



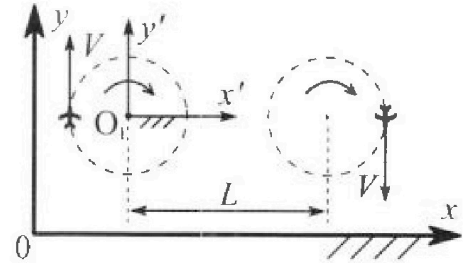
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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/с<sup>2</sup>.

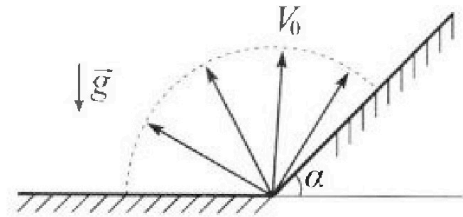


1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

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

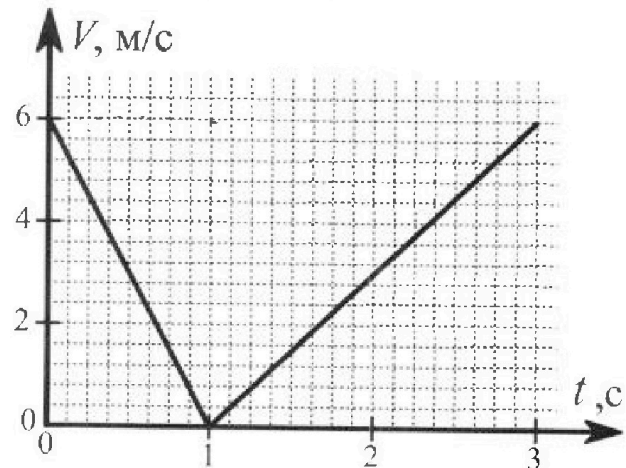
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



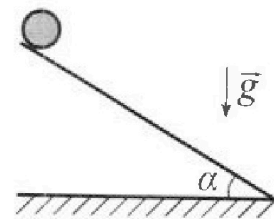
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/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 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  $\mu$  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

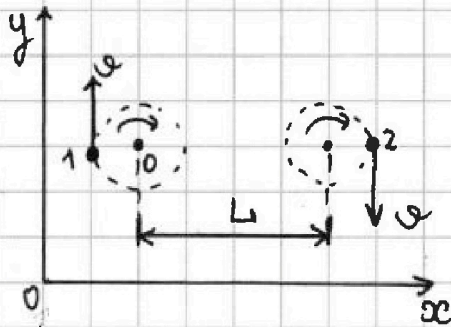
гориз. пл-ть  
 $v_1 = v_2 = v = 100 \text{ м/с}$   
 $R_1 = R_2 = R = 500 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

N-сила, с кот. действует

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

$L = 1,25 \cdot 10^3 \text{ м}$

2) скорость в  
 СО 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 ~~вертикали~~ центру орбиты) это

$N_1 = m \frac{v^2}{R}$ , 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 СО 1-го самолёта, то второй самолёт будет лететь прямолинейно. По закону сложения скоростей:

$v_{2от1} = 2v$ . (напр. ~~вниз~~) по танговой стрелке  $v_2$

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

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

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

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

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

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

Если  $x \rightarrow \max$ , то  $\sin 2\alpha \rightarrow 1$ . Получается, что  $\alpha = 45^\circ$ .

Тогда  $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha} = \frac{gt}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{25\sqrt{2} \text{ м/с}}}$

~~Второй шаг~~

2) перейдем в удобную систему координат (связанную со склоне)

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

В момент падения:

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

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

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

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

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



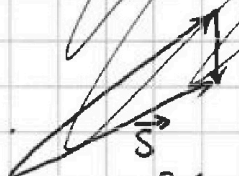


1  2  3  4  5  6  7

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 ~~перемещением~~



$\sin \alpha = \frac{s}{s} = 1$

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

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

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

$$= 2 \cos^3 \alpha - \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = \cos \alpha (2 \cos^2 \alpha - 1 - 2 \sin^2 \alpha) =$$

$$\Rightarrow \frac{s}{t} = 2(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = \cos 2\alpha$$

Объем:  $v_0 = \frac{gt}{\sqrt{2}}$  ;  $\cos 2\alpha = \frac{s}{t}$

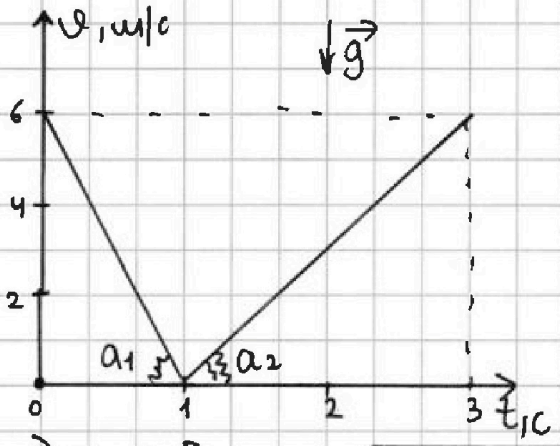


1  2  3  4  5  6  7

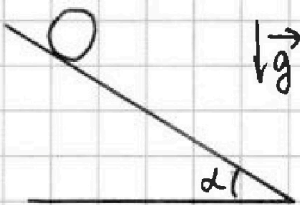
СТРАНИЦА  
4 ИЗ 10

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)  $\sin \alpha = ?$



Бочка с бегом

~~мб = n \* m5~~

$m_b = n \cdot m_5$

$n = 4$

$v_0 = 0 \text{ м/с}$

$h = 1,5 \text{ м}$

2)  $v = ?$

3)  $a = ?$

4)  $M = ?$   
(без прск.)

Бочка не проскальзывает, т.е. место прижатия шипов не перемещается.

$m(1+n)gh + m \frac{(1+n)v_0^2}{2} = 0$   ~~$m(1+n)gh$~~   $\frac{n m v^2}{2} + E_k \text{ бочки,}$

где  $E_k \text{ бочки}$  это  $\frac{m v^2}{2} + E_k \text{ от ш. шипов, т.е.}$

1) Запишем 2 ЗИ где шайбы  
 $g_0$  и носим оставовки:

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

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

где  $|a_1|, |a_2|$  коэф. наклона  
прямой в координатах

$v(t)$ . Тогда:  $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{6}{1} = 6 \text{ м/с}^2$

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

$|a_1| = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$  ) ~~сложим~~

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

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

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

2) Две бочки из-за вращения  
мы должны учесть, что по  
Th. Кёрига ось облагает еще  
и  $E_k$  вращения.

Запишем ЗИЗ, учитывая, что  
сила трения еви-се  
сила трения покоя, ведь

Бочка не проскальзывает, т.е. место прижатия шипов не перемещается.





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!

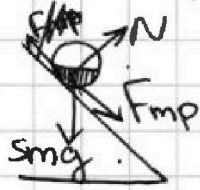
тоже  $\frac{mv^2}{2}$ . Общая Ek бочки  $\frac{mv^2}{2} \cdot 2 = mv^2$ .

Итого:

$$m(1+n)gh = \frac{mv^2}{2} + mv^2 \Rightarrow 2gh(1+n) = \frac{mv^2}{2} + 2mv^2 = \frac{5}{2}mv^2 = (2+n)v^2$$

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

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



~~$5mg + F_{\text{мп}} = 5ma$~~ , Но пока ~~убавляется~~  
Выберем ось  $x$ , сонар. увеличим.

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

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

~~4) Катится без проскальзывания пока~~

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

~~Итого:  $5mg \sin \alpha + 5\mu mg \cos \alpha = 5ma$~~

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

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

4) Бочка катится без проскальзывания пока

$F_{\text{мп}} = \mu N$ . Рассмотрим ~~предельный~~ случай:

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

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

$$\text{Итого } \mu \geq \frac{5mg \cdot 3/40}{5mg \sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \frac{20 \cdot 3/40}{\sqrt{319}} \approx \frac{3}{2 \cdot 17,9}$$

(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!

$$\mu \geq \frac{3 \cdot 20}{40 \cdot \sqrt{31}g} \approx \frac{3}{2 \cdot 18} = \frac{1}{2 \cdot 6} = \frac{1}{12}$$

Ответ: 1)  $\sin \alpha = 9/20$

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

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

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



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

$$Q = 2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

$$i_{He} = 3 \quad i_{N_2} = 5$$

1)  $A_{вн} = A = ?$

2)  $C_p = ?$

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

$$\bar{v} = \frac{N}{NA} \quad \bar{v}RT = pV \quad \text{— ур-е Менделеева-Клайперона}$$

$$Q_{подв} = -Q_{отв} = -Q$$

Запишем первое начало термодинамики в виде

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

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

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

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

Изохорический:

$$-Q = \Delta U_{He} + \Delta U_{N_2} + 0 \Rightarrow -Q = \frac{3}{2} \frac{N_{He}}{NA} R(-|\Delta T_1|) + \frac{5}{2} \frac{N_{N_2}}{NA} R(-|\Delta T_1|)$$

$$-Q = \frac{R(-|\Delta T_1|)}{2 NA} (3N_{He} + 5N_{N_2}) = R(-|\Delta T_1|) \cdot \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{He} + \frac{5}{2} \bar{v}_{N_2} \right) \quad (3)$$

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

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \bar{v}_{общ} \cdot RT_0 & (1) \\ p_0 V^* = \bar{v}_{общ} RT^* & (2) \end{cases} \text{ где } \begin{cases} V^* - \text{"новый" объем} \\ T^* - \text{"новая" температура} \\ \bar{v}_{общ} = \bar{v}_{He} + \bar{v}_{N_2} \end{cases}$$

Стрелки  $T^* - T_0 = -|\Delta T_2|$

Поэтому первое начало примет вид:

$$-Q = \Delta U_{He} + \Delta U_{N_2} + A = \frac{3}{2} \frac{N_{He}}{NA} R(-|\Delta T_2|) + \frac{5}{2} \frac{N_{N_2}}{NA} R(-|\Delta T_2|) +$$

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

← 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!

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

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

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

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

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

$$= \Delta T_1 \cdot 3\nu_{He} + \Delta T_1 \cdot 5\nu_{N_2} \Rightarrow 4\nu_{He} (5\Delta T_2 - 3\Delta T_1) = \nu_{N_2} (5\Delta T_1 - 7\Delta T_2)$$

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

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

Рассм. изобарический процесс:

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

Из изохорич. процесса (3) имеем:

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

$\Rightarrow$  подставим в (4):

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

$$\epsilon_p = \frac{Q_{пог\beta}}{\Delta T_2} = \frac{-Q}{-|\Delta T_2|} = \frac{Q}{\Delta T_2}$$





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:

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

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

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



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!

$q < 0$

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

⊖

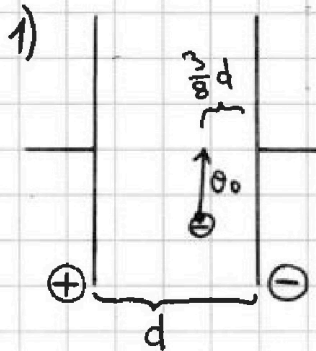
⊖

⊖

⊖

⊖

$q < 0 \Rightarrow$  Сила электрического поле противоположно направлению напряжённости.



на частицу действует сила со стороны эл. поле конденсатора.

$$U = E \cdot d \quad (\text{напряжённость между обкладками конденсатора})$$

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

2) равноуд.  $v = ?$

где частицы в Мы можем записать 2ЗН данный момент:

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

2) Запишем 3СЭ где частицы в конденсаторе.

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

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

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

$$3СЭ: \frac{mv^2}{2} - \frac{16}{15} \frac{kqQ}{d} = \frac{mv_0^2}{2}, \quad \text{где } m = q/\gamma:$$

$$\frac{15}{\gamma} \frac{v^2}{2} - \frac{32kQ}{d} = \frac{15}{\gamma} \frac{v_0^2}{2} \cdot E = \frac{kQ}{d^2} \quad (\text{где обкладок конденс.})$$

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

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

Ответ: 1)  $\gamma = \frac{v_0^2 d}{Rv}$ ; 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  
4/13

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!

Черновик

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

$$\frac{3}{2 \cdot 4} \cdot 10^5 = \frac{15}{4} =$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{10^5}{4} = \frac{10^5}{8}$$

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

$$9 \cdot 5 = 45$$

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

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

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

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

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





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

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

$$15 = x^2 + \frac{4x^2}{2} \Rightarrow 30 = 3x^2 \Rightarrow$$

$$15 \cdot 5 = x^2 + \frac{4x^2}{2} \Rightarrow 150 = 3x^2 \Rightarrow x^2 = 25$$

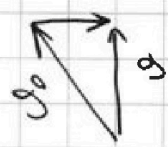
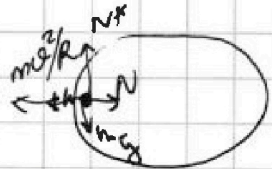
$$a = mg \sin \alpha \cdot x$$

$$15 \frac{v_0^2}{\gamma} - 32U = \frac{15v_0^2}{\gamma} \cdot \frac{\gamma}{15}$$

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

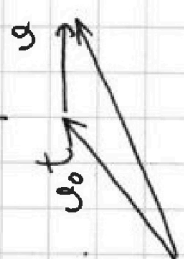
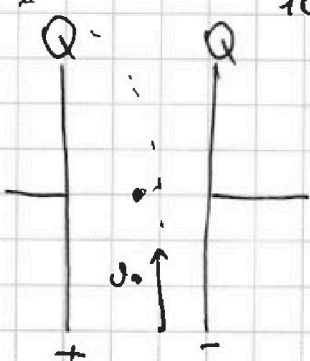
Черновик

- 1) 1 2
- 2) 1 2
- 3)
- 4)
- 5)



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

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



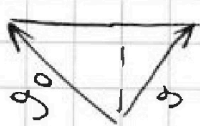
$$v^2(v^2) + 10000(10000) + 100 \cdot 100 \cdot 25 = 10000(10000 + 25)$$

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

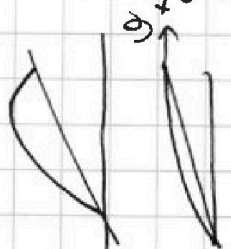
$$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 d}{R U}$$

$$E_n = 4 \cdot q$$

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



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

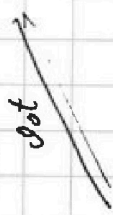


$$q \cdot \frac{kQ}{d^2}$$

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

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

$$U = Ed =$$



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!

*Черновик*

$$-Q = \frac{3}{2} \frac{N_1}{N_A} R(\Delta T) + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_A} R(-\Delta T_1)$$

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

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

$$P_0 V = \nu \cos \alpha T R$$

$$\frac{2320}{18} = \frac{9}{29}$$

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

$$\times \frac{7}{16}$$

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

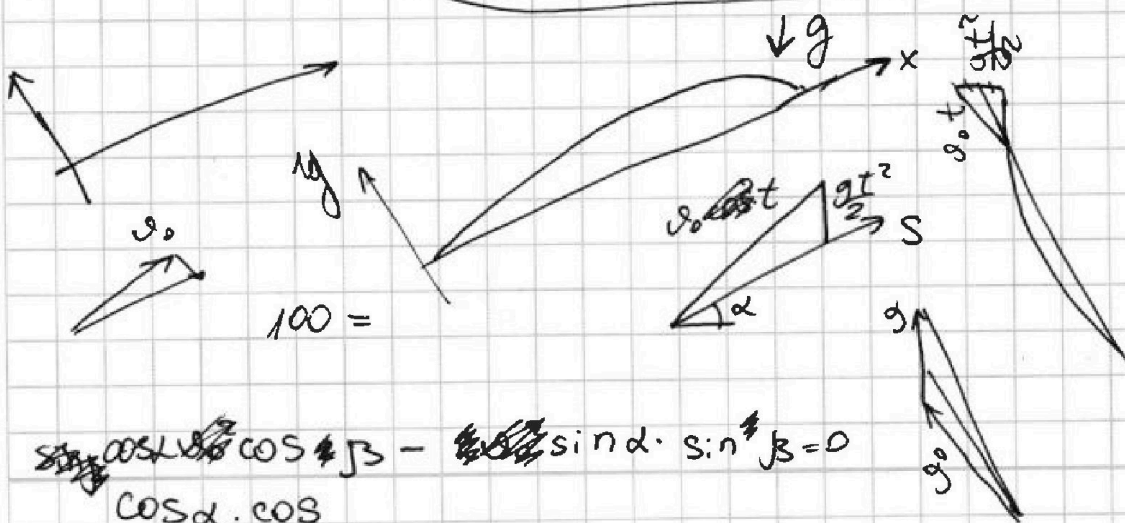
$$\frac{2320}{21} = \frac{3}{773}$$

$$\frac{2320}{40} = \frac{240}{4} = 60$$

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



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

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