



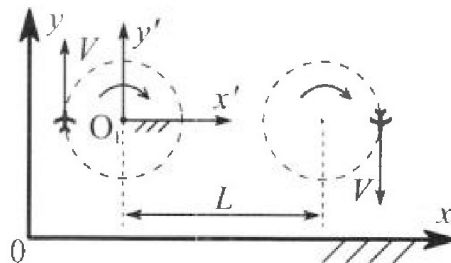
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

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 $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R = 500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

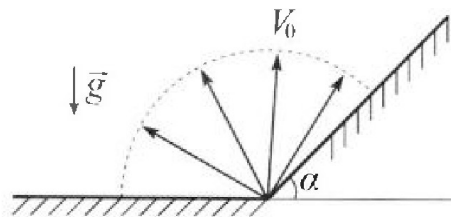


1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,25$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рис.

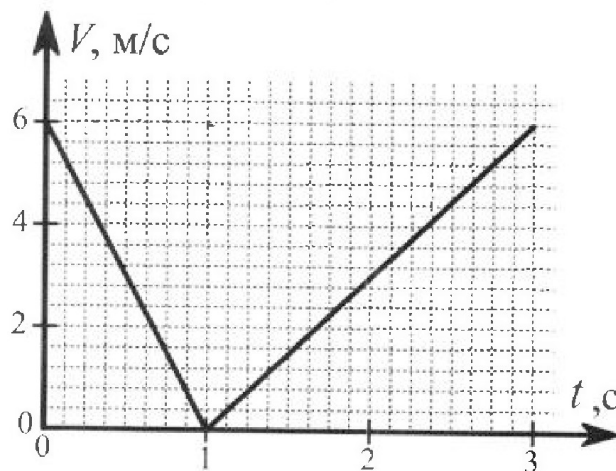
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5$ с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

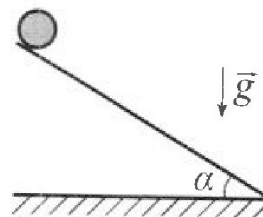
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 в $n = 4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 1,5$ 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 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m — масса частицы.

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?



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 ИЗ 10

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

гориз. н-мь

$$v_1 = v_2 = v = 100 \text{ м/с}$$

$$R_1 = R_2 = R = 500 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

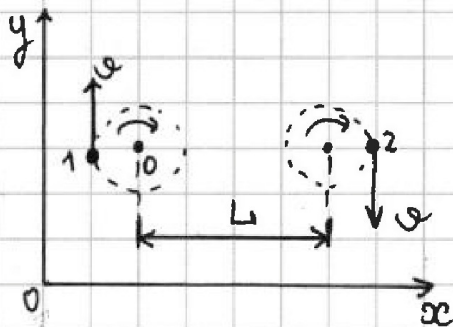
N-сила, с кот. действует

$$1) \frac{N}{mg} = ?$$

$$L = 1,25 \cdot 10^3 \text{ м}$$

2) скорость в

с самолёта 1 = ?



1) Сила, с которой лётчик действует на кресло складывается из гориз. и верт. составляющих.

По 2 зн можем пометить, что гориз. составляющая (к ~~кратчайшему~~ центру окр-ти) это

$$N_1 = m \frac{v^2}{R}, \text{ а также}$$

вертикальная, удерживающая пилота от падения в поле тяжести Земли:

$$N_2 = mg.$$

По Т. Пифагора



$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} =$$

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

$$\frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{v^4 + g^2 R^2}}{gR} = \frac{\sqrt{10000(10000 + 25)}}{10 \cdot 500} = \frac{\sqrt{10025}}{50} \approx \frac{100}{50} = 2$$

2) Так как $v_1 = v_2$ и $R_1 = R_2$, то $\omega_1 = \omega_2$.

Если мы перейдём во вращающуюся с 1-го самолёта, то второй самолёт будет лететь прямолинейно. По закону сложения скоростей: $\vec{v}_{2 \text{ от } 1} = \vec{v}_2 - \vec{v}_{\text{от } 1}$

$v_{2 \text{ от } 1} = 2v$. (напр. ~~по касат.~~) по касовой стремке $\vec{v}_1$ $\vec{v}_2$ $\vec{v}_{2 \text{ от } 1}$

Ответ: 1) $\frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{v^4 + g^2 R^2}}{gR} \approx 2$; 2) $u = 2v = 200 \text{ м/с}$ по кас. стр.

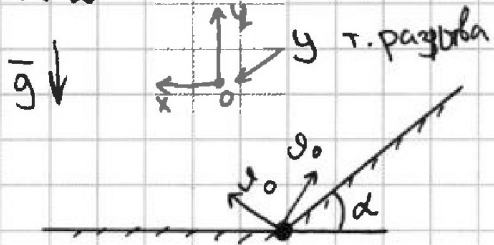


1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
8 ИЗ 10

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



1) где осколков, летевших на horiz. поверхн.

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt \\ x = v_0 \cos \alpha t \\ y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$T = 5c$
 $S = 100m$

1) $v_0 = ?$
2) $\alpha = ?$

В момент падения $y = 0 \Rightarrow (v_0 \sin \alpha = \frac{gt^2}{2})$

$\Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow$ подставим в x :

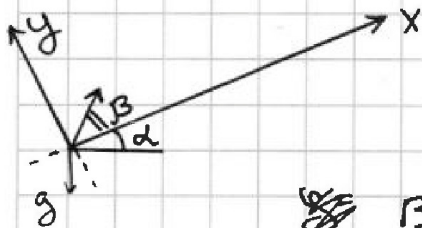
$$x = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

мо $\sin 2\alpha \rightarrow 1$. Получается, что $\alpha = 45^\circ$.

Тогда $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha} = \frac{gt}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} m/c$

~~Второй вариант~~

2) Перейдем в удобную систему координат (связанную со снарядом)



$$\begin{cases} g_x = -g \sin \alpha, g_y = -g \cos \alpha \\ x = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \\ y = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

В момент падения:

$$y = 0 \Rightarrow 2v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}, x =$$

$$= \frac{2v_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha v_0^2 \sin^2 \beta}{2g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta \cos \alpha - 2v_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$x = x_{\max} \text{ когда } \left(\frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\sin 2\beta \cos \alpha - 2 \sin^2 \beta \sin \alpha) \right)' = x' = 0.$$

$$\text{Тогда } (\sin \beta \cos \beta \cdot \cos \alpha - \frac{1}{2} (\sin^2 \beta)' \sin \alpha) = 0$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \cos \alpha \sin \beta, \alpha + \beta = 45^\circ$$



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 ☐

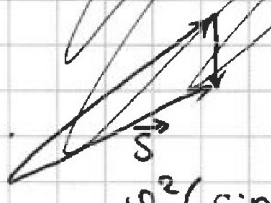
СТРАНИЦА

9 из 10

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!

Треугольник переименовать.

выразить gt


$$x = \frac{v_0^2 (\sin(90^\circ - 2\alpha) \cos \alpha - 2 \sin^2(45^\circ - \alpha) \sin \alpha)}{g \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (2 \cos^2 \alpha - 1) \cos \alpha - 2 (\sin^2 45^\circ \cdot \cos \alpha - \cos 45^\circ \sin \alpha)^2 \sin \alpha =$$

$$= 2 \cos^3 \alpha - \cos \alpha - 2 \cdot \frac{2}{4} (2 \sin \alpha \cos \alpha) \sin \alpha =$$

$$= 2 \cos^3 \alpha - \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha \quad \text{---} \quad \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{g t} =$$

$$\Rightarrow \frac{S}{t} = 2(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = 2 \quad \text{---} \quad 1$$

Итого: $v_0 = \frac{gt}{\sqrt{2}} ; \cos(45^\circ)$

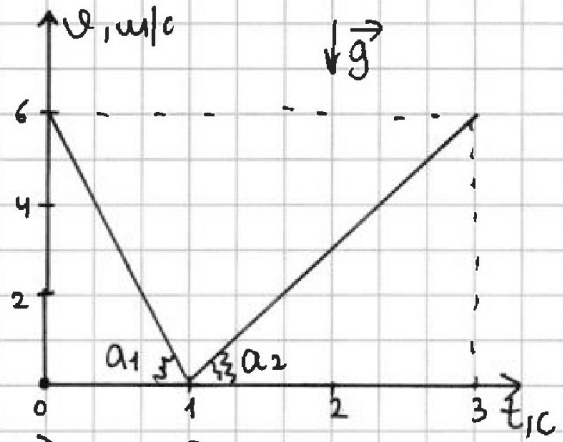


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

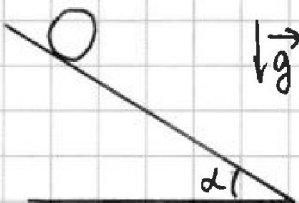
СТРАНИЦА
4 ИЗ 10

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) $\sin \alpha = ?$



Блок с весом

~~масса~~

$$m_b = n \cdot m_s$$

$$n = 4$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$h = 1,5 \text{ м}$$

$$2) v = ?$$

$$3) a = ?$$

$$4) \mu = ?$$

(без прск.)

Блок не проскальзывает, т.е. место приложения сил не перемещается.

$$m(1+n)gh + m \frac{(1+n)v_0^2}{2} = 0 \quad \text{где } E_k \text{ точки это } \frac{mv^2}{2} + E_k \text{ отн. } v_0 \text{ м, т.е.}$$

1) Запишем 2 ЗИ где найдём g_0 и после остановки:

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

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

где $|a_1|, |a_2|$ — координаты прямой в координатах $v(t)$.

Потому: $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t_1} = \frac{6}{1} = 6 \text{ м/с}^2$

$$|a_1| = \frac{6}{1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$|a_1| = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$|a_2| = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

$$= \frac{9}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20}$$

2) Две точки из-за вращения мы должны учесть, что по Th. Кёнига ось движется ещё и вращение.

Запишем ЗИЗ, учитывая, что сила трения есть — сила трения покоя, ведь

сила трения покоя, ведь блок не проскальзывает, т.е. место приложения сил не перемещается.

$$m(1+n)gh + m \frac{(1+n)v_0^2}{2} = 0 \quad \text{где } E_k \text{ точки это } \frac{mv^2}{2} + E_k \text{ отн. } v_0 \text{ м, т.е.}$$



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 10

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!

тоже $\frac{mv^2}{2}$. Обозначим E_k бочки $\frac{mv^2}{2} \cdot 2 = mv^2$.

Потогда:

$$m(1+n)gh = \frac{mv^2}{2} + mv^2 \Rightarrow 2gh(1+n) = \frac{mv^2}{2} + mv^2 = \frac{3mv^2}{2} = (2+n)v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gh(1+n)}{(2+n)}} \approx \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 5}{6}} = \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}$$

3) Силы, дейст. на бочку: $m\vec{g}$, $4m\vec{g}$, $\vec{F}_{\text{тр}}$, $\vec{N}$



~~$5mg + F_{\text{тр}} = 5ma$~~ , Но пока ~~увеличение~~
Выберем ось x , сонапр. ускорению.

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}, \text{ где } \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \vec{a} \Rightarrow 2\vec{a} \vec{S} = v^2 - v_0^2$$

$$\Rightarrow a = \frac{v^2}{2S}, \text{ где } S = x = \frac{h}{\sin \alpha}$$

~~4) Катится без проскальзывания пока~~

~~$F_{\text{тр}} \leq \mu N$ Предельный случай $F_{\text{тр}} = \mu N$. $N = 5mg \cos \alpha$.~~

Потогда:

$$5mg \sin \alpha + 5\mu mg \cos \alpha = 5ma$$

$$\text{Потогда } a = \frac{2gh(1+n) \cdot \sin \alpha}{(2+n) \cdot 2h} = \frac{1+n}{2+n} \cdot \frac{g}{20} = \frac{5}{6} \cdot \frac{g}{20} \cdot 10 =$$

$$= \frac{3}{8} \cdot \frac{g}{4} = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2$$

4) Бочка катится без проскальзывания пока

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$. Рассмотрим предельный случай:

$$5ma = 5mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} \Rightarrow F_{\text{тр}} = 5m(a + g \sin \alpha) =$$

$$= 5m\left(\frac{3}{20}g - \frac{3}{8}g\right) = 5mg \cdot \frac{3}{40}, \text{ а } N = 5mg \cos \alpha$$

$$\text{Потогда } \mu \geq \frac{5mg \cdot 3/40}{5mg \sqrt{1 - \frac{81}{600}}} = \frac{203/40^2}{\sqrt{319}} \approx \frac{3}{2 \cdot 17,9}$$

(продолжение лист 10)



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 10

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!

$$\mu \geq \frac{3 \cdot 20}{40 \cdot \sqrt{319}} \approx \frac{3}{2 \cdot 18} = \frac{1}{2 \cdot 6} = \frac{1}{12}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 9/20$

$$2) v = \sqrt{\frac{2gh(1+n)}{(2+n)}} = 5 \text{ м/с}$$

$$3) a = \frac{g}{20} \cdot \frac{n+1}{n+2} \cdot g = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2$$

$$4) \mu \geq \frac{1}{12} \quad \left(\text{как} \quad \mu \leq \frac{(g \sin \alpha - \frac{n+1}{n+2} \cdot \frac{g}{20} g)}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} \right)$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 10

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

$$Q = 2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

$$i_{\text{He}} = 3 \quad i_{\text{N}_2} = 5$$

$$1) A_{\text{вн}} = A = ?$$

$$2) C_p = ?$$

$$3) \frac{N_1}{N_2}, \frac{N_{\text{He}}}{N_{\text{N}_2}} = ?$$

$$\gamma = \frac{N}{NA}$$

$$\gamma RT = pV \quad \text{— ур-е Менделеева-Клайперона}$$

$$Q_{\text{подв}} = -Q_{\text{отв}} = -Q$$

Запишем первое начало термодинамики в виде

$$Q_{\text{подв}} = \Delta U + A_{\text{газа}}, \text{ где } \Delta U \text{ мы}$$

можем рассмотреть как отдаваемое изменение внутр. энергии гелия и азота.

В изохорическом процессе $V = \text{const}, \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow A_{\text{газа}} = p \Delta V \text{ (по определению)} = 0.$$

Изохорический:

$$-Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{N}_2} + 0 \Rightarrow -Q = \frac{3}{2} \frac{N_{\text{He}}}{NA} R(-|\Delta T_1|) + \frac{5}{2} \frac{N_{\text{N}_2}}{NA} R(-|\Delta T_1|)$$

$$-Q = \frac{R(-|\Delta T_1|)}{2 NA} (3N_{\text{He}} + 5N_{\text{N}_2}) = R(-|\Delta T_1|) \cdot \left(\frac{3}{2} \gamma_{\text{He}} + \frac{5}{2} \gamma_{\text{N}_2} \right) \quad (3)$$

Изобарический: $p = \text{const}$. Ур-е Менделеева-Клайперона до отведения теплоты и после:

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \gamma_{\text{общ}} \cdot RT_0 & (1) \\ p_0 V^* = \gamma_{\text{общ}} RT^* & (2) \end{cases} \quad \text{где } \begin{aligned} &V^* - \text{"новый" объем} \\ &T^* - \text{"новая" температура} \\ &\gamma_{\text{общ}} = \gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{N}_2} \end{aligned}$$

$$\text{Получим } T^* - T_0 = -|\Delta T_2|$$

Тогда первое начало примет вид:

$$-Q = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{N}_2} + A = \frac{3}{2} \frac{N_{\text{He}}}{NA} R(-|\Delta T_2|) + \frac{5}{2} \frac{N_{\text{N}_2}}{NA} R(-|\Delta T_2|) +$$

$$+ p_0 \Delta V, \text{ где } \Delta V = V^* - V_0$$

— подставим (1) и (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
2 из 10

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!

$$-Q = \frac{R(-|\Delta T_2|)}{2 N_A} (3N_{He} + 5N_{N_2}) + \gamma_{обм} R(-|\Delta T_2|) =$$

$$= R(-|\Delta T_2|) \cdot \left(\frac{3}{2} \gamma_{He} + \frac{5}{2} \gamma_{N_2} + \gamma_{He} + \gamma_{N_2} \right) = R(-|\Delta T_2|) \cdot \left(\frac{5}{2} \gamma_{He} + \frac{7}{2} \gamma_{N_2} \right)$$

$\Rightarrow$ (исп. ур-е 3) подставим $\uparrow$ на (3):

$$\frac{\frac{1}{2}(-|\Delta T_2|) \cdot (5\gamma_{He} + 7\gamma_{N_2})}{\frac{1}{2}(-|\Delta T_1|) \cdot (3\gamma_{He} + 5\gamma_{N_2})} = \frac{-Q}{-Q} \Rightarrow 3\gamma_{He} \Delta T_2 = 5\gamma_{N_2} \Delta T_1$$

$$\Rightarrow \Delta T_2 (5\gamma_{He} + 7\gamma_{N_2}) = \Delta T_1 (3\gamma_{He} + 5\gamma_{N_2}) \Rightarrow \Delta T_2 \cdot 5\gamma_{He} + \Delta T_2 \cdot 7\gamma_{N_2} = \Delta T_1 \cdot 3\gamma_{He} + \Delta T_1 \cdot 5\gamma_{N_2}$$

$$\Rightarrow 5\gamma_{He} (5\Delta T_2 - 3\Delta T_1) = \gamma_{N_2} (5\Delta T_1 - 7\Delta T_2)$$

$$\Rightarrow \frac{\gamma_{He}}{\gamma_{N_2}} = \frac{N_{He}/N_A}{N_{N_2}/N_A} = \frac{N_{He}}{N_{N_2}} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = \frac{290 - 280}{200 - 174} =$$

$$= \frac{10}{26} = \frac{5}{13}$$

Рассм. изобарический процесс:

$$A_{внеш} = -A_{газа}, A_{газа} = -Q - \Delta U = -Q + \frac{R|\Delta T_2|}{2} (3\gamma_{He} + 5\gamma_{N_2}) \quad (4)$$

Из изохорич. процесса (3) имеем:

$$-Q = -\frac{R|\Delta T_1|}{2} (3\gamma_{He} + 5\gamma_{N_2}) \Rightarrow \frac{R(3\gamma_{He} + 5\gamma_{N_2})}{2} = \frac{Q}{|\Delta T_1|} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ подставим в (4):

$$A_{внеш} = - \left(-Q + |\Delta T_2| \frac{Q}{|\Delta T_1|} \right) = \underline{\underline{Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right)}}$$

$$c_p = \frac{Q_{нагб}}{\Delta T_2} = \frac{-Q}{-|\Delta T_2|} = \frac{Q}{\Delta T_2}$$



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
3 из 10

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

Ответ:

$$1) Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) \approx 793 \text{ Дж}$$

$$2) \frac{Q}{|\Delta T_2|} = 58 \text{ Дж/К}$$

$$3) \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = \frac{5}{13}$$



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 10

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!

$q < 0$

⊕

⊖

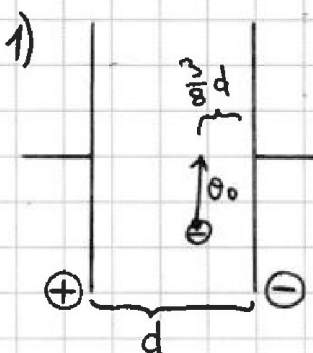
⊙

⊗

1) $\gamma = \frac{q}{m} = ?$

2) равноуд.
 $\vartheta = ?$

$q < 0 \Rightarrow$ сила электрического поле противоположна направлению напряжённости.



на частицу действует сила со стороны э.п. конденсатора.

$U = E \cdot d$ (напряжение между обкладками конденсатора)

где частицы в Мы можем записать 2-й закон Ньютона:

$$m \frac{v_0^2}{R} = F_{эл} = E \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 \cdot d}{R \cdot U} = \gamma \quad (1)$$

2) Запишем 3-й закон Ньютона для частицы в конденсаторе.

$E_{к0} = \frac{mv_0^2}{2}$, $E_{к} = \frac{mv^2}{2}$, $E_{п0} = \varphi \cdot q = \frac{kqQ}{r}$

$E_{п0} = \frac{kq(-Q)}{\frac{3}{8}d} + \frac{kq(+Q)}{\frac{5}{8}d} = \frac{(-5+3)kqQ \cdot 8}{15d} = -\frac{16}{15} \frac{kqQ}{d}$

$E_{п} = 0$ т.к. частица равноудалена от обкладок конденсатора

ЗСНЭ: $\frac{mv_0^2}{2} - \frac{16}{15} \frac{kqQ}{d} = \frac{mv^2}{2}$, где $m = q/\gamma$:

$\frac{15}{\gamma} \frac{v_0^2}{2} - \frac{32}{15} \frac{kQ}{d} = \frac{15}{\gamma} \frac{v^2}{2}$ • $E = \frac{kQ}{d^2}$ (для обкладок конденсатора)

$U = Ed = \frac{kQ}{d} \Rightarrow Q = \frac{Ud}{k} \Rightarrow \frac{kQ}{d} = \frac{Ud}{d} = U$ Тогда:

$v^2 = v_0^2 - \frac{32U\gamma}{15} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} v = \sqrt{v_0^2 - \frac{32}{15} \frac{v_0^2 \cdot d}{R}} = v_0 \sqrt{1 - \frac{32d}{15R}}$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{v_0^2 d}{R U}$; 2) $v = v_0 \sqrt{1 - \frac{32d}{15R}}$



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 4

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

$$2a \frac{h}{\sin \alpha} = v^2$$

$$\frac{3}{\pi \cdot 4} \cdot 10^5 = \frac{15}{4} \approx$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{20} \cdot 9 = \frac{3}{8}$$

$$10 \cdot \frac{9}{20} = 4,5$$

$$9 \cdot 5 \cdot \sqrt{3} \cdot 5$$

$$\frac{9 \cdot 2 - 3 \cdot 5}{40} = \frac{18 - 15}{40} = \frac{3}{40}$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ - 81 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha &= 6 \\ - \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha &= 3 \end{aligned}$$

$$2g \sin \alpha = 9 \Rightarrow \sin \alpha = 4,5g = \frac{9}{2} \cdot \frac{1}{10}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$$



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 1

№4

$$+Q = +\frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1 \Rightarrow 3\nu_1 + 5\nu_2 = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_1 R T_2 + \frac{5}{2} \nu_2 R T_2 + \nu_1 R T_2 + \nu_2 R T_2$$

$$\frac{5}{2} \nu_1 R T_2 + \frac{7}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R T_2 \Rightarrow 3\nu_1 T_1 - 5\nu_1 T_2 =$$

$$= 5\nu_2 T_2 - 7\nu_2 T_2 \Rightarrow$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5T_2 - 7T_2}{5T_1 - 3T_2}$$

$$(5T_2 - 3T_1)\nu_1 = \nu_2(5T_2 - 7T_2) \Rightarrow \frac{5T_1 - 7T_2}{5T_2 - 3T_1} =$$

$$C_p = \frac{Q}{T_2} = \frac{2320}{40} = 58$$

Ответ =



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

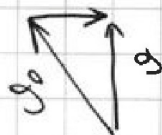
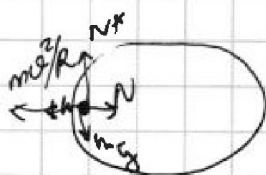
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 5}{7} = 10 \sqrt{\frac{15}{70}} = 10 \sqrt{\frac{3}{14}}$$

$$15 = x^2 + \frac{4x^2}{2} \Rightarrow 30 = 7x^2 \Rightarrow$$

$$15 \cdot 5 = x^2 + \frac{4x^2}{2} \Rightarrow 150 = 7x^2 \Rightarrow x^2 = 25$$

$$a = mg \sin \alpha$$



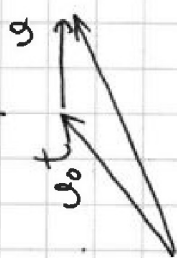
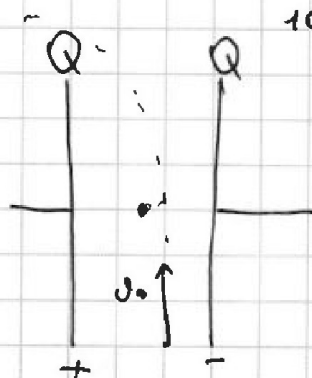
$$15 \frac{v_0^2}{r} - 32V = \frac{15v_0^2}{r} \cdot \frac{r}{15}$$

$$v_0^2 - \frac{32Vr}{15} = v^2$$

100,00

$$100000000 + 100 \cdot 2500 = 10000$$

$$v_0^2 - \frac{32}{15} \cdot \frac{v_0^2 d}{R}$$



$$v^2(v^2) + 10000(10000) + 100 \cdot 100 \cdot 25$$

$$10000(10000 + 25)$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = F_{\text{эл}} = Eq = \frac{U}{d} q$$

$$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 d}{R U}$$

$$E_n = \frac{q}{d}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{d^2}$$

$$U = Ed = \frac{kQ}{d}$$



$$\begin{array}{r} \times 101 \\ 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \end{array}$$

$$\frac{k q_{\text{кап}} \cdot q}{\epsilon r_0^2}$$

$$q \cdot \frac{kQ}{d}$$

$$q \frac{k(-Q)}{d}$$

$$Q = \frac{U}{d}$$

$$U = Ed =$$

Черновик

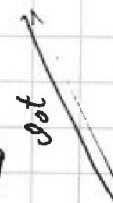
1) 1 2

2) 1 2

3)

4)

5)





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!

Черновик

$$-Q = \frac{3}{2} \frac{N_1}{N_A} R(\Delta T) + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_A} R(-\Delta T)$$

$$-Q = \frac{3}{2} \frac{N_1}{N_A} R(-\Delta T_2) + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_A} R(-\Delta T_2) + P \Delta V$$

$$P_0 V_0 = \nu_0 \cos \alpha T_0 R$$

$$P_0 V = \nu \cos \alpha T' R$$

$$2320/40 = 58$$

$$\frac{20}{18} = \frac{9}{29}$$

$$\frac{9}{29} \cdot 2320$$

$$\frac{1}{3}$$

$$2320/3 = 773$$

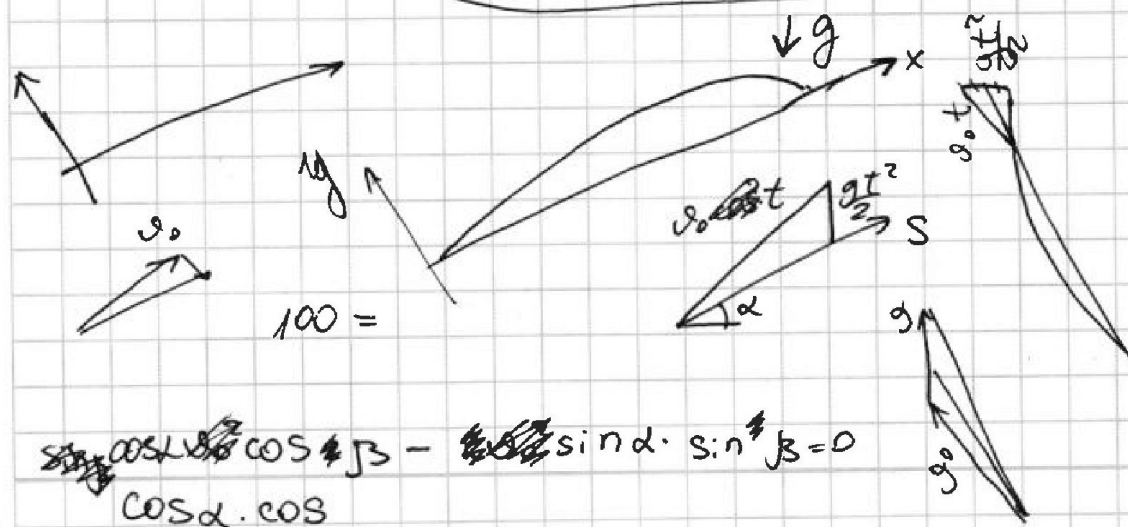
$$\frac{2320}{40} = \frac{240 \cdot 8}{4} = 60 \cdot 8 = 480$$

Ответ:

$$1) Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) \approx 773 \text{ Дж}$$

$$2) \frac{Q}{m|\Delta T_2|} = 58 \text{ Дж/кг}$$

$$3) \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = \frac{5}{13}$$



$$-\cos \beta \sin \alpha - 2 \sin \beta \cdot \cos \beta \sin \alpha$$

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