



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

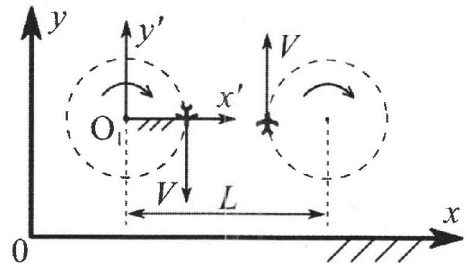
## Вариант 10-01

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>.

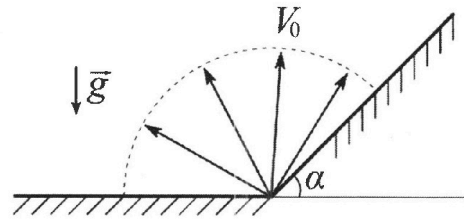
1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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.

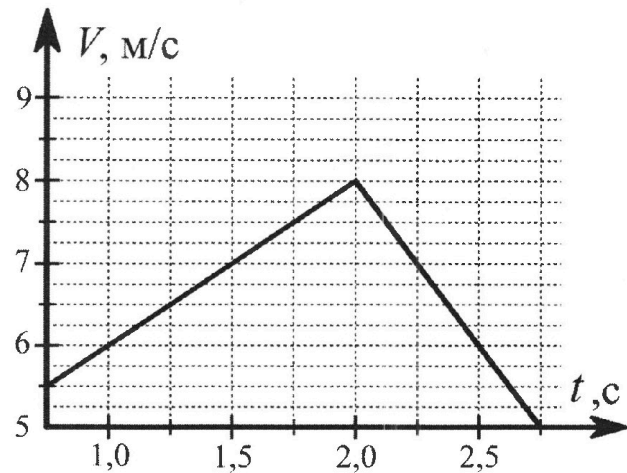
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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.



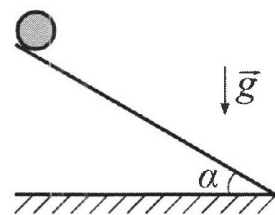
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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 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?



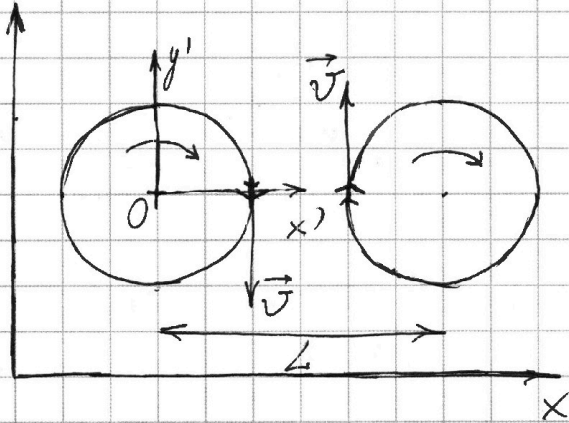
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$N = 1$



Дано:  $v = 80 \text{ м/с}$

$R = 800 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2$

$L = 2R = 2000 \text{ м}$

$\delta = ? ; \vec{v} = ?$

1) ~~Сила~~ Нормальное ускорение лётчика:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

В момент, показанный на рисунке вес каждого лётчика равен:

$$N = m a_n = m \frac{v^2}{R}$$

Сила тяжести равна соответственно:  $mg$

Тогда

$$N = \frac{(100 + \delta)}{100\%} mg$$

$$\delta = \frac{N - mg}{mg} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{\frac{v^2}{R} - g}{g} \cdot 100\% = \frac{v^2 - gR}{gR} \cdot 100\% = 100\% \cdot \frac{80^2 - 8000}{8000} = -20\%$$

т.е. вес лётчиков меньше силы тяжести.



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!

2) Найдём угловую скорость  $\omega$  вращающейся шестерни относительно системы  $x', y'$

$$\omega = \frac{v}{R}; \quad \omega = \frac{80 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{800 \text{ м}} = 0,1 \text{ с}^{-1}$$

Скорость второго канала в этой СО будет равна:  $\vec{u} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{пер}}$ , где  $v_{\text{пер}} = \omega(L-R) = v \frac{L-R}{R}$  и направлена "вниз" (см. рис)

т.е. вектор  $-\vec{v}_{\text{пер}}$  направлен вверх на рис. и итоговая скорость  $u$ , по модулю равна:  $u = v + v \frac{L-R}{R} = v \frac{L}{R}$  и направлена вверх.

Ответ:  $\delta = -20\%$  в момент показанный на рис.;  $u = v \frac{L}{R}$ ;  $u = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

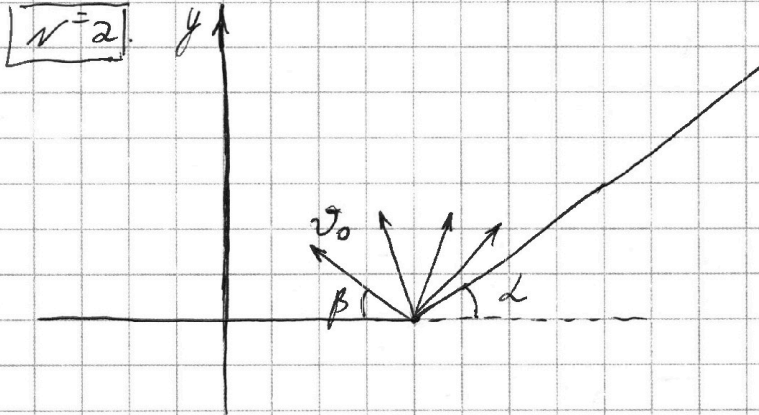
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Дано:  
 $\alpha = 30^\circ$ ;  
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $T = T_{\text{max}} = 9 \text{ с}$

$v_0 = ?$ ,  $S = ?$

1) ~~У~~ Ускорение свободного падения направлено <sup>вертикально</sup> вниз, поэтому максимальное время полёта достигается, когда скорость возвращается на горизонт. поверхность.

При этом время полёта вычисляется по формуле:

$$t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v_0 \sin \beta}{g}, \text{ где } \beta \text{ - угол вект. } v_0 \text{ с горизонталем}$$

$t$  максимален при  $\sin \beta = 1$ , т.е.  $\beta = 90^\circ$

Отсюда находим  $v_0$ :

$$v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$$



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  
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!

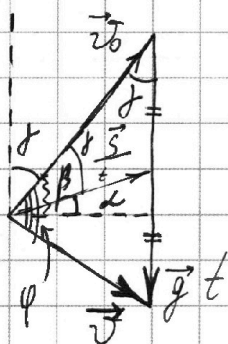
2) Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + m g S \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2 g S \sin \alpha}$$

$v$  - скорость осколка при приземлении на наклон.  $m$  - сть.

3) Нарисуем векторный треугольник скоростей:



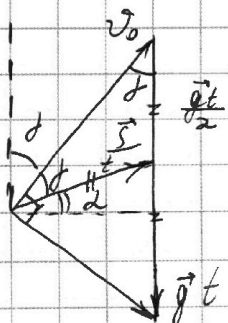
Пусть  $\varphi$  - угол м/у  $v$  и  $v_0$

Запишем площадь этого треугольника двумя способами:

$$S_{\Delta} = \frac{S}{t} \cos \alpha \cdot g t = v_0 v \sin \varphi$$

$$S \cos \alpha g = v_0 \sqrt{v_0^2 - 2 g S \sin \alpha} \cdot \sin \varphi$$

4) Понятно, что для максимизации  $S$  нужно максимизировать  $\sin \varphi$ , а он достигает своего максимума при  $\varphi = 90^\circ$



Тогда треугольник прямоугольный,  $\frac{S}{t}$  - его гипотенуза и равно  $|\frac{g t}{2}|$ ,

знаем из геометрии:  $\beta + \beta + \alpha = 90^\circ$ ,

где  $\beta + \alpha = \beta$  (угол, под которым мы бросали)



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.

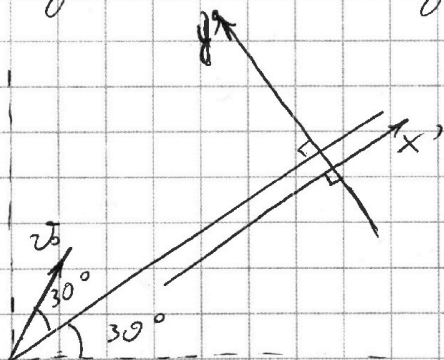
1  2  3  4  5  6  7

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!

5)  $2\alpha = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \beta = 60^\circ$  (см. рис.)

6)



Введём ось  $y'$  и  $x'$   
Ускорение будет  
равно  $g \cos \alpha$  по  
относительно оси  $y'$ , а

Время полёта найдём из следующего ур-ния:

$$2v_0 \sin \alpha = g \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ}$$

Перемещение найдём из вект. треугольника:

$$\frac{S}{t} \cos \alpha = v_0 \sin \alpha$$

$$S = v_0 t \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = v_0 \frac{2v_0 \sin 30^\circ \cdot \sin 30^\circ}{g \cos 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}$$

$$S = \frac{2v_0^2 \operatorname{tg}^2 30^\circ}{g}$$

$$S = \frac{2 \cdot 45^2 \cdot \frac{1}{3}}{10} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 15}{10} = 135 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \text{ м/с}$

$$S = \frac{2v_0^2 \operatorname{tg}^2 30^\circ}{g} = 135 \text{ м}$$



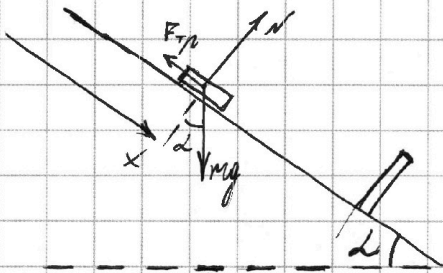
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$N = 3$



1) Заметим, что сначала модуль скорости шайбы увеличивается, значит шайба двигалась вниз вдоль плоскости.

Расставим силы на шайбу. Запишем 2-ой закон Ньютона в проекции на  $Ox$ :

$$m a_x = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

Пока шайба движется вниз:  $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 2 \frac{m}{c^2}$

После удара:  $|a_2| = \frac{|\Delta v_2|}{\Delta t_2} = 4 \frac{m}{c^2}$

2) Уравнения будут выглядеть так:

$$m |a_1| = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$+ m |a_2| = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$m (|a_1| + |a_2|) = 2 mg \sin \alpha$$

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

$$\sin \alpha = \frac{4+2}{2 \cdot 10} = 0,3$$



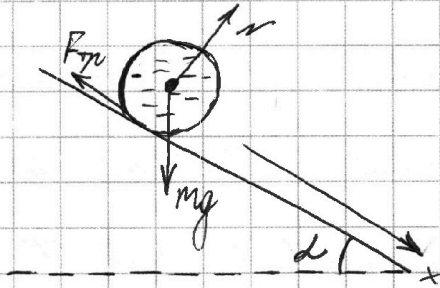


1  2  3  4  5  6  7

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!

3)



По т. Кёнига

кинетическая энергия

Болки будет равна:

$$E_0 = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

кинетическая энергия воды  $E_1 = \frac{mv^2}{2}$

(~~и~~ считаем, что вода не вращается)

Запишем закон сохр. энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} - 2mgh = 0$$

Болку можно представить как набор колец, поэтому  $I = mR^2$ ;  $\frac{I\omega^2}{2} = \frac{m(\omega R)^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$ ,

т.к. нет проскальзывания.

Тогда  $\frac{3}{2}mv^2 = 2mgh \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$

$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,3}{3}} = \sqrt{4} = 2 \text{ м/с} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4) Заметим, что движение по

оси x равноускоренное, поэтому верна

формула:  $\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x}$



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!

В нашем случае:  $v_0 = 0$ ;  $v^2 = \frac{4gh}{3}$ ;

$$x = h / \sin \alpha$$

Получаем:  $a = \frac{2 \cdot 2gh \sin \alpha}{2 \cdot 3 h} = \frac{2gh \sin \alpha}{3} = \frac{2}{3} \frac{gh \sin \alpha}{1} = \frac{2}{3} \frac{gh}{\cos^2 \alpha}$

5) В данной ситуации ~~ωR = v~~  $\omega R = v \quad \left| \frac{d}{dt} \right.$

$$\frac{d\omega}{dt} R = \dot{v} = a \quad \Rightarrow \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{R}$$

Запишем ~~здесь~~ <sup>отн. к М.</sup> ур-ие вращательного движения для бочки, когда коэф. трения минимален,

т.е. сила трения достигает предельного значения:  $F_{тр} \cdot R = I \frac{d\omega}{dt} \quad (\Sigma M = I \frac{d\omega}{dt})$

$$2 \mu mg \cos \alpha R = m R^2 \cdot \frac{a}{R} \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{a}{2g \cos \alpha}$$

(Здесь использовано, что  $N = mg \cos \alpha$ );  $\mu \geq \frac{a}{g \cos \alpha}$   
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad \Rightarrow \quad \mu \geq \frac{a}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$

Ответ:  $\sin \alpha = [0,3]$ ;  $v = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = [2 \text{ м/с}]$

$$a = \frac{2gh \sin \alpha}{3} = \frac{2}{3} \frac{gh \sin \alpha}{1}; \quad \mu \geq \frac{a}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\mu \geq \frac{4 \sin \alpha}{3 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}; \quad \mu \geq \frac{2}{10 \sqrt{1 - 0,09}}$$



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!

$$n = 4$$

Дано:  $Q = 600 \text{ Дж}$ ;  $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$ ,  $V = \text{const}$   
 $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$ ,  $p = \text{const}$ ;  $U = \frac{5}{2} pV$

~~$A$~~  - ? ;  $C_V$  - ? ;  $\frac{N_F}{N_K}$  - ?

Решение: 1) Пусть  $\gamma$  - полное кол-во в-ва.

1) Первое начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U ; \quad \Delta U = \gamma C_V \Delta T$$

~~$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$~~ ; если  $V = \text{const}$  (изохор. проц.),

то  $A_1 = 0$ , поэтому:

$$Q = \Delta U_1 \Rightarrow Q = \gamma C_V \Delta T_1 \Rightarrow \boxed{C_V \gamma = \frac{Q}{\Delta T_1}}$$

~~$$C_V \gamma = \frac{600 \text{ Дж}}{15 \text{ К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$~~

В изобарическом процессе:

$$Q = A + \Delta U_2$$

$$Q = A + \gamma C_V \Delta T_2$$

$$Q = A + Q \frac{\Delta T_2}{T_1} \Rightarrow$$

$$\boxed{A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 200 \text{ Дж}}$$



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  
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!

2) Воспользуемся формулой Майера:

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{Q}{\nu \Delta T_1} + R$$

$$\frac{Q}{\nu} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = R \Rightarrow \nu = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)$$

Тогда подставим  $\nu$  в уравнение для  $C_v$ :

$$C_v = \frac{Q}{\frac{Q}{R} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) \cdot \Delta T_1} = \frac{R}{\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 1} = \boxed{\frac{R \Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}} =$$

$$3) \nu = \nu_k + \nu_r = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = 2R \approx 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Распишем  $\Delta U$  в изохорическом процессе:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \Delta U_r + \Delta U_k = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 = \\ &= \frac{R \Delta T_1}{2} (3\nu_r + 5\nu_k) = Q \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} 3\nu_r + 5\nu_k = \frac{2Q}{R \Delta T_1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \nu_k + \nu_r = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) \end{cases}$$

Разделим эти уравнения друг на друга:  
(см. след. стр.)



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!

$$\frac{3\dot{V}_Г + 5\dot{V}_К}{\dot{V}_Г + \dot{V}_К} = \frac{2}{\Delta T_1 \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)}$$

$$2\dot{V}_Г + 2\dot{V}_К = (3\dot{V}_Г + 5\dot{V}_К) \left( \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 1 \right) \quad | : \Delta T_2$$

$$2\dot{V}_Г \Delta T_2 + 2\dot{V}_К \Delta T_2 = (3\dot{V}_Г + 5\dot{V}_К) (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$\dot{V}_Г (2\Delta T_2 - 3\Delta T_1 + 3\Delta T_2) = \dot{V}_К (5\Delta T_1 - 5\Delta T_2 - 2\Delta T_2)$$

$$\frac{\dot{V}_Г}{\dot{V}_К} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} ; \quad \frac{\dot{V}_Г}{\dot{V}_К} = \frac{\frac{N_Г}{N_A}}{\frac{N_К}{N_A}} = \frac{N_Г}{N_К}$$

Тогда:

( $N_A$  — число Авогадро)

$$\frac{N_Г}{N_К} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = 1$$

Ответ:  $A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 200 \text{ Дж} ;$

$$C_V = R \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} \approx 16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} ;$$

$$\frac{N_Г}{N_К} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{5\Delta T_2 - 3\Delta T_1} = 1 .$$



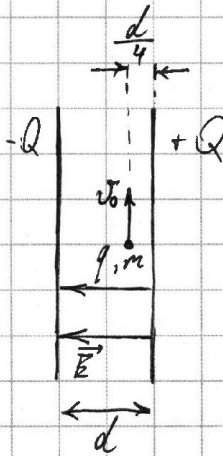
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$n=5$$



Дано:  $j = \frac{q}{m} > 0$ ;  $Q > 0$ ;  $-Q$ ;  
 $C$ ;  $d$ ;  $v_0$ ;  $\frac{d}{4}$  |  $R = ?$ ;  $v = ?$

$$1) C = \frac{S \epsilon_0}{d} \Rightarrow S = \frac{cd}{\epsilon_0}$$

$$2) E = 2 \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{S \epsilon_0} = \frac{Q}{cd}$$

$E$  - поле внутри конденсатора.  
 (От каждой обкладки по  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ )

(По т. Гаусса:  $\Phi = \sigma S / \epsilon_0 = 2 E_0 \cdot S$ ,  $\Rightarrow E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ )

3) Тогда на частицу действует сила:

~~$F = k \frac{Qq}{r^2}$~~   $\vec{F} = \vec{E} \cdot q$ ;  $F = \frac{Qq}{cd}$

Из 2-ого  $g$ -на Ньютона:

$$a = \frac{Qq}{cd}$$

$$4) a = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2 cd}{Qj}$$

5) Пренебрегаем полем вне конденсатора



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.

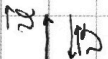
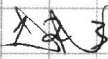
1  2  3  4  5  6  7

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

$$pdV + \left(\frac{c_1}{2} \nu_1 + \frac{c_2}{2} \nu_2\right)$$



$$Q = 600 \text{ Дж};$$

$$\Delta T_1 = 15 \text{ K}$$

$$V = \text{const}$$

$$\Delta T_2 = 10 \text{ K}$$

$$p = \text{const}$$

$$2 \Delta T_2 \nu_1 + 2 \Delta T_2 \nu_2 = (\Delta T_1 - \Delta T_2) (3 \nu_1 + 5 \nu_2)$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\mu mg \cos \alpha R = \mu R^2 \cdot \frac{Q}{R}$$

$$c = \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV + c_V \nu dT}{dT}$$

$$\frac{Q}{2} \nu R dT$$

$$\mu = \frac{m a}{\mu g \cos \alpha}$$

$$c_V = \frac{dQ}{dT}$$

$$M = \tau \beta$$

$$\mu mg \cos \alpha R$$

$$\frac{Q}{V} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right) = R$$

$$\nu = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{1}{\Delta T_1} \right)$$

$$dU = \frac{3}{2} \nu_2 R dT + \frac{5}{2} \nu_1 R dT$$

$$dU = \frac{dTR}{2} (3 \nu_2 + 5 \nu_1)$$

$$\frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{Q}{\nu \Delta T_1} + R$$

$$1) Q = (3 \nu_2 + 5 \nu_1) \frac{R}{2} \Delta T_1$$

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

$$c_p = \frac{Q}{\nu \Delta T_2}$$

$$c_p = c_V + R$$

$$2) Q = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) A + c_V \nu A \Delta T_2$$

$$Q = A + (3 \nu_2 + 5 \nu_1) \frac{R}{2} \Delta T_2$$

$$\nu = mg + \frac{5}{100} mg$$

$$100 \frac{\nu - mg}{mg}$$

$$\frac{5 \cdot 15 - 7 \cdot 10}{5 \cdot 10 - 3 \cdot 15}$$

$$3 \nu_1 + 5 \nu_2 = 4 \nu_1 + 4 \nu_2$$

$$\nu_1 = \nu_2$$

$$\frac{1}{10 \nu_1}$$

$$\frac{1}{5 \nu_1 - 100}$$

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  
\_\_ 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!

$$n=2 \quad v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} = \sqrt{\frac{2g \times \sin d}{3}} = \sqrt{\frac{2g \sin d}{3}} \cdot \sqrt{x}$$

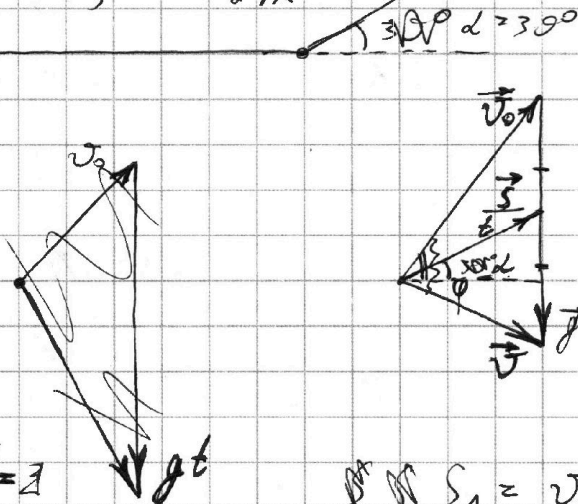
$$\frac{dv}{dt} = \sqrt{\frac{2g \sin d}{3}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$T = T_{\max} = 90$$

$$Q = \frac{35}{pQ}$$

$$\frac{p}{50} = 0$$

$$Q = \frac{35}{pQ}$$



$$dx = v dt$$

$$v = \sqrt{2gx}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2as}$$

$$n = \frac{0.380}{pQ} = \frac{0.20}{0} = 1$$

$$\frac{0.2}{0.5} = 0.4$$

$$S_{\Delta} = v_0 \cos \varphi \cdot g t = v \cdot v_0 \cdot \sin \varphi$$

$$v_0 \cos \beta \cdot g t = v \cdot v_0 \cdot \sin \varphi$$



$$S \cos d \cdot g = \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin d} \cdot v_0 \cdot \sin \beta$$

$$S^2 g^2 \cos^2 d = (v_0^2 - 2gS \sin d) \cdot v_0^2 \sin^2 \beta$$

$$\frac{0.35}{pQ} = n$$

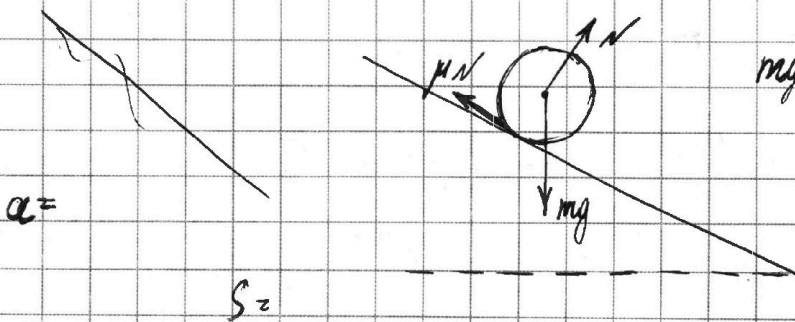
$$S^2 g^2 \cos^2 d + 2gS \sin d \cdot v_0^2 \sin^2 \beta - v_0^4 \sin^2 \beta = 0$$

$$b = n \cdot 7$$

$$a_1 = 2 \mu / c^2$$

$$a_2 =$$

$$h = 0,3 \mu$$



$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{I \omega^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh \sin \alpha}$$

$$x = 1.4$$