



Олимпиада «Физтех» по физике,  
36 февраль 2024

Вариант 10-03



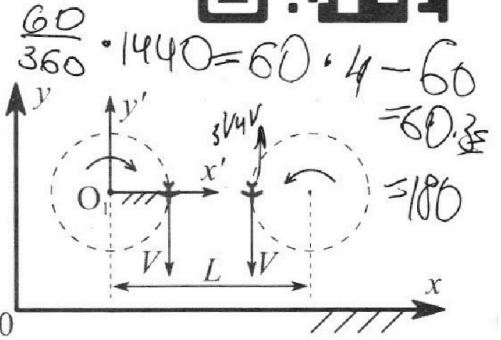
$$36 \cdot 4 = 144$$

$$\frac{60}{360} \cdot 1440 = 60 \cdot 4 = 240$$

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби

и радикалы.

$$\frac{3}{5} + \frac{36}{180} = \frac{3}{5} + \frac{2}{10} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$$



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R=360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

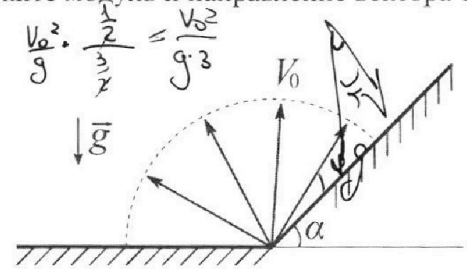
1) На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 1 \cdot \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2\sin^2 \alpha$$

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L=1,8 \text{ км}$ . 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  $\vec{U}$ .

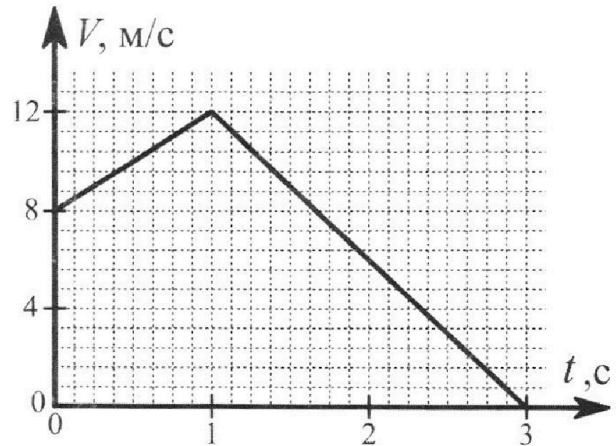
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1) Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

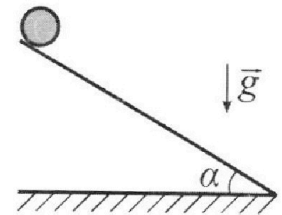
2) На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



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  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2) С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1 \text{ м}$ ?

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 10-03

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 960$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 48$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 30$  К.

- Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.  
 Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.  
 Найдите отношение  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\frac{10}{16} = \sqrt{\frac{30}{48}}$$

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. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.

Через нек оторое 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?

$$\frac{15}{2} + \frac{5}{2} = 10$$

$c = \frac{v}{\lambda}$

$\sqrt{2} \approx 1,42$

$0,3$

$42 \cdot 0,42 = 17,64$

$116 + 20 = 136$

$42 \cdot 1,42 = 59,64$

$420 \cdot 0,29 = 121,8$

$1360 - 284 = 1076$

$1278 - 288 = 990$

$820$

$96$

$288$

$96$

$2114$

$1477$

$1417$

$9919$

$1417$

$2668$

$1417$

$1707889$

$31420$

$8$

$11360$

$3142$

$9$

$1278$

$96$

$192$

$320$

$192$

$128$

$96$

$13$

$1,42$

$1,42$

$484$

$68$

$42$

$20364$

$141$

$141$

$564$

$141$

$19881$

$3200$

$96$

$192$

$1280$

$3200$

$288$

$320$

$\frac{25}{2} + \frac{7}{2} = 16$

$ma$

$K \cdot \frac{u}{c^2} \cdot u = I \cdot ER$

$mg \sin \alpha$

$K \cdot \frac{u}{c^2} \cdot u = K \cdot u^2 \cdot \frac{1}{c^2}$



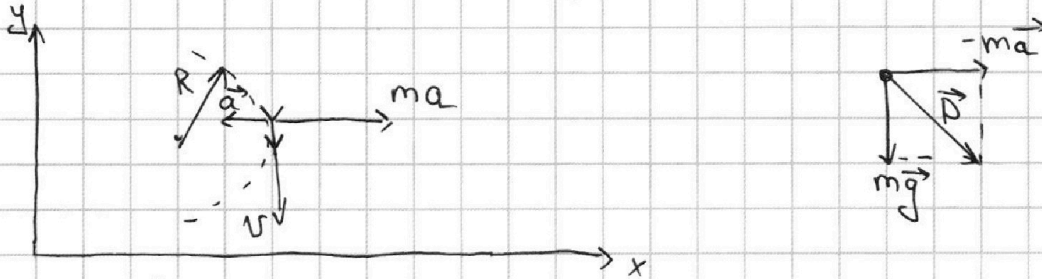
1  2  3  4  5  6  7

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!

**Задача 1.**

$V = 60 \text{ м/с}$     $R = 360 \text{ м}$     $g = 10 \text{ м/с}^2$



1)  $\vec{P} = m\vec{g} - m\vec{a}$

2)  $a$  - центростремительное ускорение.

$P = \sqrt{g^2 + a^2} \cdot m$

$ma = m \frac{v^2}{R}$     $a = \frac{v^2}{R}$

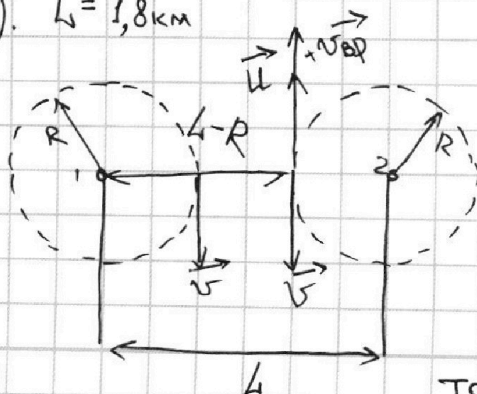
3)  $\delta = 100\% \cdot \left(1 - \frac{mg}{P}\right) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{g}{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}\right) =$

$= 100\% \cdot \left(1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \left(\frac{60 \cdot 60}{360}\right)^2}}\right) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{10}{\sqrt{100 + 100}}\right) =$

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

$\delta = \left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% \approx 30\% \quad (1)$

4)  $L = 1,8 \text{ км}$



Для нахождения скорости  $\vec{v}$  перейдем во вращающуюся со  $x'O'y'$

$\omega = v/R$

Пре переходе нурию из каждой точки взять соответствующую скорость  $v_{вр}$





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!

$\vec{u} = \vec{v}_{вр} + \vec{v}$  (пусть  $\vec{u}$  направлено в положительном направлении оси  $y$ )

$$u = \frac{v}{R}(L-R) - v = v \left( \frac{L-2R}{R} \right) = v \left( \frac{L}{R} - 2 \right) =$$
$$= v \left( \frac{1800}{360} - 2 \right) = v \cdot 3 = 3v = 180 \text{ м/с (2)}$$

т.к.  $u > 0 \Rightarrow$  оно действительно направлено в положительном направлении оси  $y$

Ответ:  ~~$\delta = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \cdot 100\% \approx 29\%$~~   $\delta = \left( \frac{2-\sqrt{2}}{2} \right) 100\% \approx 29\%$

$u = 180 \text{ м/с}$ , направлено в положительном направлении оси  $oy$ .





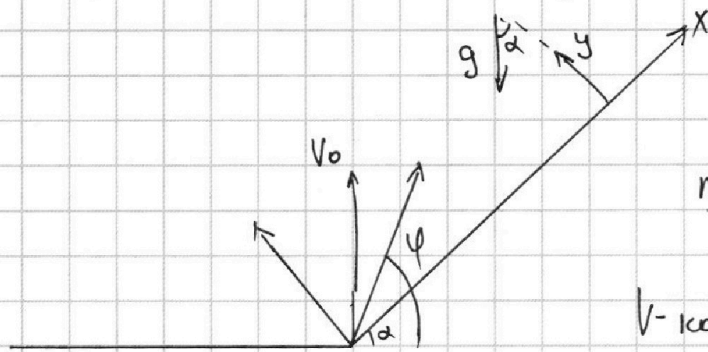
1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 2.

$$\sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = 0,6 \quad H = 45 \text{ м} \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$



1) из закона сохранения энергии =>

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV^2}{2}$$

V - конечная скорость

$H_{\max} \rightarrow V = 0 \Leftrightarrow$  достигается осколком, летящим вертикально вверх.

$$\frac{V_0^2}{2} = gH \quad V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с} = V_0(1)$$

2. Введем угол  $\varphi$  так, как он показан на рисунке

(в этом пункте  $\varphi \in [\alpha; 90^\circ)$ , осколки пуценынае под другим углом не упадут на поверхность)

тогда ось y:  $y(t) = V_0 \sin(\varphi - \alpha)t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$

у конечное = 0  $V_0 \sin(\varphi - \alpha) = \frac{g \cos^2 \alpha t}{2} \quad t = \frac{2V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha}$

ось x:  $x(t) = V_0 \cos(\varphi - \alpha)t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} =$

$$= V_0 \cos(\varphi - \alpha) \cdot \frac{2V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin^2 \alpha}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha)}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \cos(\varphi - \alpha) \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \alpha} - \frac{2V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha) \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \sin(2\varphi - 2\alpha) - 2 \sin^2(\varphi - \alpha) \operatorname{tg} \alpha \right)$$



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!

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

$$x = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left( \sin(2\varphi - 2\alpha) - \operatorname{tg} \alpha + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) =$$
$$= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left( \sin(2\varphi - 2\alpha) + \cos(2\varphi - 2\alpha) \cdot \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha \right)$$

$$x_{\max} \Rightarrow \max \sin(2\varphi - 2\alpha) + \cos(2\varphi - 2\alpha) \operatorname{tg} \alpha =$$
$$= \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \left( \sin(2\varphi - 2\alpha + \beta) \right) \Rightarrow$$
$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

$$\Rightarrow \max = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot 1 = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$S = x_{\max} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left( \frac{1}{\cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) =$$

~~$$= \frac{900}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} \cdot 0,8 \cdot 0,8 = \frac{900 \cdot 64}{10 \cdot 36} = \frac{90 \cdot 64}{36} = \frac{18 \cdot 64}{6} = \frac{5 \cdot 64}{2} = 5 \cdot 32 =$$~~

$$= \frac{900}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} \cdot 0,2 = \frac{900 \cdot 20}{10 \cdot 36} = \frac{90 \cdot 20}{36} = \frac{15 \cdot 20}{6} = \frac{5 \cdot 20}{2} = 50 \text{ м} = S_{(2)}$$

Ответ:  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ ;  $S = 50 \text{ м}$ .



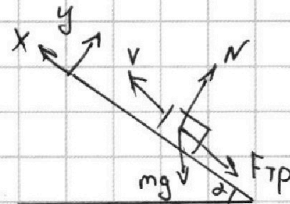
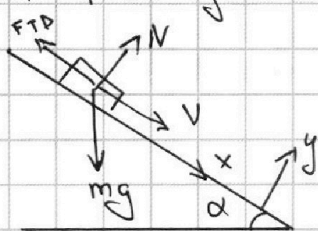
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Задача 3.  
1) т.к на первом участке шайба разгоняется  $\Rightarrow$  движение вниз по наклонной пл.



$$N = mg \cos \alpha \quad (0y)$$

$$a_{x1} = \frac{12-8}{1} = 4 \text{ м/с}^2 \quad F_{тр} = \mu N$$

$$a_{x2} = \frac{0-12}{2} = -6 \text{ м/с}^2$$

$$m a_{x1} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

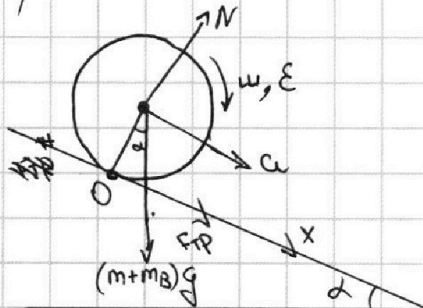
$$m a_{x2} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$m(a_{x1} - a_{x2}) = 2mg \sin \alpha$$

$$a_{x1} - a_{x2} = 2g \sin \alpha \quad \sin \alpha = \frac{a_{x1} - a_{x2}}{2g} = \frac{4+6}{2 \cdot 10} = 0,5$$

$$\sin \alpha = 0,5 \quad \alpha = 30^\circ$$

2)  $m_B = 3m$   $m$  - масса бочки  $m_B$  - масса груза



Куда точно направлена сила трения мы не знаем.

отн. т.д. ~~...~~

$$(m_B + m) g \sin \alpha \cdot R = I \epsilon$$

$$(m_B + m) g \sin \alpha R = (m + \frac{1}{2} m_B) R^2 \epsilon$$

$$I = m R^2 + \frac{1}{2} m_B R^2$$

момент инерции

$$a_{\tau} = \epsilon R = a \leftarrow \text{ускорение центра масс}$$

$$(m_B + m) g \sin \alpha = (m + \frac{1}{2} m_B) \cdot \epsilon R = (m + \frac{1}{2} m_B) \cdot a$$

$$a = \frac{m_B + m}{m + \frac{1}{2} m_B} g \sin \alpha = \frac{3m + m}{m + 1,5m} \cdot \frac{1}{2} g = \frac{4}{5} g = 8 \text{ м/с}^2$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{v^2}{2a} \quad v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 1} = 4 \text{ м/с} = v \quad (2)$$





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 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!

$$a = 8 \text{ м/с}^2 \quad (3)$$

$$N = (m_B + m) g \cos \alpha$$

3) без проскальзывания  $\Rightarrow F_{\text{тр}} \text{ покоя} \leq \mu N \leq \mu (m_B + m) g \cos \alpha$

Второй закон Ньютона ось X:

$$(m + m_B) g \sin \alpha + F_{\text{тр}} = (m + m_B) a$$

$$\cancel{F_{\text{тр}}} \quad F_{\text{тр}} = (m + m_B)(a - g \sin \alpha) \leq \mu (m_B + m) g \cos \alpha$$

$$a - g \sin \alpha \leq \mu g \cos \alpha$$

$$\cancel{8} \quad \mu \geq \frac{a - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{8 - 10 \cdot 0,5}{10 \sqrt{3}} \cdot 2$$

$$= \frac{0,8 - 0,5}{\sqrt{3}} \cdot 2 = \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{6}{10\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{10} = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{5}$$

Ответ: 1)  $\sin \alpha = 0,5$

2)  $V = 4 \text{ м/с}$

3)  $a = 8 \text{ м/с}^2$

4)  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{5}$

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.

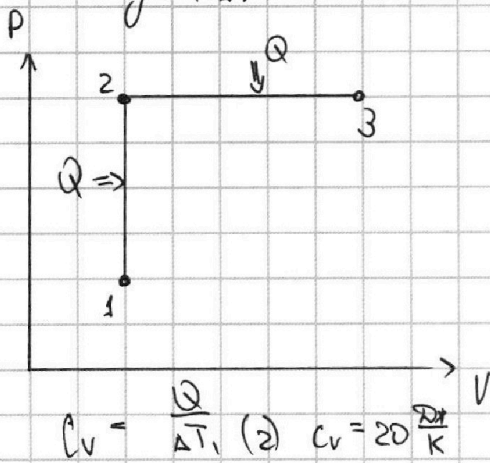


1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 4.



1)  $\nu_{He}$  - кол-во гелия

$\nu_{O_2}$  - кол-во кислорода

$$2) \frac{N_{\Gamma}}{N_{K}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \alpha$$

3) Первое начало термодинамики.

$$Q_{12} = Q = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T_1$$

$$C_V = \frac{3}{2} \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R$$

$$Q_{23} = Q = A_{23} + \Delta U_{23} = A_{23} + \cancel{\nu C_V \Delta T_2} + \nu C_V \Delta T_2$$

~~4)~~

$$A_{23} = Q - \nu C_V \Delta T_2 = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$A_{23} = 960 \left( 1 - \frac{30}{48} \right) = 960 \cdot \left( \frac{18}{48} \right) = 960 \cdot \frac{3}{8} = \frac{480 \cdot 3}{4} = \frac{120 \cdot 3}{1}$$

$$A = A_{23} = 360 \text{ Дж} \quad (1)$$

$$Q_{23} = C_P \Delta T_2 \quad C_P = \frac{Q_{23}}{\Delta T_2} = \frac{Q}{\Delta T_2}$$

$$C_P = \frac{5}{2} \nu_{He} R + \frac{7}{2} \nu_{O_2} R \quad \alpha = \frac{N_{\Gamma}}{N_{K}}$$

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{\frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2}}{\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2}} = \frac{\frac{5}{2} \alpha + \frac{7}{2}}{\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2}} = \frac{48}{30} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{25}{2} \alpha + \frac{35}{2} = \frac{24}{2} \alpha + \frac{40}{2} \quad \frac{1}{2} \alpha = \frac{5}{2} \quad \alpha = 5$$

$$\text{Ответ: } A = 360 \text{ Дж}, \quad C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \quad \frac{N_{\Gamma}}{N_{K}} = 5$$



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.



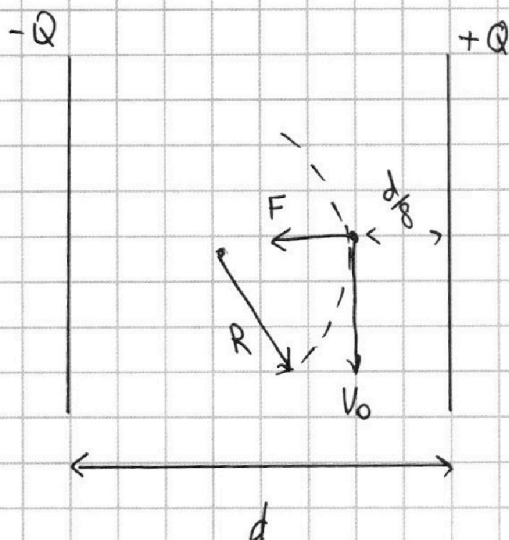
1  2  3  4  5  6  7

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!

Задача 5.



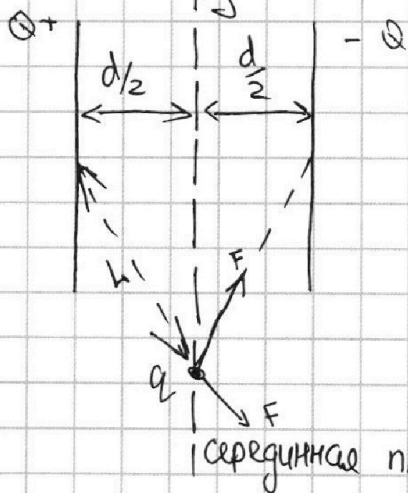
$$F = ma \quad a = \frac{v_0^2}{R}$$

положительно заряженная частица ( $y > 0$ ) отталкивается с  $+Q$  и притягивается с  $-Q$

$$\begin{aligned} F &= F_{от} + F_{пр} = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 + \frac{kQq}{49d^2} \cdot 64 = \\ &= \frac{kQq}{d^2} \left( 64 + \frac{64}{49} \right) = \frac{kQq}{d^2} \cdot \left( \frac{64 \cdot 50}{49} \right) = F \end{aligned}$$

$$a = \frac{F}{m} \quad \frac{v_0^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{3200}{49}$$

$$V = \frac{kQ}{d} \quad \frac{kQ}{d} = \frac{49 v_0^2 d}{3200 y R} = V(1)$$



ускорение по оси  $y$  равно 0

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + E_{qH} = \frac{mv^2}{2} + E_{qK}$$

$E_q$  - потенциальная энергия

$$E_{qK} = -\frac{kQq}{L^2} - \frac{k(-Q)q}{L^2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + E_{qH} = \frac{mv^2}{2} \quad v_0^2 + \frac{2}{m} E_{qH} = v^2$$





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 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!

$$\begin{aligned}V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \left( -\frac{kQq}{d} \cdot 8 - \frac{k(-Q)q}{7d} \cdot 8 \right) &= V^2 = \\= V_0^2 + \frac{2}{m} \left( \frac{kQq}{d} \cdot 8 \left( \frac{1}{7} - 1 \right) \right) &= V_0^2 + \frac{2}{m} \left( \frac{kQq}{d} \cdot 8 \cdot \left( -\frac{6}{7} \right) \right) = \\= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot \frac{kQq}{m} &= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot \frac{kQY}{m} = \\= V_0^2 - \frac{96}{7d} \cdot kY \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{4gd^2}{3200 \cdot kY} &= \\= V_0^2 - \frac{V_0^2 d}{R} \cdot \frac{96 \cdot 7}{3200} &= V_0^2 \left( 1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{7 \cdot 3 \cdot 32}{10 \cdot 32 \cdot 10} \right) = \\= V_0^2 \left( 1 - \frac{d}{R} \cdot \frac{21}{100} \right) &= V^2\end{aligned}$$

$$V = V_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{21d}{100R}} \quad (2)$$

Ответ:  $V = \frac{49V_0^2 d}{3200YR}$

$$V = V_0 \sqrt{1 - \frac{21d}{100R}}$$



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!

Задача 4.

$$C_p = C_v + R$$

~~Решение~~

Первое начало термодинамики:

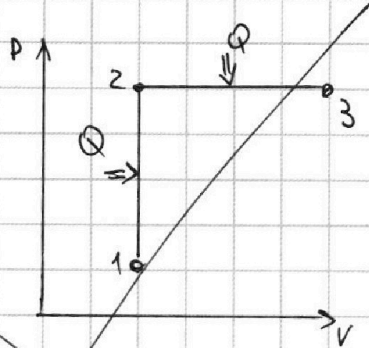
$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = C_v \cdot \Delta T_1 = Q$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = (C_v + R) \cdot \Delta T_2 = Q$$

~~Решение~~

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360}{48} = 20 \frac{Дж}{К} \quad (2)$$

$$A_{23} =$$





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.



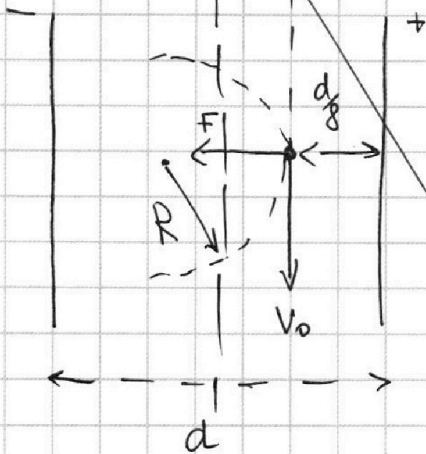
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

Задача 5.

$$\gamma = \frac{q}{m} > 0$$

$q > 0 \leftarrow$  отталкивание с положительной заряженной обкладкой  
серединная плоскость



$$F = ma \quad a = \frac{V_0^2}{R}$$

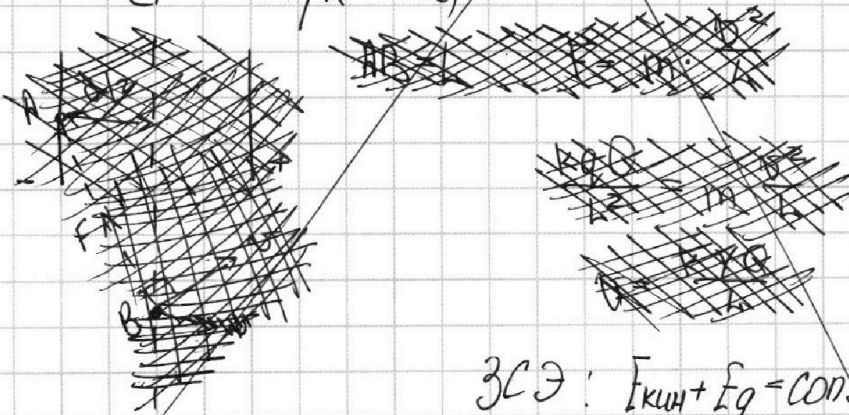
$$F = \frac{kqQ}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$

$Q$  - заряд на конденсаторе

$$64 \frac{kqQ}{d^2} = m \frac{V_0^2}{R}$$

$$64 \frac{k\gamma Q}{d^2} = \frac{V_0^2}{R} \quad Q = \frac{V_0^2 d^2}{64k\gamma R} \quad (1)$$

$$U = \frac{kQ}{d} = \frac{V_0^2 d}{64\gamma R} = U(z)$$

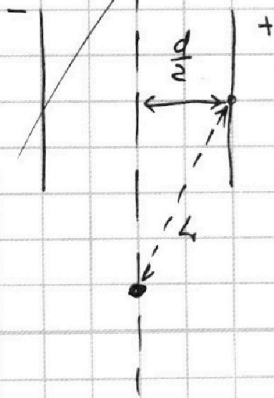


ЗСЭ:  $F_{кип} + F_g = \text{const}$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{d^2} \cdot 64 = \frac{v^2}{2} - \frac{kQ\gamma}{L^2}$$

$$-\frac{kQq}{L^2}$$







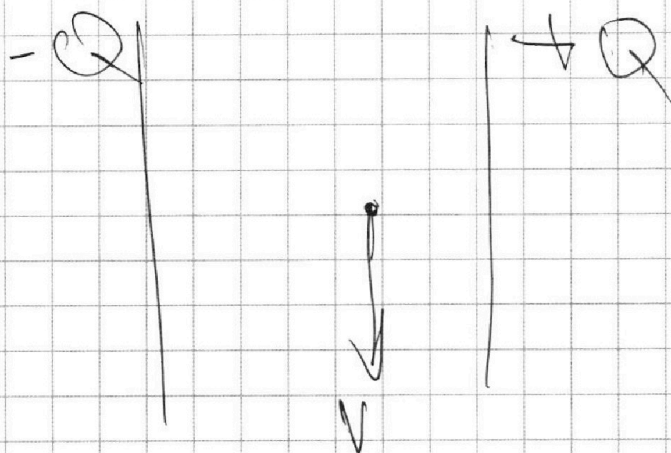


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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



$$\frac{v^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{3200}{49}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{kQq}{d^2} \cdot 64 + \frac{kQq}{49d^2} \cdot 64$$

$$= \frac{kQq}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49}$$

$$v = \frac{kQ}{d} \cdot \frac{49v^2 d}{\gamma R \cdot 3200}$$

$$v = v_0^2 + F_{\text{нел}} \cdot \frac{d}{m}$$

$$F_{\text{нел}} = -\frac{kQq}{a} g + \frac{kQq}{7d} g = -\frac{kQq}{d} \cdot \frac{6g}{7}$$

$$-\frac{kQq}{d} \cdot g \cdot \frac{6}{7} = \frac{4g}{7} \cdot \frac{kQq}{d}$$

$$v \neq v_0^2 \quad \frac{96}{7} \frac{kQq}{dm} \quad v_0 \left( 1 + \frac{49 \cdot 96 d}{3200 \cdot 7} \right)$$

$$v_0 \left( 1 + \frac{7 \cdot 3}{100} \right) = \frac{21}{100} \frac{d}{R}$$

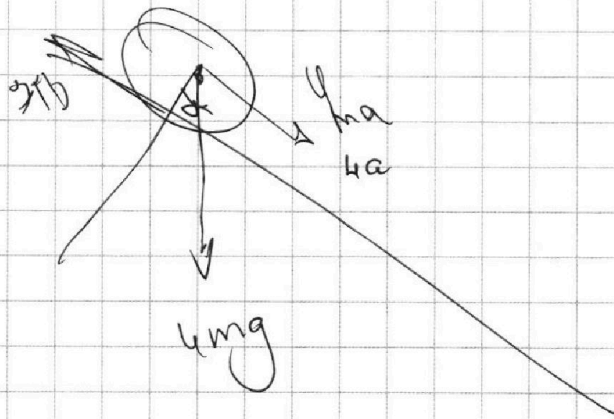


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$2mg + F_{тр} = 3mg$$

$$F_{тр} = mg \left( \mu \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$a = g + \frac{F_{тр}}{m}$$

$$0,5g = \frac{F_{тр}}{m}$$

$$F_{тр} = 0,5mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

$$\frac{8}{5} \left( \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right) = \frac{\frac{5}{2}\alpha + \frac{7}{2}}{\frac{3}{2}\alpha + 5}$$

$$\mu = \frac{0,5 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{3 \cdot 2}{10\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{10} = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$Q = \frac{Q}{A \cdot d} = \frac{960}{48} = 20$$

$$24d + 20 = 25d + 35$$

$$A = 960 - 20 \cdot 30$$

$$\alpha = 5$$

$$= 960 - 600 = 360$$