



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

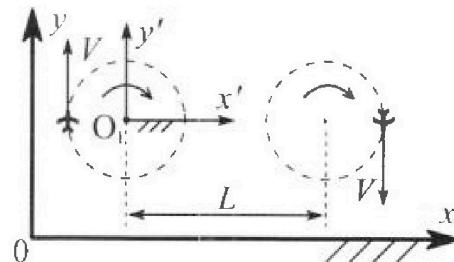
## Вариант 10-04



*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  $V = 100 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R=500 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

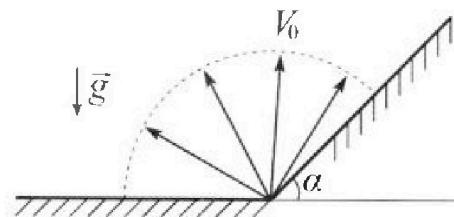
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , где  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



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

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолета во вращающейся системе отсчета  $x' O_1 y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолетом. 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  $T = 5 \text{ с}$ , максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно  $S = 100 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



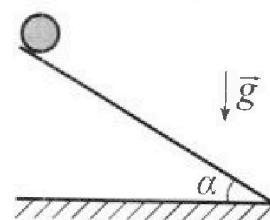
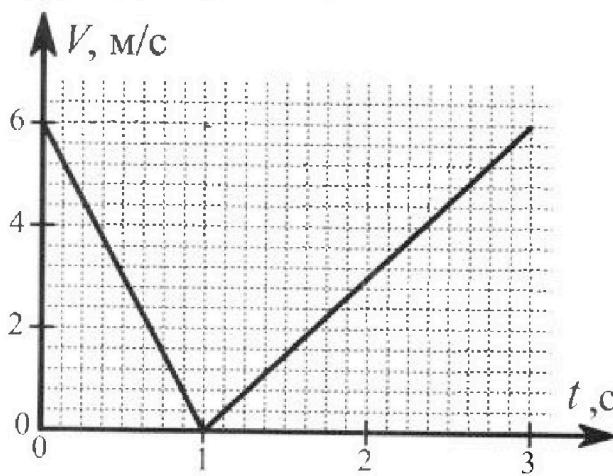
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

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  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

1. Найдите  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – 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  $h=1,5 \text{ м}$ ?

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 А 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 п осле вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?

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. ли-то  
 $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta = 10^\circ \text{рад/с}$   
 $R_1 = R_2 = R = 500 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

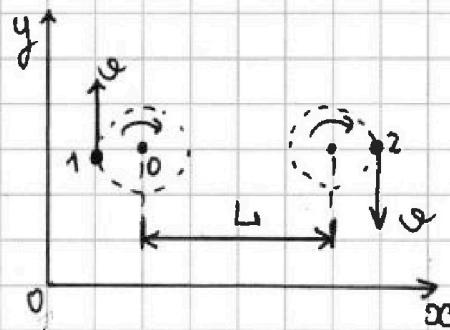
N-сила, с кот.  
действует

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

$L = 1,25 \cdot 10^3 \text{ м}$

2) Н-скорость в

CO самолёта  $\pm = ?$



1) Сила, с которой лётчик действует на присло синтетическая из гориз. и верт. составляющих.

По 2 ЗН можем понять, что гориз. составляющая (к ~~направлению центру земли~~) это

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

вертикальная, удовлетворяющая  $\theta = 0^\circ$   
 падение в линию тяжести Земли:

$$N_2 = mg. \text{ По Т. Пифагора } N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} =$$

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

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

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

Если now переидти во вращающееся CO 1-го самолета, то второй самолёт будет иметь привычный нам. По закону сложение скоростей:  $\vec{v}_{2, \text{отн}} = \vec{v}_2 - \vec{v}_{\text{отн}}$

$v_{\text{отн}} = 2v$ . (напр. ~~вправо~~) но гасовой струей  $\vec{v}_1 \downarrow$   $\vec{v}_2 \downarrow$   $\vec{v}_{\text{отн}} \downarrow$

Ответ: 1)  $\frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{v^4 + g^2 R^2}}{g R} \approx 2$ ; 2)  $v = 2v = 200 \text{ м/с}$  (~~вправо~~)  
 но гас. струя.

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



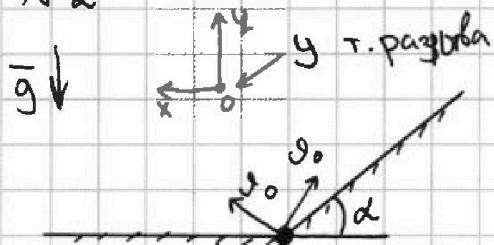





СТРАНИЦА  
8 из 10

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) Две основные линии на гориз. поверхн.  
 $\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha t \\ y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$

$$T = 5 \text{ с}$$

$$S = 100 \text{ м}$$

$$\begin{aligned} 1) v_0 &=? \\ 2) \alpha &=? \end{aligned}$$

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

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

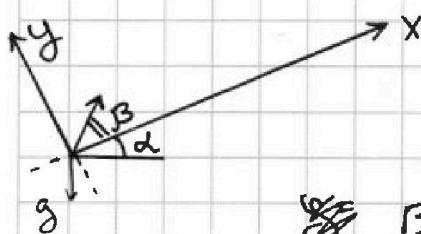
$$x = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}. \text{ Если } x \rightarrow \max,$$

то  $\sin 2\alpha \rightarrow 1$ . Получаем, что  $\alpha = 45^\circ$ .

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

~~дальше~~

2) Переидем в новую систему координат (связана со склоном)



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

В момент падения:

$$y = 0 \Rightarrow 2v_0 \sin \alpha t = g \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}, x = \frac{-2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha - 4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - 2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

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

$$\text{Природа } (\sin 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha)' = 0$$

$$\sin \alpha \cos \alpha - \cos^2 \alpha = 0, \quad \alpha + \beta = 45^\circ$$



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!

Призуподобим первое значение:



Множитель

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

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

$$= 2 \cos^3 \alpha - \cos \alpha - 2 \cdot \frac{1}{4} (2 \sin \alpha \cos \alpha) \sin \alpha =$$

$$= 2 \cos^3 \alpha - \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha \quad \cancel{\text{или}} \quad =$$

$$\Rightarrow \frac{s}{t} = \sqrt{2(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} = \cancel{\text{или}} \quad 1$$

Ошибки:  $v_0 = \frac{gt}{\sqrt{2}}$ ;  $\cos(\beta + \beta)$

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



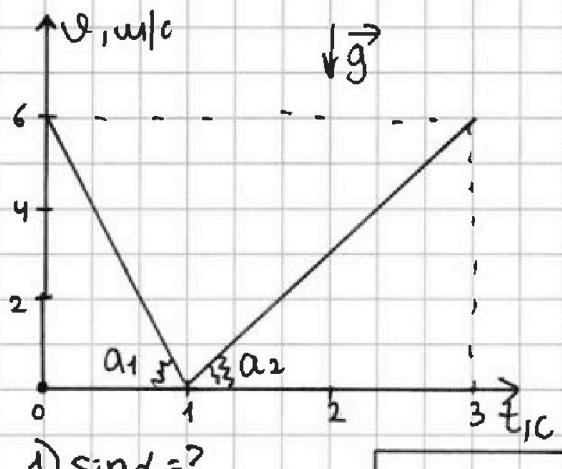




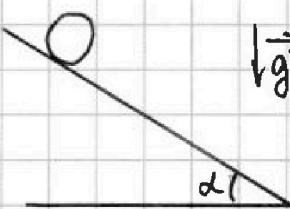

СТРАНИЦА  
4 из 10

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



$$1) \sin \alpha = ?$$



Бокса с боксами

$$m_B = n \cdot m_S$$

$$n = 4$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$h = 1,5 \text{ м}$$

$$2) v = ?$$

$$3) a = ?$$

$$4) M = ?$$

(без проск.)

Бокса не проскальзывает, т.е. место приложения силы не перемещается.

$$m(1+n)gh + m\left(\frac{1+n}{2}\right)v_0^2 = \cancel{m\left(\frac{1+n}{2}\right)v_0^2} + \frac{nmv^2}{2} + E_k \text{ бокса},$$

$$\text{где } E_k \text{ бокса это } \frac{mv^2}{2} + E_k \text{ отн. вз.м. т.р.}$$

1) Запишем 2 эти две шайбы  
то и после отловки:

$$ma_1 = -\mu mg \cos \alpha_1 - mgsin \alpha_1$$

$$ma_2 = -\mu mg \cos \alpha_2 + mgsin \alpha_2$$

где  $|\alpha_1| = |\alpha_2|$  коэффициента  
трения в координатах

$$v(t). \text{ Тогда: } b_1 = \frac{v_1}{\Delta t_1} = \frac{6}{1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$|a_1| = \frac{6}{\Delta t_2} = 3 \text{ м/с}^2$$

$$|a_1| = \mu g \cos \alpha_1 + g \sin \alpha_1 \quad ) \text{ синтети}$$

$$|a_2| = \mu g g \sin \alpha_2 - \mu g \cos \alpha_2 \quad ) \text{ вектор раз}$$

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

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

2) Две боксы из-за вращение  
меняются положением центра, что по  
Th. Кеппера одна обладает енен  
и  $E_k$  вращение.

Запишем ЗСИЭ, учитывая, что  
сила трения есть-ас  
силой трения покоя, ведь  
пространство заслуживает, т.е. место

приложения силы не перемещается.

$$m(1+n)gh + m\left(\frac{1+n}{2}\right)v_0^2 = \cancel{m\left(\frac{1+n}{2}\right)v_0^2} + \frac{nmv^2}{2} + E_k \text{ бокса},$$

$$\text{где } E_k \text{ бокса это } \frac{mv^2}{2} + E_k \text{ отн. вз.м. т.р.}$$

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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

то же  $\frac{mv^2}{2}$ . Общая Ек бочки  $\frac{mv^2}{2} \cdot 2 = mv^2$ .

Проверка:

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

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

3) Силы, действ. на бочку:  $m\vec{g}$ ,  $4m\vec{g}$ ,  $\vec{F}_{mp}$ ,  $\vec{N}$



~~столкновение с боком, но пока нет силы~~

Выберем ось x, соудар. движение.

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

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

4) Катитась без проскальзывания

~~Fmp < muN~~ Прессымый случай  $Fmp = \mu N$ . ~~Нет проскальзывания~~

Проверка:  $5mg \sin \alpha + 5\mu mg \cos \alpha = \delta ma \Rightarrow$

$$\text{Проверка } a = \frac{2gh(1+n) \cdot \sin \alpha}{(2+n) \cdot 2h} = \frac{1+n}{2+n} \cdot \frac{9}{20} \cdot g = \frac{5}{6} \cdot \frac{9}{20} \cdot 10 = \\ = \frac{3}{2} \cdot 4.5 = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2$$

4) Бочка катится без проскальзывания пока  $Fmp < \mu N$ . Рассмотрим ~~одинаковый~~ случай:

$$sma = smg \sin \alpha \quad Fmp \Rightarrow Fmp = smf(a + g \sin \alpha) =$$

$$= 5m \left( \frac{9}{20}g - \frac{5}{8}g \right) = 5mg \cdot \frac{3}{40}, \text{ а } N = 5mg \cos \alpha$$

$$\text{Проверка } \mu \geq \frac{5mg \cdot \frac{3}{40}}{5mg \sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \frac{203/40^2}{\sqrt{319}} \approx \frac{3}{2 \cdot 17,9} \approx 0,08$$

(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!

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

Ответ: 1)  $\sin \alpha = \frac{9}{20}$

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

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








СТРАНИЦА  
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

$$Q = 2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

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

$$1) A_{\text{Вн}} = A = ?$$

$$2) C_p = ?$$

$$3) \frac{\Delta V}{V_2}, \frac{N_{\text{He}}}{N_2} = ?$$

$$J = \frac{N}{N_A}$$

$$VRT = PV \quad \text{-уре Менделеева-Капелюхона}$$

$$Q_{\text{нагр}} = -Q_{\text{отр}} = -Q$$

Запишем первое начало термодинамики в виде

$$Q_{\text{нагр}} = \Delta U + A_{\text{газа}}, \text{ где } \Delta U \text{ можем}$$

рассмотреть как отдельное изменение внутр. энергии гелия и азота.

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

$$\Rightarrow A_{\text{газа}} = P \Delta V (\text{но определенно}) = 0.$$

Изохорический:

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

$$-Q = \frac{R(-|\Delta T_1|)}{2 N_A} (3N_{\text{He}} + 5N_{N_2}) = R(-|\Delta T_1|) \cdot \left( \frac{3}{2} V_{\text{He}} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) (3)$$

Изобарический:  $P = \text{const.}$  Уре Менделеева-Капелюхона go отведение температуры и после:

$$\begin{cases} P_0 V_0 = \rho_{\text{дис.}} R T_0 & (1) \\ P_0 V^* = \rho_{\text{дис.}} R T^* & (2) \end{cases}, \text{ где } V^* - \text{"новый" объем}$$

$T^* - \text{"новая" температура}$   
 $\cancel{\rho_{\text{дис.}}} = \rho_{\text{дис.}} + \rho_{N_2}$

При этом  $T^* - T_0 = -|\Delta T_2|$

Газа первое начало имеет вид:

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

$$+ P_0 \Delta V, \text{ где } \Delta V = V^* - V_0$$

представим (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.



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$-Q = \frac{R(-|\Delta T_2|)}{2 N_A} (3V_{He} + 5V_{N_2}) + V_{\text{объем}} R(-|\Delta T_2|) = \\ = R(-|\Delta T_2|) \cdot \left( \frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{N_2} + V_{He} + V_{N_2} \right) = R(-|\Delta T_2|) \cdot \left( \frac{5}{2} V_{He} + \frac{7}{2} V_{N_2} \right)$$

$\Rightarrow$  (из сп. ур-е 3) подставим ↑ на (3):

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

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

$$\Rightarrow \frac{V_{He}}{V_{N_2}} = \frac{N_{He}/N_A}{N_{N_2}/N_A} = \frac{N_{He}}{N_{N_2}} = \frac{\underline{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}}{\underline{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1}} = \frac{290 - 280}{200 - 174} = \\ = \frac{10}{26} = \frac{5}{13}$$

Рассм. изobarический процесс:

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

Из изохорич. процесса (3) имеем:

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

$\Rightarrow$  подставим в (4):

$$\Delta U_{\text{внеш}} = - \left( -Q + \frac{R|\Delta T_2|}{2} \frac{Q}{|\Delta T_1|} \right) = Q \left( 1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right)$$

$$C_p = \frac{Q_{\text{нагр}}}{\Delta T_2} = \frac{-Q}{-|\Delta T_2|} = \frac{Q}{|\Delta T_2|}$$



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.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 10

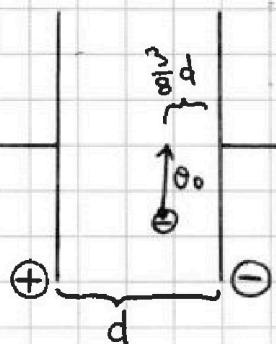
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$q < 0$   
1)  
2)  
3)  
4)  
5)

1)  $\gamma = \frac{q}{m} = ?$   
2) равнод.  
 $v = ?$

$q < 0 \Rightarrow$  Сила электрического поля противоположна направлению напряженности.

1)



на частицу действует сила со стороны ЭЛ поля конденсатора.

$$U = E \cdot d \quad \text{Напряжение между обкладками конденсатора}$$

две частицы 6 мы можем записать 2 ЗН  
две частицы 6 гашений момент:

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

2) Запишем ЗСЭ для частицы 6 конденсатора.

$$E_{K0} = \frac{mv_0^2}{2}, \quad E_K = \frac{mv^2}{2}, \quad E_{\text{势能}} = \quad E_{\Pi} = \varphi \cdot q = \frac{kqQ}{r}$$

$$E_{\Pi0} = \frac{kq(-Q)}{\frac{3}{8}d} + \frac{kq(+Q)}{\frac{5}{8}d} = \frac{(-5+3)kqQ \cdot 8}{15d} = -\frac{16}{15} \frac{kqQ}{d}$$

$E_{\Pi} = 0$  т.к. частица равнодействует от обкладок конденсатора

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

$$\frac{15}{\gamma} \frac{v_0^2}{d} - \frac{32kQ}{d} = \frac{16v^2}{\gamma} \quad \cdot \quad E = \frac{kQ}{d^2} \quad (\text{две обкладки конденс.})$$

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

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

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



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                                       |                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 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

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

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

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

$$\frac{10 \cdot 9}{30} = 4,5$$

$$9 \cdot 5 = 45$$

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

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

~~13~~

$$mg \cos \alpha + gs \sin \alpha = 6$$

$$-mg \cos \alpha + gs \sin \alpha = 3$$

$$2gs \sin \alpha = 9 \Rightarrow \sin \alpha = 4,5g = \frac{9}{2} \cdot \frac{10}{100}$$

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



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                                   |
| <input checked="" 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!

Черновик

№4

$$tQ = \frac{3}{2} \bar{V}_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \bar{V}_2 R \Delta T_1 \Rightarrow 3\bar{V}_1 + 5\bar{V}_2 = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$Q = \frac{3}{2} \bar{V}_1 R T_2 + \frac{5}{2} \bar{V}_2 R T_2 + \bar{V}_1 R T_2 + \bar{V}_2 R T_2$$

$$\frac{5}{2} \bar{V}_1 R T_2 + \frac{7}{2} \bar{V}_2 R T_2 = \frac{3}{2} \bar{V}_1 R T_1 + \frac{5}{2} \bar{V}_2 R T_2 \Rightarrow 3\bar{V}_1 T_1 - 5\bar{V}_1 T_2 =$$

$$= 5\bar{V}_2 T_2 - 7\bar{V}_2 T_2 \Rightarrow$$

$$\cancel{\bar{V}_1} = \cancel{5T_1} \cancel{7T_2}$$

$$(5T_2 - 3T_1) \bar{V}_1 = \cancel{5\bar{V}_2} (5T_2 - 7T_2) \Rightarrow \frac{5T_1 - 7T_2}{5T_2 - 3T_1} =$$

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

Answer =



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

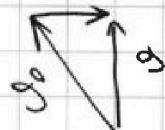
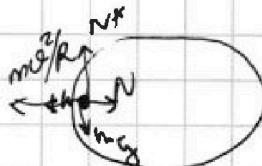
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

$$a = mg \sin \alpha$$



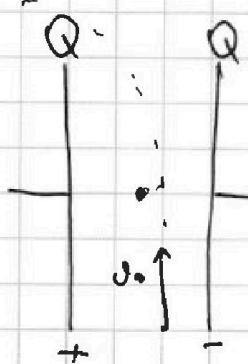
$$15 \frac{v_0^2}{r} - 32V = \frac{15v_0^2}{r} / \frac{r}{15}$$

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

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

100.00

$$1000000000 + 100 \cdot 2500 = 10000$$



$$v^2(v^2) +$$

$$10000(10000) + 100 \cdot 100 \cdot 25$$

$$10000(10000 + 25)$$



$$m \frac{v_0^2}{R} = F_{\text{ext}} = E q = \frac{V}{d} q$$

$$r = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 d}{V}$$

$$E_n = \frac{kQ}{r^2}$$



$$\begin{array}{r} \times 10^1 \\ \times 10^1 \\ \hline 101 \\ + 00 \\ \hline 101 \\ \hline \end{array}$$

$$k \frac{q_{\text{Klaus}} \cdot q}{r^2} \cdot g$$

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

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

$$q \frac{k(-Q)}{r^2}$$

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

$$Q = 1C$$

$$V = Ed =$$

Черновик

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



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.

- |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 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

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

~~$\frac{2320}{29} \cdot \frac{13}{19} = \frac{9}{29}$~~

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

~~$\frac{20}{13} = \frac{9}{29}$~~

~~$P_0 V_0 = 2320 \text{ TorR}$~~

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

~~$P_0 V_0 = 2320 \text{ TorR}$~~

~~$\frac{18}{13}$~~

~~$\frac{5}{29} = 2320$~~

~~$\frac{2320}{29} \cdot \frac{13}{19} = \frac{9}{29}$~~

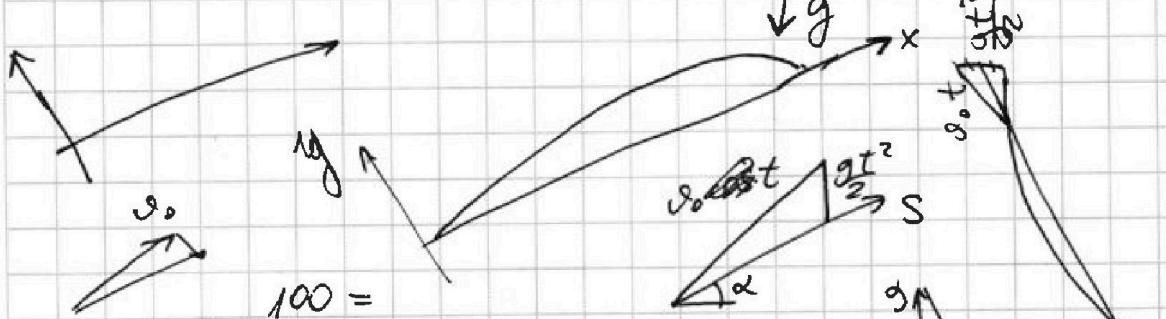
~~$\frac{2320}{40} = \frac{2320}{40} = \frac{2320}{40} = \frac{2320}{40}$~~

Ошибки:

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

$$2) \frac{Q}{|\Delta T_2|} = 58 \text{ D}_\text{H}/\text{K}$$

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



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

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