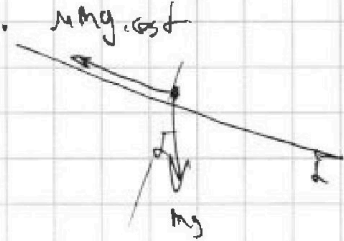


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4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

3



$$1) \quad g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$2) \quad g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_{\text{top}} = 2g \sin \alpha$$

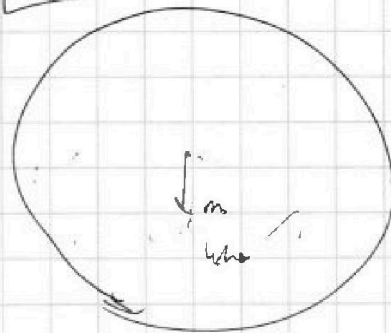
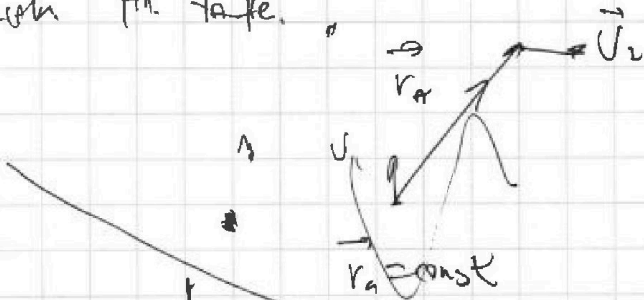
$$a_1 = \frac{2g}{10}$$

$$a_2 = \frac{2g}{10} = g \frac{2}{10}$$

$$4 \frac{M}{2} = 2g \cdot s \cdot h$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{20} = \frac{1}{3}$$

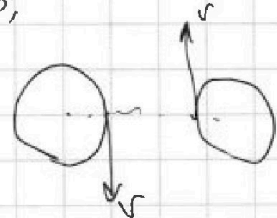
form the table.



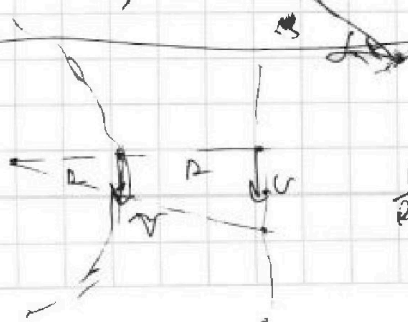
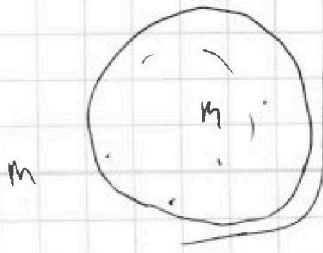
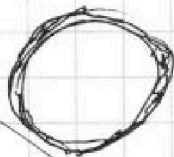
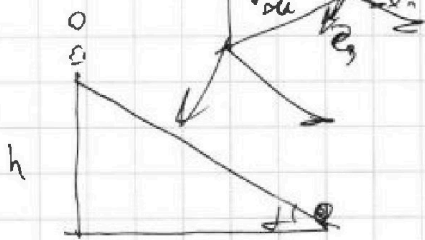
$$\frac{5}{2} R (L - R)$$

bes - P. $\Delta r_0 = 0$

$a_{\text{c}} =$



$$a_{\text{c}} = a_{\text{c}} \sin \alpha + a_{\text{c}} \cos \alpha$$



$$\frac{5}{2} R (L - R) \quad \frac{5}{2} R (L - R)$$