



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 $\vec{U}$.

3. 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?

4. 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.

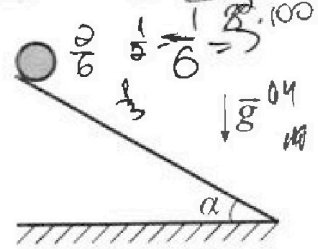
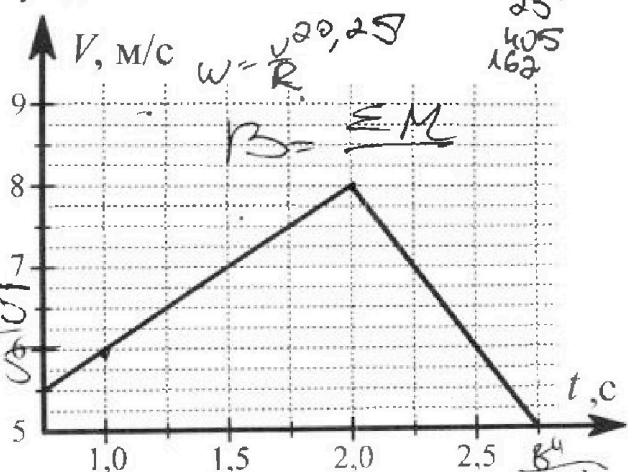
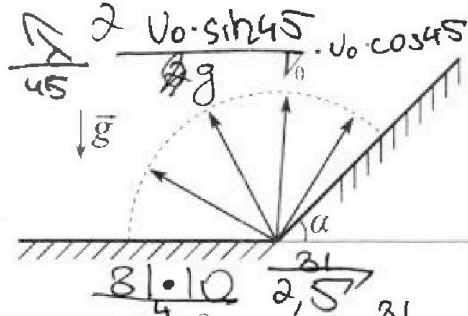
1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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?

Handwritten solutions and diagrams for the problems.

Problem 4: Handwritten calculations show the ratio of specific heats $\frac{C_P}{C_V} = \frac{10}{5} = 2$ and the ratio of moles $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}} = 1.5$. The work A is calculated as $A = \frac{3}{2} Q = 900$ Дж.

Problem 5: The diagram shows a particle moving in a circular arc between the plates of a capacitor. The radius of curvature R is found to be $R = \frac{d}{2}$. The speed V is found to be $V = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$.

Problem 6: The diagram shows a particle moving in a circular arc. The radius of curvature R is found to be $R = \frac{d}{2}$. The speed V is found to be $V = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$.



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
1 из 13

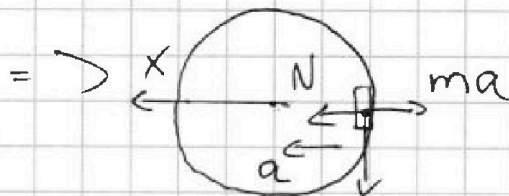
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

$$v = 80 \text{ м/с}$$

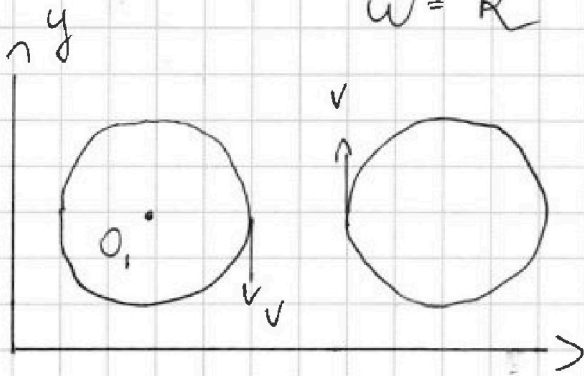
$$R = 800 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



=> т.к. самолет дв. с пост. скоростью
=> а самол. = а нормальному => $a = \frac{v^2}{R}$
=> ~~З-н на х:~~

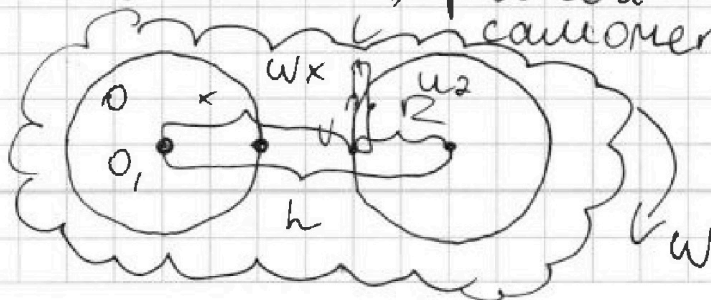
~~$N = ma \Rightarrow$ по З-н. $|N| = |P| \Rightarrow$
всё нислота $= mv^2/R \Rightarrow$ сила тяжести
равна $mg \Rightarrow$
 $\delta = \frac{mv^2/R - mg}{mg} \cdot 100\% = 20\%$
 $\omega = \frac{v}{R}$~~



=> т.к. самолет
вращ. относ
0. сиди во вращ.
со 1 самолета так,
чтобы теперь все
точки будут кроме
их собой дв. вра-
ща относ 0. с уг-
ловой скоростью ω =>

в со 1

" равной уг. скорости 1
самолета



$$x = h - R$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 13

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!

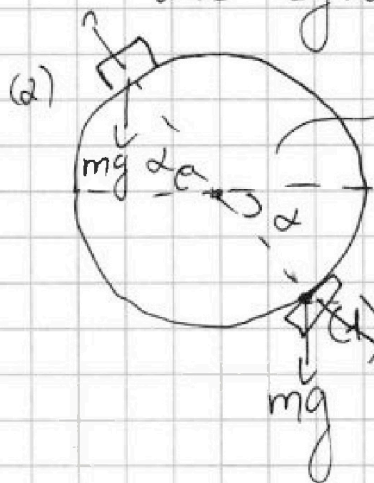
$\Rightarrow$

u_2 - скорость второго в
СО первого

$$u_2 = V + W(L-R) = \frac{V(L-R)}{V + \frac{V(L-R)}{R}} =$$

$$= \frac{VL}{R} \Rightarrow \text{и она направлена по оси } y$$

м.к. самолета летит
с одной угловой скор. и
в какой-то момент они будут
на одной прямой $\rightarrow$ наведем
на одну окр. их расц.



угол равен м.к. и рав-

$$\Rightarrow (N \sin \delta = P \cos \delta)$$

$$N \sin \delta = \sqrt{(mg)^2 + m \left(\frac{V^2}{R} \right)^2} =$$

$$= m \sqrt{g^2 + \left(\frac{V^2}{R} \right)^2} \cdot 100\%$$

$$\Rightarrow \delta = \left(\frac{m \sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}} - mg}{mg} \right) = \sqrt{1 + \frac{V^4}{R^2 g^2}} \cdot 100\% - 100\%$$

$$= (\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\% = (\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\%$$

$$\text{Ответ: } (\sqrt{1,64} - 1) \cdot 100\% = \delta$$

$$u_2 = 200 \text{ м/с} \text{ напр. по оси } y$$



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



СТРАНИЦА
13 из 13

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!

$$\frac{\partial \pi}{\partial r_2} = \frac{e_1 - e_2}{e_1 - e_2} > 0$$

$$\Rightarrow \pi = \frac{e_1}{2} + \frac{e_2}{2} = \frac{e_1 + e_2}{2}$$

т.е. их отнош. $> 0 \rightarrow$

$$e_1 = 5 \text{ и } e_2 \Rightarrow \text{если } e_2 \geq 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \pi}{\partial r_2} = \frac{5-4}{4-3} = 1$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial r_2} < 0 \Rightarrow \phi \Rightarrow e_2 = 3$$

Ответ: $A_{\text{кап}} = 200 \text{ руб}$

$$C_{\text{пу}} = 2R \approx 16,62 \text{ руб}$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial r_2} = 1$$



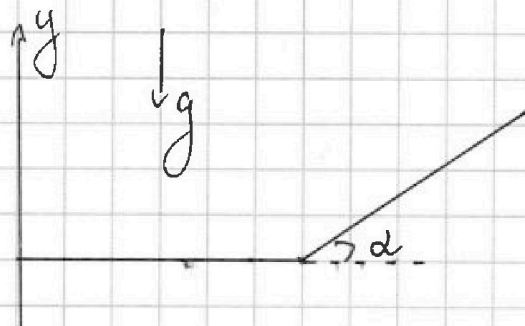
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

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



$$T = 9 \text{ с}$$

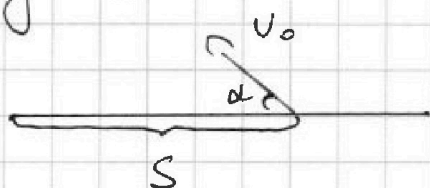
$$\alpha = 30^\circ$$

Время полета max, когда проекция скорости осколка на y max. $\Rightarrow$ осколок, который вылетел вертикально вверх будет лететь max возможное время $= T$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow \text{м.к. берет и падение оскол. см.}$$

$$v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$$

найдем max расстояние осколка упавшего на горизонт.



$$\Rightarrow S = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \cdot v_0 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha \Rightarrow \text{max если}$$

$$\sin 2\alpha = 1 \text{ м.к.}$$

$$\sin \in [-1; 1]$$

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{g}$$

max S где нарр. нр.

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



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 13

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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow S &= V_0 \cdot \cos \beta t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \\ &= \frac{2V_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4V_0^2 \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin 2\beta - \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sin \alpha \cdot 2 \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right) \Rightarrow \\ &= \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sin \beta \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha} - \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta \right) \end{aligned}$$

найдем max этой функции $\Rightarrow$

$$\left(\frac{\sin 2\beta}{2} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \sin^2 \beta \right)' = 0 \Rightarrow$$

$$\cos 2\beta \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot 2 \sin \beta \cdot \cos \beta = 0 \Rightarrow$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{ctg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha) \Rightarrow$$

$$\beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2} \text{ или } \text{погем. } \beta = 30^\circ = \alpha \Rightarrow$$

$$\cos \alpha = \cos \beta$$

$$S = \frac{2V_0^2 \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ} \cdot \cos 30^\circ - \frac{\sin 30^\circ \cdot 2V_0^2 \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ} =$$

$$= \frac{2V_0^2}{g} \cdot \left(\sin 30^\circ - \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} \right) = \frac{2V_0^2}{g} \left(\frac{1}{2} - \frac{1 \cdot 4}{8 \cdot 3} \right) =$$

$$= \frac{2V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2V_0^2}{3g} \Rightarrow S_{\max} \Rightarrow \text{шосок в гориз.}$$

заемб упадет дальше $\Rightarrow$ т.к. в рассм.

$$\max \text{ сл. с } g \text{ в } \text{сторон} \Rightarrow S_{\max} = \frac{V_0^2}{g} =$$

$$= \frac{g^2 T^2}{4g} = \frac{g T^2}{4} = 20,25 \text{ м Ответ: } V_0 = 45 \text{ м/с; } S_{\max} = 20,25 \text{ м}$$



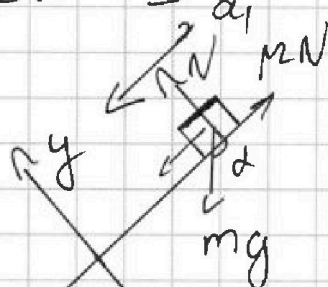
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



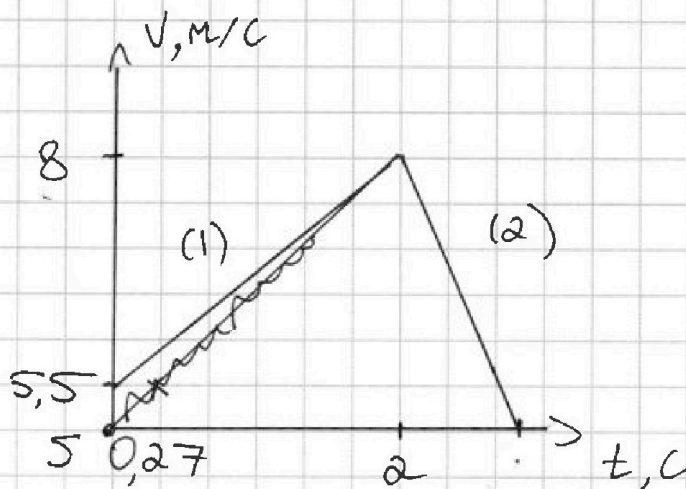
СТРАНИЦА
5 из 13

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



дв. соотв. прямой 1 на графике



т.к. на уз. 1 скорость возрастает
=> тело движется вниз с горки
т.к. горка шершавая у нее будет
какое-то μ

ИЗЗ. на y:

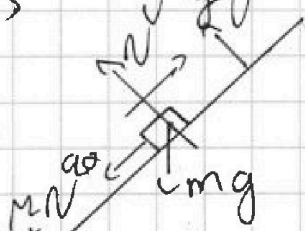
$$N - mg \cos \alpha = 0$$

ИЗЗ. на x

$$mg \sin \alpha - \mu N = +ma_1 \Rightarrow$$

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

т.к. на уз. 2 скорость падает
=> тело движется вверх по склону
=>



дв. соотв. прямой 2 на графике =>

аналог 1 $N = mg \cos \alpha$

ИЗЗ. на x:

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

$$\Rightarrow a_2 = g \sin \alpha + \cos \alpha \mu$$



1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
7 из 13

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!

$\Delta \phi_{гор} = 0$ м.к. она не вращ. $\Rightarrow$
ведь она 2 уг. эквиг.

$$3C2: 2mgh = \frac{1}{2} \omega^2 + \frac{1}{2} mV^2$$

$$= \frac{mR^2 \cdot \frac{V^2}{R^2}}{2} + mV^2 = \frac{3}{2} mV^2 \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{4}{3}gh} = V = 2 \text{ м/с}$$

равнее гор., что $V = \omega R$
 $\Rightarrow a = \frac{dV}{dt} = \frac{d\omega R}{dt} = \beta R$ в угловое ускорение

$\Rightarrow J\beta = \Sigma M \Rightarrow \Sigma M$ отн. О центра масс

$$\Sigma \vec{M} = F_{mp} R = \mu N R$$

$$h / \sin \alpha = \frac{at^2}{2} = \frac{aV^2}{a^2 \cdot 2} \Rightarrow \frac{V^2}{a \cdot 2} = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow$$

$$t = \frac{\omega}{\beta} = \frac{V}{R\beta} = \frac{V}{a} = 1 \text{ с} \quad a = \frac{V^2 \sin \alpha}{2h} = 2 \text{ м/с}^2$$

$\Rightarrow$ найдем крайний момент $\Rightarrow$

$$F_{mp} = \mu N = \mu \cdot 2mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$J\beta = 2\mu mg \cdot \cos \alpha R$$

$$\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{V}{R \cdot t} \Rightarrow \frac{\mu R^2 \cdot V}{R \cdot t} = 2\mu mg \cos \alpha R$$

$$\Rightarrow M_{min} = \frac{V \cdot 2g \cdot \cos \alpha}{\sqrt{gT}} = \frac{1}{\sqrt{gT}}$$



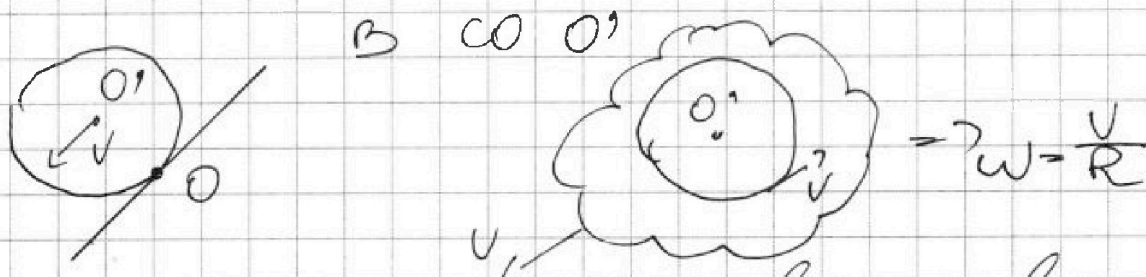
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
8 из 13

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!

поиснение:



→ не разленим дв. на дв
центра масс и вращение
дв

т.к. вода идеальна и полностью
заполняет дв → на нее действ.
только $m\vec{g}$ и N со стороны дв
→ никакой сила не раскручи-
вает воду

Ответ: $\sin \alpha = 0,3$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$a = \frac{2}{1} \text{ м/с}^2$$

$$\mu \geq \frac{1}{591}$$



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 13

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

м.к. процесс изохорический $\Rightarrow$
 $V = \text{const} \Rightarrow A_2 = 0$

И.Т.: $\left\{ \begin{array}{l} \text{в общ. потф} \\ \text{м.к. там смесь газов} \end{array} \right\} (1)$

$$Q = \Delta U + A_{газ} \Rightarrow Q = \Delta U = \frac{\nu}{2} \nu_{\text{об}} R \Delta T_1$$

ν число молей смеси $Q = \nu_{\text{об}} C_{\text{см}} \Delta T_1$

ν_k число молей кислорода

$$\nu_{\text{об}} = \nu_2 + \nu_k$$

$\Rightarrow$ в изохор. процессе $p = \text{const}$

И.Т.: (2)

$$\Delta U = \frac{\nu}{2} \nu_{\text{об}} R \Delta T_2$$

$$Q = \Delta U + A_{газ} \Rightarrow A_{газ} = Q \left(\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$\Delta U' = \frac{\Delta U}{\Delta T_1} \cdot \Delta T_2 = \frac{Q \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$U = \frac{\nu}{2} pV \Rightarrow \Delta U = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V)$$

$$(1): Q = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V) = \frac{\nu}{2} \Delta pV$$

$$(2): Q = \frac{\nu}{2} (\Delta pV + p \Delta V) + p \Delta V \Rightarrow$$

$$Q = \left(\frac{\nu}{2} + 1 \right) \cdot p \Delta V$$

З-н Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p \Delta V = \nu_{\text{об}} R \Delta T_2$$



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
12 из 13

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!

$$\Delta pV = \overset{\text{const}}{205} R \Delta T_1$$

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{i}{2} + 1}{\frac{i}{2}} \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 1 \Rightarrow$$

$$(i+2)\Delta T_2 = i\Delta T_1 \Rightarrow 2\Delta T_2 = i(\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$\Rightarrow i = \frac{2\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = 4 \Rightarrow C_{pV} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{i}{2} R =$$

$$= 2R = 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta pV + \Delta pP = 2R \Delta T$$

по Закону Дальтона $\Rightarrow$ если у нас есть смесь газов, мы можем рассмотреть её считать, что молекулы газа не действуют друг на друга

$$Q = \frac{i_2}{2} \cdot 2R \Delta T_1 + \frac{i_K}{2} \cdot 2R \Delta T_1$$

$$Q = \left(\frac{i_2}{2} + 1\right) 2R \Delta T_2 + \left(\frac{i_K}{2} + 1\right) 2R \Delta T_2$$

$$205 = \frac{Q}{2R \Delta T_1} = \frac{Q}{2R \Delta T_1}$$

$$\frac{i_2}{2} 2R + \frac{i_K}{2} 2R = \frac{i}{2} 205 \Rightarrow$$

$$i_2 2R + i_K 2R = i 205 = i \cdot (2R + 2R) \Rightarrow$$

$$(i_K - i) 2R = 2R (i - i_2) \Rightarrow$$



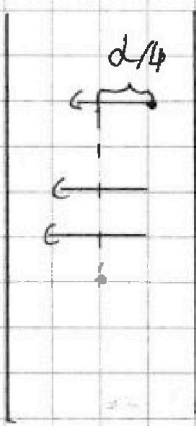
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
10 из 13

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!

$\Rightarrow$



$\Rightarrow$ под действием E
конд. $\Rightarrow$ тело сместится
на $d/4$

||
 V
на обкладки конд.
совершают над нами
работу $= \frac{d}{4} \cdot E q \Rightarrow$

ЗСД:

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{d}{4} E q \Rightarrow$$

$$V^2 = V_0^2 + \frac{d}{4} E \gamma \Rightarrow$$

Ответ: $R = \frac{V_0^2}{Q \cdot \gamma} \cdot C \cdot d$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{Qq}{4Cm}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{Q\gamma}{4C}}$$



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
9 из 13

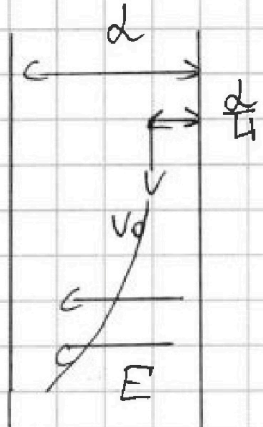
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 51

$$\gamma = \frac{q}{m} > 0 \rightarrow q > 0$$

т.е. притягив. малю

заряд будет притягив. к положит. пластине



по опр. $\frac{q}{\Delta y} = C$

Δy разность потенциалов между обкладками

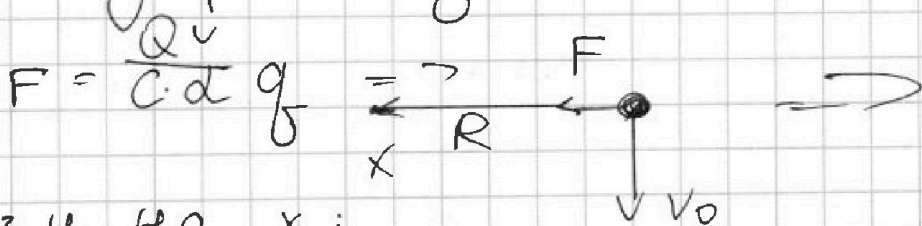
$$\Delta y = \frac{Q}{C} \Rightarrow$$

$$dy = -E dx \text{ если } \vec{E} \text{ напр. } \vec{E} \Rightarrow$$

внутр. конденс. постоянное

$$E = \frac{\Delta y}{d} = \frac{Q}{C \cdot d} \Rightarrow$$

F действ. на заряд со стороны обкладок $= E \cdot q$ заряд со стороны



И з.и. на x:

$$\begin{aligned} \frac{v_0^2}{R} \cdot m &= F \Rightarrow R = \frac{v_0^2 m}{Q q} \cdot C \cdot d = \\ &= \frac{v_0^2}{Q \cdot \gamma} \cdot C \cdot d \end{aligned}$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 6 из 13

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!

$\Rightarrow$ т.к. $a = \frac{dv}{dt}$ и наш график $v(t)$ — прямая $\rightarrow$ коэф. наклона = a для данного гв.

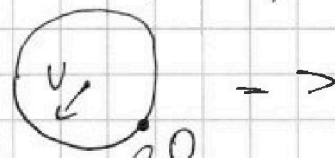
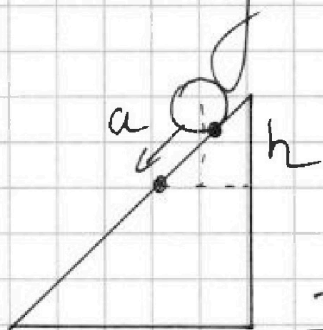
$$|a_1| = |k_1| = \frac{(8-6) \frac{m}{c}}{(2-1)c} = 2 \frac{m}{c^2} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{91}}{10}$$

$$|a_2| = |k_2| = \frac{(8-6) \frac{m}{c}}{(2,5-2)} = 4 \frac{m}{c^2} \quad \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ из формулы $(a_1 + a_2) = 2g \sin \alpha \Rightarrow$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0,3 \Rightarrow \mu = \frac{a_2 - a_1}{2 \cos \alpha}$$

v — скорость центра



т.к. точка вращ. у нее будет не вращ. гв.

$\Rightarrow$ по th. Кеннинга:

$$E_k = E_{k_{\text{цм}}} + E_{\text{рот}} \Rightarrow \text{они все вращ}$$

в со ц.м.

$$\omega = \frac{v}{R}$$



$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$J = \sum \Delta m r_i^2 = mR^2$$

$$= mR^2 + mR^2 + mR^2$$

$$\Rightarrow J_{\text{об}} = J_{\text{точки}} + J_{\text{вот}} \Rightarrow J_{\text{точки}} = mR^2$$



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
☐

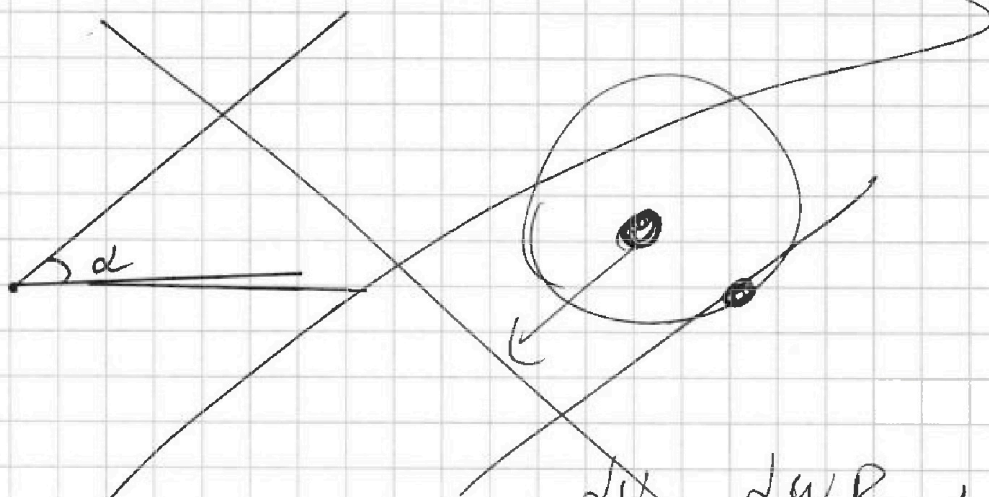
6
☐

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!

Задача 3



$$\frac{dV}{dt} = \frac{dWR}{dt} = \beta R$$

$$J_p = \Sigma M$$



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

☐☐☐☐☐☐☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow J_{\text{бoлa}} &= \int \Delta m R'^2 = \int 2\pi R' \Delta R' \cdot \frac{m}{\pi R^2} \cdot R'^2 \\ &= \frac{m}{R^2} \cdot 2 \int_0^R R'^3 dR' = \frac{2m}{R^2} \left[\frac{R'^4}{4} \right]_0^R = \frac{mR^2}{2} \\ \Rightarrow E_k &= \frac{2mV^2}{2} + \frac{\frac{3}{2}mR^2 \cdot \frac{V^2}{R^2}}{2} = \\ &= mV^2 + \frac{3}{4}mV^2 = \frac{7}{4}mV^2 \Rightarrow \\ 3C\alpha: mgh &= \frac{7}{4}mV^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{4gh}{7}} \end{aligned}$$



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!

