



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

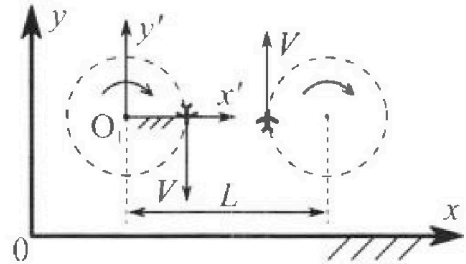
Вариант 10-01

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.

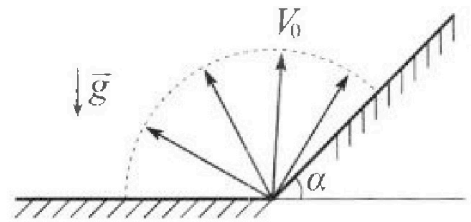
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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

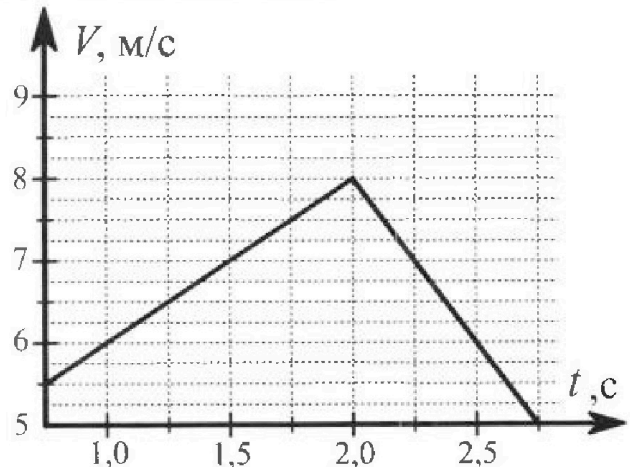
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



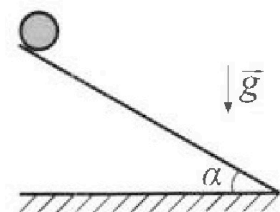
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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

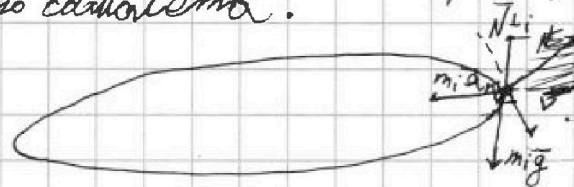
СТРАНИЦА
4 ИЗ 5

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

№1

Пусть m_1 - масса 1-го самолета, m_2 - масса 2-го.

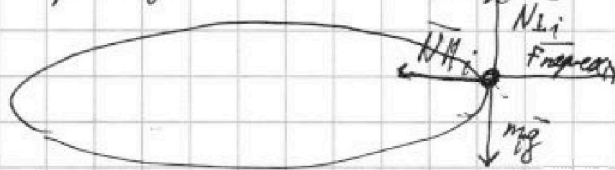
$\vec{P}_i = -\vec{N}_i$ где \vec{N}_i - ^{сила} нормальная r -ой опоры ^{действ.} действующая на пилота i -ого самолета. P_i - вес пилота i -ого самолета. a_{ni} - центростремительное ускорение i -ого самолета.



$N_{\perp i}$ - составляющая силы нормальной реакции опоры действующая на пилотов i -ого самолета напр. вдоль вертикальной оси (OZ).

Тупежем в МКСО пилотов

$\vec{F}_{\text{перех } i} = m_i \vec{a}_{ni}$ $F_{\text{перех } i}$ - сила возмущения в связи с переходом в МКСО ^{действ.} действующая на пилота i самолета



$N_{\parallel i}$ - вторая часть силы нормальной реакции опоры, действ. на пилота i самолета

$$N_{\perp i} + N_{\parallel i} = \vec{N}_i \Rightarrow \delta_i = \left(\frac{N_i}{m_i g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

3-ий закон Ньютона: $N_{\perp i} = m_i g$
 $N_{\parallel i} = F_{\text{перех } i}$

$$= \sqrt{F_{\text{перех } i}^2 + (m_i g)^2}$$

$$N = \sqrt{N_{\perp i}^2 + N_{\parallel i}^2} =$$

см. стр. сторону



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 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!

N1 (продолжение)

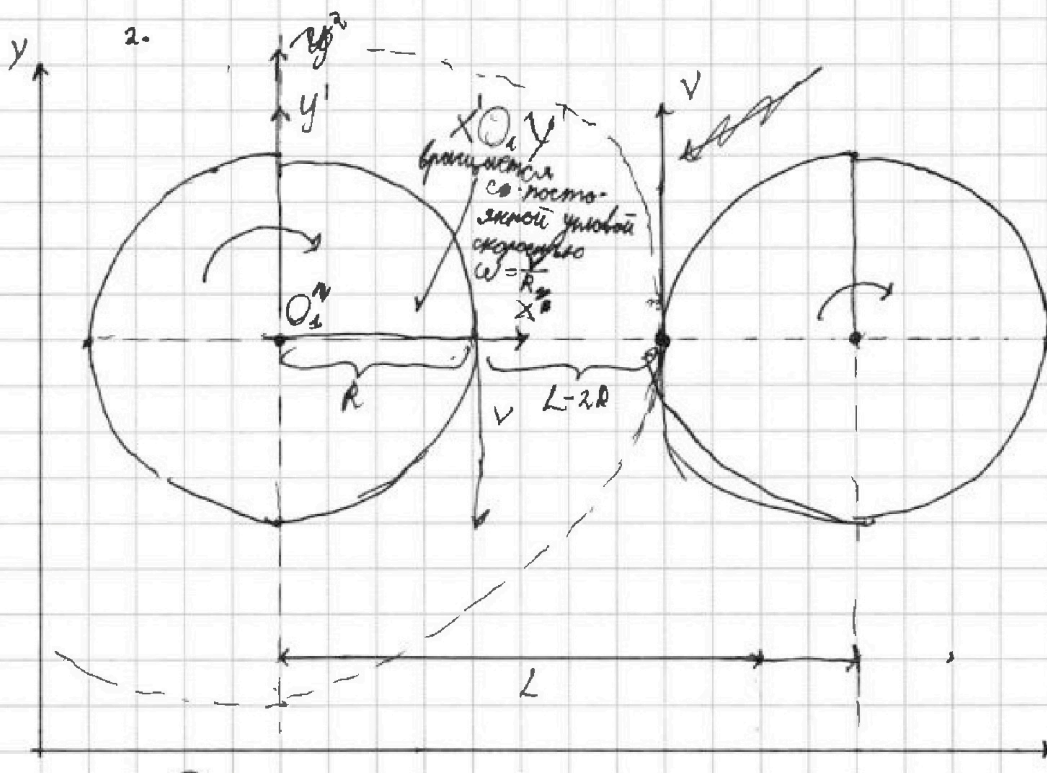
$$\delta = \left(\frac{\sqrt{a_{ni}^2 + g^2}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$a_{ni} = \frac{V^2}{R} = 8 \text{ м/с}^2 \rightarrow$$

$$\delta = \left(\frac{\sqrt{100 \text{ м/с}^2 + 64 \text{ м/с}^2}}{10 \text{ м/с}^2} - 1 \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(\frac{2\sqrt{41}}{10} - 1 \right) \cdot 100\% = 20\sqrt{41}\% - 100\%$$

$$\delta_{\text{ответ}} = (20\sqrt{41}\% - 100\%)$$



О1 - фиксированная, фиксирована. Рассм. кр-сть с ц. в О2
содерж. 2-ой самолет. В рассм. самолет. Времем 2-ой само-
лет движется вдоль этой кр-ти, его угловая скорость $\omega_2 = \frac{V}{L-R}$
(см продолжение) а ω_1 - самолет движется по-



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!

тив часовой стрелой ω (прокручение 2)

Перейдем в СО $X'O_1Y'$ ω' - угловая скорость

второго самолета в данной СО $\omega' = \omega_2 + \omega$

$$u = \omega'(L-R)$$

$$u = (L-R) \left(\frac{v}{L-R} + \frac{v}{R} \right) = v + \frac{v \cdot (L-R)}{R} =$$
$$= 80 \text{ м/с} + 80 \text{ м/с} \cdot \frac{(1200 \text{ м})}{800 \text{ м}} = 200 \text{ м/с}$$

Ответ: 200 м/с , ~~против часовой стрелки~~

вверх (~~т.е. ω ~~направлен~~ против часовой~~), $\delta = 20741\% - 100\%$



1 2 3 4 5 6 7

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. t - время

1

Завис. два полураствора a и b : β - коэффициент

склон. a - не отв. склон. Заметим что β - коэффициент
склонов a и b ~~были бы~~ симметричны, но склон a "отсекает"
часть траектории. \Rightarrow склоны a и b
полет которого законен $T = a$

Заметим что β - скорости
поворачиваются от времени
для склонов a



$V_y(t) = V_0 \sin \beta - gt$ β - вершина параболы $V_y = 0$ \Rightarrow
 $t_{\text{время}} = \frac{V_0 \sin \beta}{g}$ β - β - коэффициент
ускорения (зависит) β - β - коэффициент
равно:

угол β который
становится
вектор скорости

время, за которое
склон a β β - коэффициент
параболы

$$t_{\text{полета}} = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g} \leq \frac{2 V_0}{g} \text{ (при } \beta = 90^\circ)$$

$$\beta = 90^\circ \quad T = \frac{2 V_0}{g} \quad V_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $V_0 = 45 \text{ м/с}$.

См. обор.



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 2

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

рассчитаем ^{осколка} ~~зав-сть~~ высоту над склоном (от точки где находится осколок до точки склона ровно над осколком h)
 $t = \dots$

$$h(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = \dots \cdot t g \alpha$$

↑
 \cdot ~~фрагмент~~ ^{фрагмент} ~~осколка~~ ^{расстояние} ~~на горизонт.~~ ^{наб-сть}

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t$$

\hookrightarrow момент падения осколка $h=0$,

$$V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0 \quad t \neq 0 \quad \& \text{ тогда } V_0 \cos \alpha t = 0$$

$$\frac{gt}{2} = V_0 \sin \alpha - V_0 \cos \alpha t g \alpha$$

$$t = \frac{2}{g} (V_0 \sin \alpha - V_0 \cos \alpha t g \alpha)$$

~~и приравняем к 0~~ $\frac{V_0 \cos \alpha t}{\cos \alpha}$ ~~и приравняем к 0~~ $\frac{V_0 \cos \alpha t}{\cos \alpha} = \dots$ ^{const}

и приравняем к 0 $S = t \cdot \frac{V_0 \cos \alpha}{\cos \alpha}$

$$\sin \alpha t g \alpha = -\cos \alpha$$

$$S = \frac{2 V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\cos \alpha \sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{3}} \right)$$

максимизируем S \Rightarrow $\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

приравняем к 0 $1 - \sin^2 \alpha$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = -\frac{1}{\sqrt{3}} \sin \alpha \quad \sin^2 \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \alpha = 0,5$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{2}{3}} \quad \sin \alpha > 0 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\alpha = 60^\circ \Rightarrow S = \frac{2 V_0^2}{g \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) = \frac{2 V_0^2}{8\sqrt{3}}$$

$\Rightarrow 135 \text{ м}$ Ответ: $S = 135 \text{ м}$, $V_0 = 45 \text{ м/с}$

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
1 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!

N3

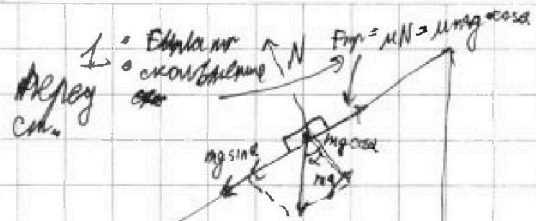
m - масса шайбы.
 μ - к.тр скольжения
 m - см.

$L = 20$ м ширина столкновения

a_1 - ускор шайбы на 1 участке

a_2 - ускор шайбы на 2 участке

N - сила реакции опоры



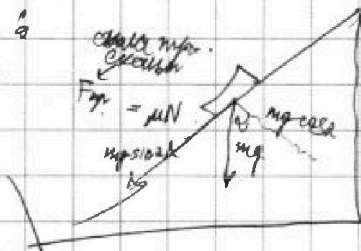
a_1, a_2 коэф. качл. пружинной системы

1 и 2 соотв

$$\Rightarrow a_1 = 1,25 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = -\frac{-3}{0,75} \text{ м/с}^2 = -4 \text{ м/с}^2$$

вспомогательные
после столкн



II. 3-мк Ньютона

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

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

$$m(a_1 - a_2) = 2\mu mg \sin \alpha$$

$$5,25 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ м/с}^2 \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,2625$$

$$\text{Отвем: } \sin \alpha = 0,2625$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

N_3

2.

момент инерции

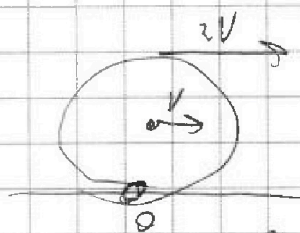
Посчитаем J бочки с высотой от центра осм
м-масса бочки

$$J = MR^2_{\text{диска}} + \frac{MR^2}{2} = \frac{3}{2} MR^2$$

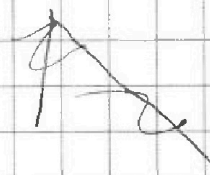
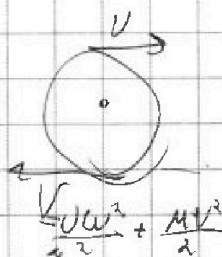
↓
для бочки

Прокатывания нет \Rightarrow угл. ск. бочки $= \frac{v}{R}$

в момент когда бочка движется со скоростью v .



в со-ц



$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{k2}$$

высота
O с высотой
бочки по верши-
нам и в бочке
второй момент

E_{k1} и E_{p1} - кин. и
потенц. М-м
бочки в ради-
альном м-те бр.

$$Mgh = \frac{3}{2} \frac{MR^2 v^2}{2R^2} + \frac{Mv^2}{2} = \frac{5}{4} Mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{4}{5} gh} = 2\sqrt{\frac{3}{5}} \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 2\sqrt{\frac{3}{5}} \text{ м/с}$



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.

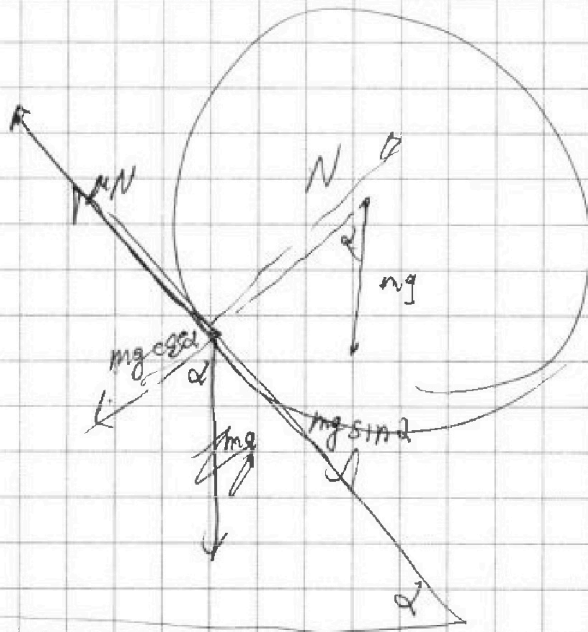
- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

N3

3.



||

$$N = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = mg \cdot 0$$

$$\Rightarrow \alpha = \text{const}$$



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 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!

N4

$$\begin{array}{r} 1200 \text{ Дж} \\ - 100 \text{ Дж} \\ \hline 1100 \text{ Дж} \end{array}$$

i_{He}, i_{O_2} - степени свободы атомов He и mol-и кислорода

соотв - $i_{He} = 3, i_{O_2} = 5$. V_1, V_2 - кол-во в-ва He и O_2 соотв
P-изнач. смеси. V_{mix} - кол-во в-ва смеси газоб
 T_0 - изначальная температура смеси. C_1, C_2 - молярные

теплоемкости He, O_2 и их смеси. k - индекс указывающий

на степень свободы выкладок для любого из данных газов или их смеси.

T_0 - ΔU или вл. энергии газа индексом: He, O_2 , смесь - соответственно He, O_2 и их смеси предст. в газом. i_k индекс указывает на эти выкладки в м. газа. \rightarrow кол-во пр-сов

ЗСЭ: $Q_k = \Delta U_k + A_k$ $U_{р.соот.}$ $P_k V_k = \nu_k R T_k$

З-Н Дальтона: $P_{смеси} = P_{He} + P_{O_2}$
давл смеси давл He давл O_2

$$U_k = \frac{i_k}{2} P_k V_k \Rightarrow \Delta U = \frac{i_k}{2} \cdot \nu_k R_k T_k$$

$$\Delta U_{He} + \Delta U_{O_2} \quad \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \frac{N_{He}}{N_{O_2}}$$

$$Q = A + \Delta U$$

Изопр: $Q = A_{изпр} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} P_{const} d(PV) = P_{\Delta} V = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R_{\Delta} T_{\Delta}$

$$Q = A + \frac{5}{2} \nu_{O_2} P_{\Delta} V \quad d(PV) = V_{\Delta} P = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R_{\Delta} T_{\Delta}$$

$$P_{\Delta} V = \nu_{O_2} R_{\Delta} T_{\Delta}$$

$$A = P_{\Delta} V \quad Q = \left(1 + \frac{5}{2}\right) P_{\Delta} V \quad Q = \frac{7}{2} A$$

$$A = \frac{1200 \text{ Дж}}{7} = 171 \text{ Дж} + \frac{3}{4} \text{ Дж} \quad \text{Ответ: } A = 171 \text{ Дж} + \frac{3}{4} \text{ Дж}$$

(см продолж.)



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 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!

№4 (продолжение)

2.

$$Q = C_V \cdot \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$Q = C_V \Delta T_1 = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_1$$

$$\frac{C_V}{\nu} = \frac{i}{2} R$$

|| $C_{\mu V}$

См. задачу

1. определим среднее значение энергии свободы молекул + атомов в смысле теор. $C_{\mu V} \nu \Delta T_1 = \frac{d(PV)}{dR} \cdot \nu$

$$C_{\mu V} = A + \frac{i}{2} d(PV)$$

|| $P dV$

$$C_{\mu V} = \frac{P dV \cdot R}{d(PV)} + \frac{i}{2} R = \frac{i}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{V dP}{P dV}}$$

изобр: $\frac{V dP}{P dV} = 0$

$$d(PV) = V dP + P dV + (dV) \cdot (dP)$$

$$\Rightarrow C_{\mu V} = \frac{i}{2} R \quad C_{\mu P} = \frac{i+2}{2} R$$

пропорционально числу степеней свободы

изобр $R \frac{i}{2} = \frac{C_V}{\nu} = C_{\mu V} \quad \nu = \frac{C_V}{R \cdot \frac{i}{2}}$

изобр $Q = \nu C_{\mu P} \Delta T_1 = \underbrace{\nu R}_{A} \Delta T_1 + \frac{i}{2} \nu R \Delta T_1$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \nu \cdot (C_{\mu V} + R)$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \left(C_V + R \cdot \frac{C_V}{R \cdot \frac{i}{2}} \right)$$

$$60 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} + \frac{40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 2}{i} \Rightarrow i = 4$$

$$\Rightarrow \text{изобр: } Q = \underbrace{\nu R}_{A} + \frac{i}{2} \nu R = 3 \nu R$$

$$Q = 3A$$

$$A = 200 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 200 \text{ Дж}$, $C_V = 40 \text{ Дж/К}$ см. продолжение



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!

N 4 (продолж 2)

3.

Из равенства кин. энергий по ст. до-звуку и формулы кин. энергии на ст. звука следует:

$$i = \frac{i_{01} \cdot v_1 + i_{02} \cdot v_2}{v_1 + v_2} = \frac{i_{01} \cdot v_1 + i_{02} \cdot v_2 \cdot i_{01}}{v_1 + v_2}$$

$$i_{01} = 3 \quad i_{02} = 5$$

$$4 = \frac{3v_1 + 5v_2}{v_1 + v_2}$$

$$4v_1 + 4v_2 = 3v_1 + 5v_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{N_2}{N_1} = 1$$

$$\text{Ответ: } \frac{N_1}{N_2} = 1, \quad C_1 = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \quad A = 200 \text{ Дж}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

N 5

$\frac{Q}{\Delta \varphi} = C$
разность потенциалов между обкладками. Выяснить

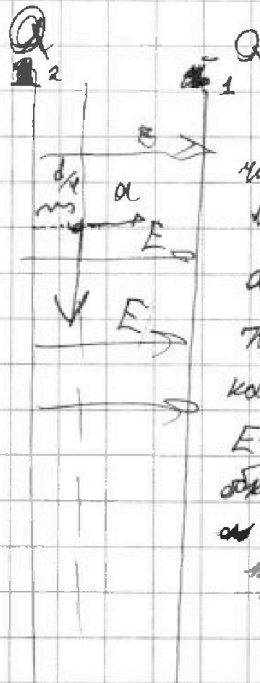
$$E \cdot d = ma$$

$$a = E \cdot \gamma \quad \Delta \varphi = Ed$$

~~разность потенциалов между обкладками~~

$$\Delta \varphi = \frac{Q}{C}$$

$$a = \frac{Q}{Cd} \gamma$$



a — ускорение частицы в данный момент времени.

$a \perp v_0$ м.к.

Полная напря. \perp обкладкам.

E -напр. поле между обкладками

$E = \text{const}$

радиус кривизны

$$R = \frac{v_0^2}{a_n} = \frac{v_0^2 \cdot cd}{Q \gamma}$$

центрострем. ускор.

$$\text{Ответ: } R = \frac{v_0^2 \cdot cd}{Q \gamma}$$



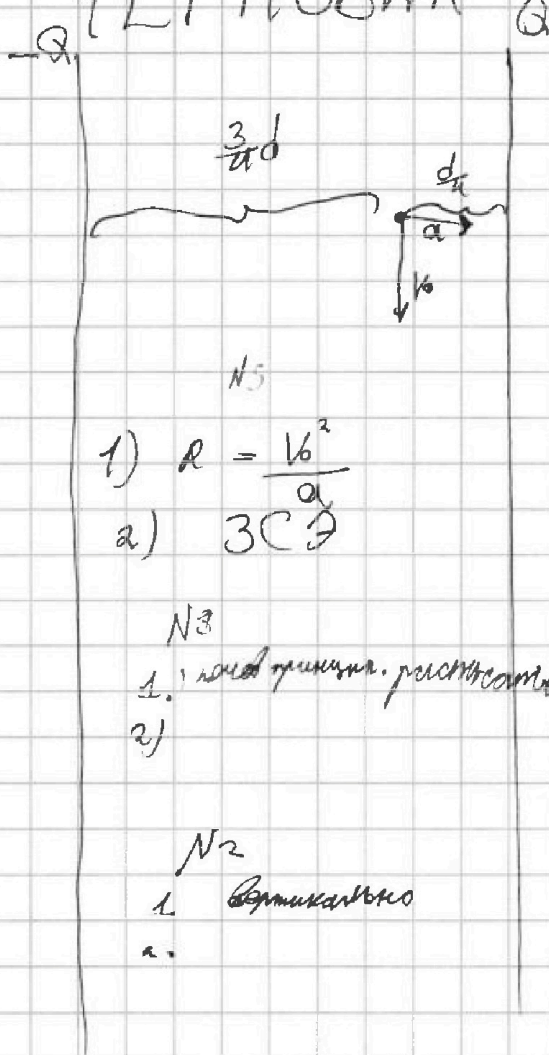
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

ЧЕРМОВИК



$$\sin \alpha + \cos \alpha$$

$$\sin \alpha - \cos \alpha = 0$$

$$\sin \alpha - \cos \alpha = d$$

$$-2 \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha - \sin \alpha$$

$$\cos \beta - \frac{\sin \beta}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\cos \beta}{\sqrt{3}} - \frac{\sin \beta}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\cos \beta}{\sqrt{3}} - \frac{\sin \beta}{\sqrt{3}} = 0$$

$$-\sin \beta \cdot \sin \beta = \frac{\cos \beta}{\sqrt{3}}$$

$$\cos \beta + \frac{\sin \beta}{\sqrt{3}} = 0$$

$$\cos \beta = \sin \beta \sqrt{3}$$

$$\cos \rightarrow -\sin$$

$$\sin \rightarrow \cos$$

$$2 \sin \alpha - \cos \alpha =$$

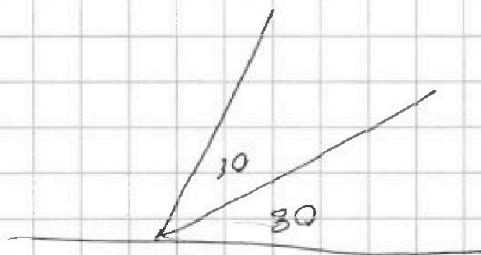
$$\sin \alpha + 2 \cos \alpha = 0$$

$$-\sin \alpha - 2 \cos \alpha = 0$$

$$\sin \alpha - \cos \beta =$$

$$+\sin \alpha$$

$$2 \sin \alpha = 0$$



$$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{3}} + \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$\frac{V_0 \cos \beta}{\cos \alpha} - \frac{2}{\sqrt{3}} (\cos \beta - \frac{V_0 \cos \beta \tan \alpha}{\sin \alpha}) - \cos \beta - \frac{\sin \beta}{\sqrt{3}} = 0$$



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
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!

$$\cos \beta \sin \alpha + \cos \beta \sin \alpha - \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \beta = 0$$

$$\underbrace{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}_{1 - \sin^2 \alpha} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \sin \alpha$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$2 \sin^2 \alpha + \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \alpha - 0,5 = 0$$

~~arctg~~ $\left(\frac{d}{2\sqrt{3}}\right)$



$$\frac{\sqrt{2} + \sqrt{3} \cos \alpha}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{+\frac{2}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{1}{3} + 8}}{4}$$

$$\frac{+\frac{1}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{1}{3} + 2}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{4\pi}{6}$$

$$\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha$$

$$\varphi = \frac{1}{4} \arccos \left(-\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{3}{4} d\right) \right) = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} - \frac{\left(\frac{1}{4\sqrt{3}}\right)}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$$

$$= 0$$

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{12} = \frac{6}{12} - \frac{2}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{45 \cdot 45}{70 \cdot 3}$$

$$3 \cdot 45$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

Черновик

$$5,25 \cdot 2 = 10,5 + 12,5 = 23,5$$

$$\frac{M a^2}{2} + M R^2$$



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

