



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

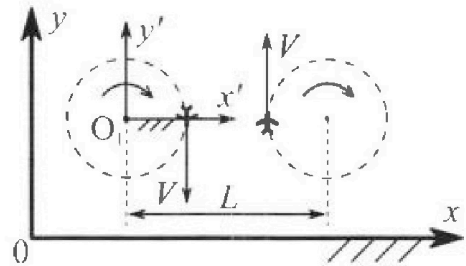
## Вариант 10-01

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/с<sup>2</sup>.

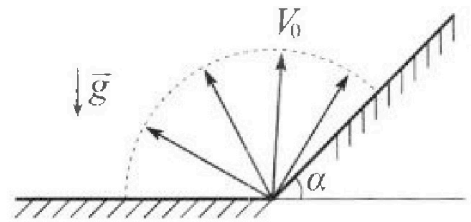
1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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  $\vec{U}$ .

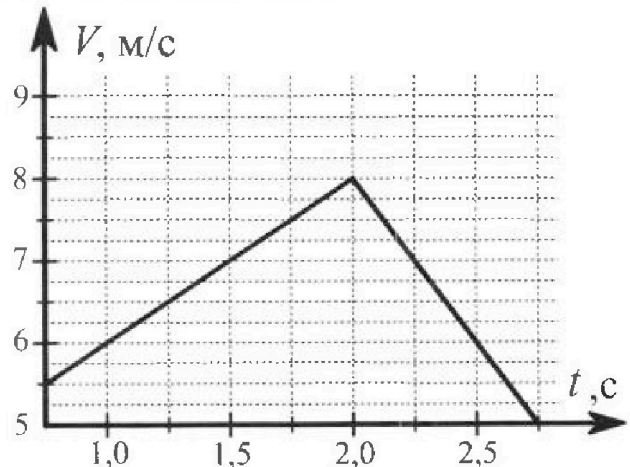
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9$  с. Ускорение свободного падения  $g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



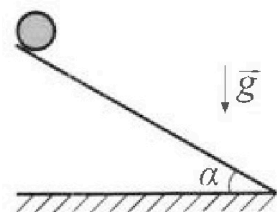
1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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  $\mu$  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  $t$  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

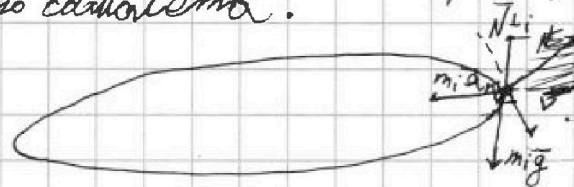
СТРАНИЦА  
4 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком 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.

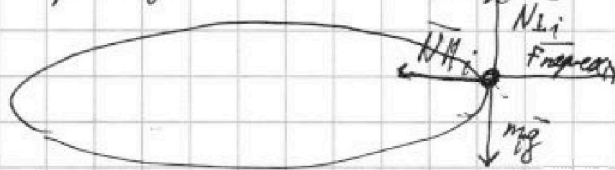
$\vec{P}_i = -\vec{N}_i$  где  $\vec{N}_i$  - сила нормальной реакции опоры действующая на пилота  $i$ -ого самолета.  $P_i$  - вес пилота  $i$ -ого самолета.  $a_{ni}$  - центростремительное ускорение  $i$ -ого самолета.



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

Тупежем в МКСО пилотов

сила в связи с переходом в МКСО действует на пилота  $i$  самолета  $F_{перех i} = m_i a_{ni}$   $F_{перех i}$  - сила возмущения



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

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

II 3-ий закон Ньютона:  $N_{\perp i} = mg$   
 $N_{\parallel i} = F_{перех i}$

$$= \sqrt{F_{перех i}^2 + (mg)^2}$$

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

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)

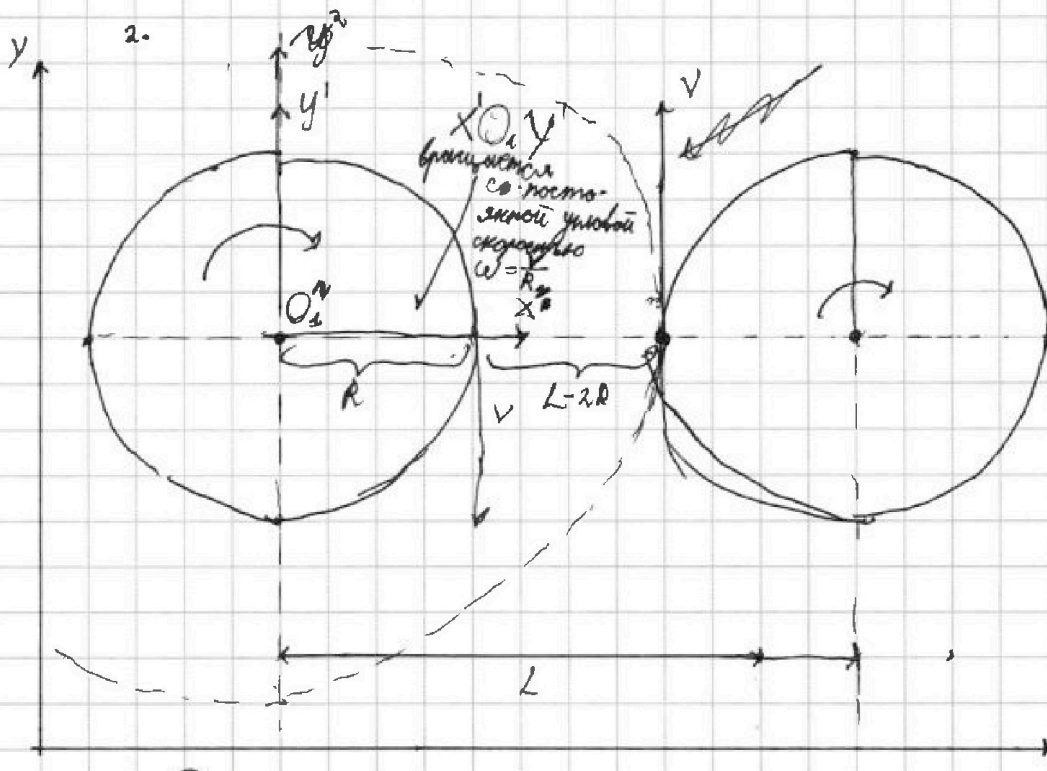
$$\delta = \left( \frac{\sqrt{a_{ni}^2 + g^2}}{g} - 1 \right) \cdot 100\%$$

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

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

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

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



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  $\omega_1$  — рассм. Заметим что 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  $\omega$  (прокручение 2)

Перейдем в СО  $X'O_1Y'$   $\omega'$  - 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:  $200 \text{ м/с}$ , ~~против часовой стрелки~~

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





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 <sup>осколка</sup> ~~зав-сть~~ высоту над склоном (от точки где находится осколок до точки склона ровно над осколком  $h$ )  
 $t = \dots$

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

$\uparrow$   
 время прользла  
 произведено осколком расстояние  
 над горизонт.  $h$ -ств

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

в момент падения осколка  $h=0$ ,

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

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

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

~~$S = V_0 \cos \alpha t$~~  ~~время произведено~~  ~~$V_0 \cos \alpha g \alpha$~~  <sup>const</sup>

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

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

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

максимизируем  $S$  в  $\alpha$  произв и

приравняем к 0

$$1 - \sin^2 \alpha$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{4}{3}}$$

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

$$\alpha = 60^\circ$$

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

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

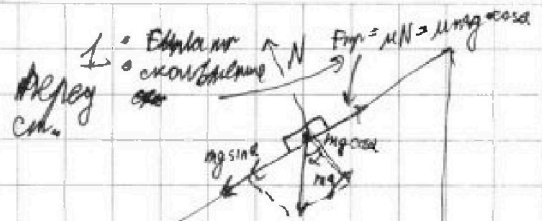
$m$  - масса шайбы.  
 $\mu$  - к.тр скольжения  
 $m$  - см.

$L = 20$  м ширина столкновения

$a_1$  - ускор шайбы на 1 участке

$a_2$  - ускор шайбы на 2 участке

$N$  - сила реакции опоры



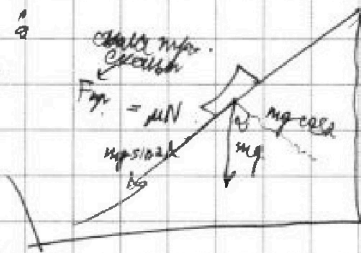
$a_1, a_2$  - ускор. накл. поверхности участка 1 и 2 соотв

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 2 а после столкновения



II. 3-мя ньютонами

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

$$-m a_2 = \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

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

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

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

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





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

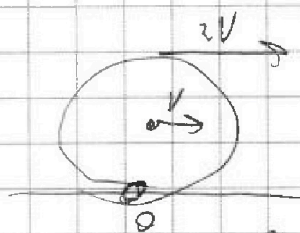
Посчитаем  $J$  бочки с высотой от центра осм  
м-масса бочки

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

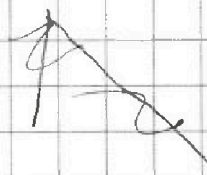
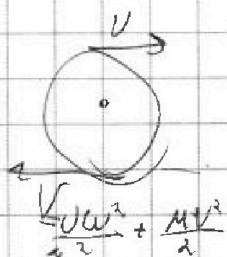
↓  
для бочки

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

в момент когда бочка движется со скоростью  $v$ .



в со-ц



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

считаем  
O с высотой  
бочки по верши-  
нам и бочки  
второй момент

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

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

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

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.



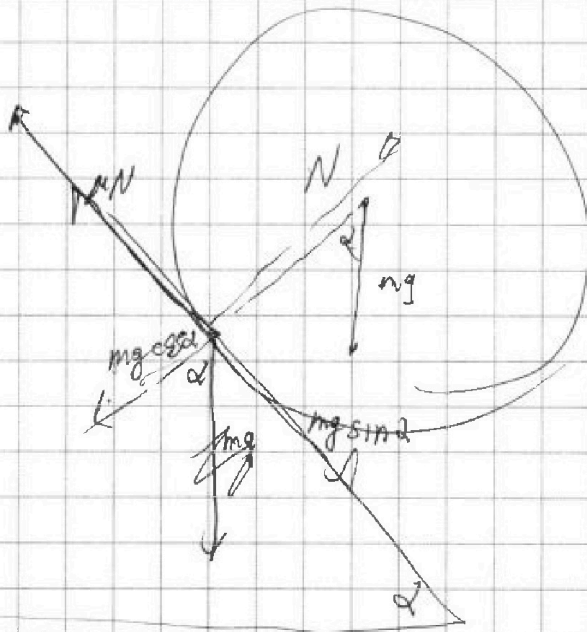
- 1  2  3  4  5  6  7

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.

$T_0$  -  $\Delta U$  или вл. энергии газа индексом: He,  $O_2$ , смесь - соответственно He,  $O_2$  и их смеси предст. в газом.  $k$  - индекс указывает на ст. свободы в т. газа.  $\rightarrow$  кол-во ст. свободы

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

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

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

$$\Delta U_{He} + \Delta U_{O_2}$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \frac{N_{He}}{N_{O_2}}$$

$$Q = A + \Delta U$$

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

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

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

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

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

(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.  $C_{\mu V} \nu \Delta T_1 = \frac{d(PV)}{dR} \cdot \nu$

$$A Q = A + \frac{i}{2} d(PV)$$

||  $P dV$

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

изобр:  $\frac{dP}{P} = \frac{dV}{V}$

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow \text{изобр: } Q = P_1 \Delta V + \frac{i}{2} P_1 \Delta V = 3 P_1 \Delta V$$

$$Q = 3A$$

$$A = 200 \text{ Дж}$$

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- бодн и формулы кин. энергии на ст. свободы следует:

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

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

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

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

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



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. Высота

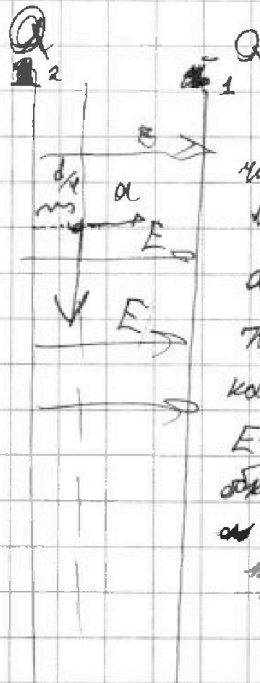
$$E \cdot d = m \cdot a$$

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

~~разность потенциалов между обкладками~~

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

$$a = \frac{Q}{C \cdot d} \cdot \gamma$$



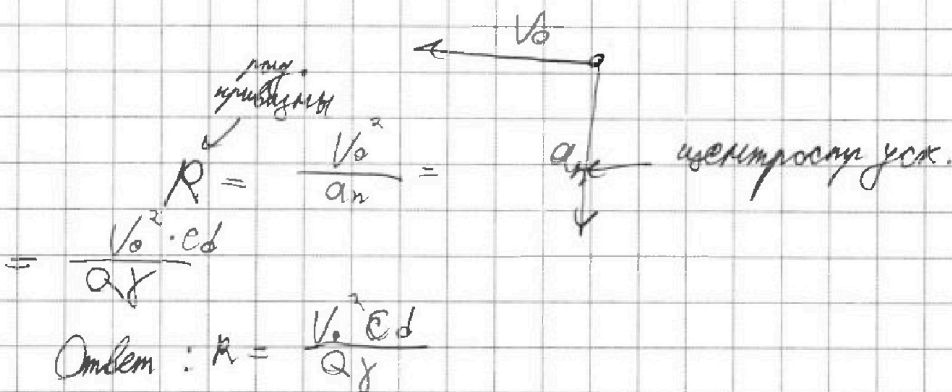
$a$  ускорение частицы в данный момент времени.

$a \perp v_0$  м.к.

Полная напря.  $\perp$  обкладкам.

$E$ -напр. поле между обкладками

$E = \text{const}$





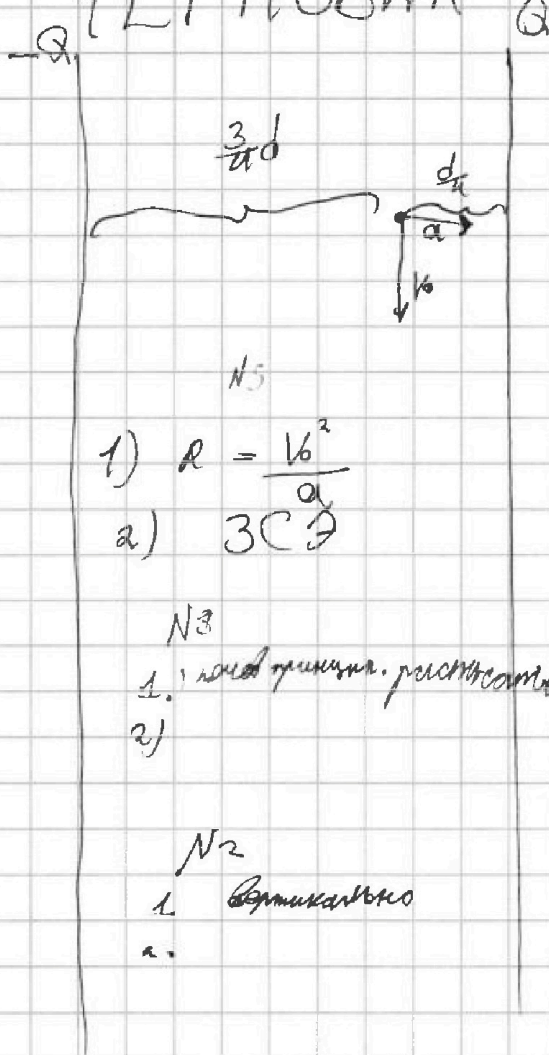
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

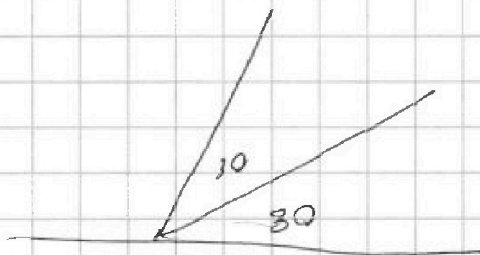
ЧЕРМОВИК



N5  
1)  $R = \frac{V_0^2}{\sigma}$   
2) ЗСЭ

N3  
1. *неоднородная распределенность*  
2)

N2  
1. *Вспомогательно*  
2.



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

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

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

$$-\cos \alpha = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\cos \rightarrow -\sin$$

$$\sin \rightarrow \cos$$

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

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

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

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

$$+\sin \alpha$$

$$2 \sin \alpha = 0$$

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

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



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



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

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

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

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

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

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

$$= 0$$

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{12} = \frac{1}{12} - \frac{2}{12} = -\frac{1}{12}$$

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

$$3 \cdot 45$$





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

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!

