

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

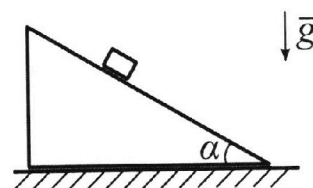
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 3T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

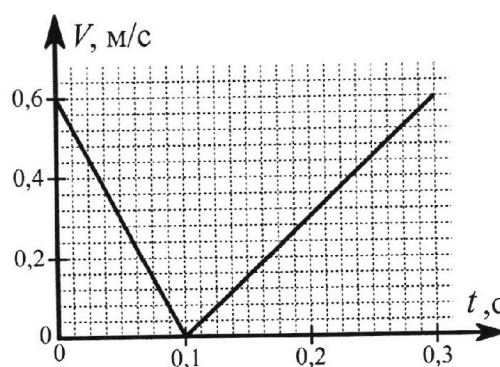
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.
2. Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.
3. Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль N силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





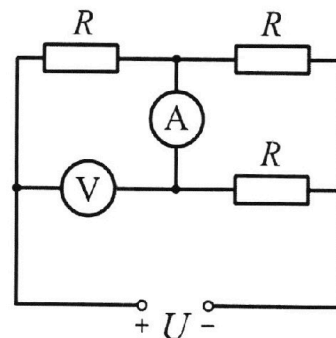
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре t_1 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °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 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!

Дано:
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$
 $v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $T = 4 \text{ с}$

Найти: S ; F ; A

$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = -\vec{v}_0 + \frac{\vec{v}_0}{T} \cdot t$
 $\text{const} \Rightarrow \text{п/п движение}$

$\vec{v}_H = -\vec{v}_0 \Rightarrow v_{Hx} = v_0 - v_0$
 $\vec{a} = \frac{\vec{v}_0}{T} \Rightarrow a_x = \frac{v_0}{T}$

График скорости v_x vs t :

$t_{gd} = a_x = \frac{v_0}{T}$
 $t_{gd} = \frac{|v_H|}{a_x} = \frac{v_0}{a_x}$
 $\frac{v_0}{t_1} = \frac{v_0}{T} \Rightarrow t_1 = T$

↓
 тело останавливается и
 начинает двигаться в другую сторону
 через $t = T$

$|S_1| = \frac{1}{2} |t_1 \cdot v_H| = \frac{T \cdot v_0}{2}$
 $|S_2| = \frac{1}{2} \frac{v_0 (3T - t_1)}{2} = \frac{v_0 \cdot 2T \cdot t_{gd} \cdot 2T}{2} = 2 v_0 T$
 $S = |S_1| + |S_2| = \frac{T \cdot v_0}{2} + 2 v_0 T = v_0 T \cdot 2,5$
 $S = 2,5 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ м}$

$\vec{F} = m \vec{a}$ по II закону Ньютона

ОХ: $F = m a_x = m \cdot \frac{v_0}{T}$
 $F = 0,4 \text{ кг} \cdot \frac{2 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,2 \text{ Н}$



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

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!

Дл. к. в промежуток времени от $t=0$ до $t=T$
направление скорости не меняется и она противоположна $a \Rightarrow F$ то $A = -F|S_x'|$

$$S_x' = -v_0 \cdot t$$

$$S_x' = v_0 \cdot t + \frac{a_x t^2}{2} = -v_0 \cdot t + \frac{\frac{v_0}{T} \cdot t^2}{2}$$

$$S_x' = -v_0 T + \frac{\frac{v_0}{T} \cdot T^2}{2} = v_0 T \left(\frac{1}{2} - 1 \right) = -\frac{1}{2} v_0 T$$

$$A = -F \cdot |S_x'| = -F \left| -\frac{1}{2} v_0 T \right| = -\frac{1}{2} F \cdot v_0 T$$

$$A = -\frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с} = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$

$$F = 0,2 \text{ Н}$$

$$A = -0,8 \text{ Дж}$$



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

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!

Дано:

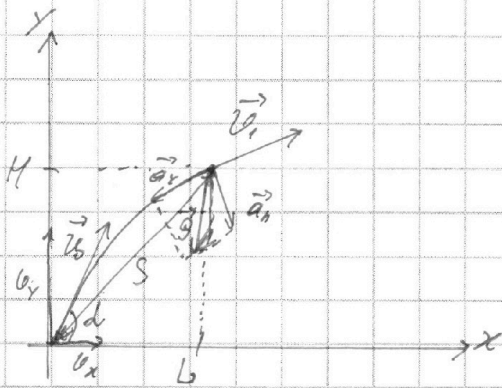
$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2 \text{ c}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = 2v_1$$

Ищем: H, S, R



$$v_{x0} = v_{x1} \quad \text{т.к. } a_x = 0$$

$$v_{y1} = v_{y0} - gT$$

$$v_0 = v_{x0} \cdot \sin \alpha$$

$$v_0 = v_{x1}$$

$$v_{x0} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$v_{y0} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_1 = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y1}^2}$$

$$v_0^2 = 4v_0^2 + g^2 T^2 - 4v_0 \cdot \sin \alpha \cdot g T$$

$$3v_0^2 - 4v_0 \cdot \sin \alpha \cdot g T + 4g^2 T^2 = 0$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot \sin \alpha \cdot g T \pm \sqrt{16 \sin^2 \alpha \cdot g^2 T^2 - 48 g^2 T^2}}{6}$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot \sin 60^\circ \cdot (10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}) \cdot (2 \text{ c}) \pm \sqrt{16 \cdot \sin^2 60^\circ \cdot (10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})^2 \cdot (2 \text{ c})^2 - 48 \cdot (10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})^2 \cdot (2 \text{ c})^2}}{6}$$

$$= \frac{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \pm \sqrt{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} (48 - 48)}}{6} = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = T \cdot v_{y0} \cdot \frac{g T^2}{2}$$

$$H = T \cdot v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{g T^2}{2}$$



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

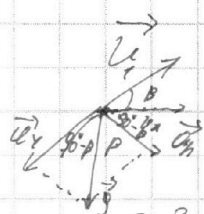
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$H = 2C \cdot \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \sin 60^\circ - \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 4C^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$$S = \sqrt{H^2 + L^2} = \sqrt{H^2 + (v_0 \cdot T)^2} = \sqrt{H^2 + v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot T^2}$$

$$S = \sqrt{400 \text{ м}^2 + \left(\frac{40 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot (2C)^2} = \sqrt{400 \text{ м}^2 + \frac{1600}{3} \text{ м}^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{2800}{3}} \text{ м} = 20 \cdot \sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м} \approx 20 \cdot 1,5 \text{ м} = 30 \text{ м}$$



$$\cos \beta = \frac{v_H}{v_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_H}{v_1} = \frac{a_H}{g}$$

$$\cos \beta = \frac{a_H}{g}$$

$$a_H = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_H} = \frac{v_1^2}{g \cdot \frac{v_H}{v_1}} = \frac{v_1^3}{g \cdot v_H}$$

$$R = \frac{v_1^3}{g \cdot v_H} = \frac{v_1^3}{g \cdot v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{v_1^3}{g \cdot v_0 \cdot \cos 60^\circ}$$

$$R = \frac{\left(\sqrt{\left(\frac{40 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}}\right)^2 + \left(10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)^2 + (2C)^2} - 2 \cdot \frac{40 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}} \cdot \sin 60^\circ \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2C\right)^3}{g \cdot v_0 \cdot \cos 60^\circ}$$

$$= \frac{\left(\sqrt{\frac{1600}{3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 800 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}\right)^3}{\frac{20 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{1600 - 1200}{3}}\right)^3}{\frac{20 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$= \frac{\left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^3 \frac{\text{м}^3}{\text{с}^3}}{\frac{20 \text{ м}}{\sqrt{3} \text{ с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{400}{30} \text{ м} = \frac{40}{3} \text{ м} = 13,3 \text{ м}$$



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

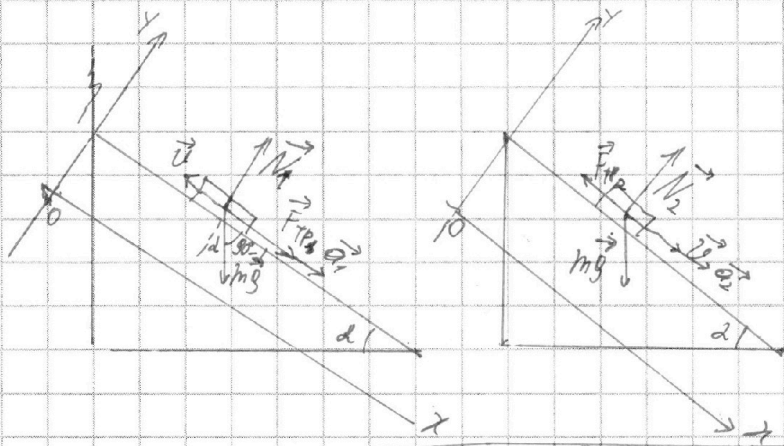
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\mu = 1,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



Найти: L ; N_k ; μ_k

Из графика видно, что в один момент характер изменения v становится т.е. уменьшится a , которое в свою очередь становится из-за изменения направления v и следствием этого $F_{тр}$

$$a_1 = \tan \alpha_1 = \frac{0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,1 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = \tan \alpha_2 = \frac{0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\vec{N} + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = m\vec{a}, \quad (I)$$

$$OX: F_{тр} + mg \cdot \cos 30^\circ \cdot L = ma_1$$

$$OY: N - mg \cdot \sin 30^\circ \cdot L = 0$$

$$F_{тр} = N \cdot \mu_k = mg \cdot \cos 30^\circ \cdot \mu_k$$

$$mg \cdot \cos 30^\circ \cdot \mu_k + mg \cdot \cos 30^\circ \cdot L = ma_1$$

$$\mu_k \cdot \cos 30^\circ = \frac{a_1 - g \cdot \sin 30^\circ \cdot L}{g} = \frac{a_1}{g} - \sin 30^\circ \cdot L$$



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!

$$\vec{N} + \vec{F}_{TP_2} + m\vec{g} = m\vec{a}_2 \quad (II)$$

$$OX: -F_{TP_2} + mg \sin \alpha = ma_2; \quad OY: N - mg \cos \alpha = 0$$

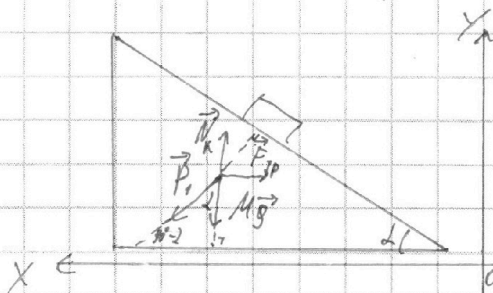
$$F_{TP_2} = \mu_m \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

$$\sin \alpha - \mu_m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot m + mg \sin \alpha = ma_2$$

$$\cos \alpha \cdot \mu_m = \frac{a_2}{g} - \sin \alpha \sin \alpha - \frac{a_2}{g}$$

$$\frac{a_1}{g} - \sin \alpha = \sin \alpha - \frac{a_2}{g}$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{6 \frac{m}{c^2} + 3 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{9}{20}$$



$$\vec{N}_K + m\vec{g} + \vec{F}_{TP} + \vec{P}_1 = 0$$

$$OY: N_K - mg - P_1 \cos \alpha = 0$$

$$P_1 = N_K \quad (III)$$

$$N_K = mg + mg \cos^2 \alpha = mg (1,5 + m \cdot (1 - \sin^2 \alpha)) =$$

$$= mg (1,5 + (1 - \sin^2 \alpha))$$

$$N_K = 0,4 \text{ кН} (1,5 + (1 - \frac{81}{400})) \cdot 10 \frac{m}{c^2} = 0,4 \text{ кН} \cdot \frac{600 + 19}{400} \cdot 10 \frac{m}{c^2} =$$

$$= 6,19 \text{ Н}$$

$$OX: P_1 \sin \alpha - F_{TP} = 0; \quad \mu_{\min} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{N_K}$$

$$mg \cos \alpha \sin \alpha = \mu_{\min} \cdot N_K$$

$$\mu_{\min} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{N_K} \Rightarrow \mu_{\min} = \frac{0,4 \text{ кН} \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{9}{20} \cdot \frac{19}{400}}{6,19 \text{ Н}} \approx 0,04$$

$$\mu_K \geq 0,04$$



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.

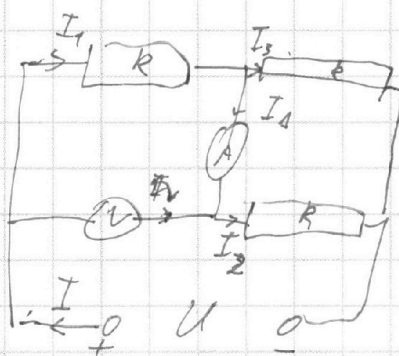
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

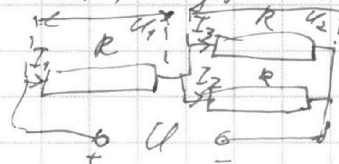
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:
 $R = 200 \Omega$
 $U = 120 В$

Найти: I_1, I_2, I_3, I_4, P



т.к. требуется
идеально точно
получить следующую
эквивалентную схему



$$\frac{U_1}{R} = I_1$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R}; I_3 = \frac{U_2}{R} \Rightarrow I_2 = I_3$$

$$U_2 + U_1 = U$$

$$I_1 \cdot R + I_2 \cdot R = U$$

$$I_1 \cdot R + I_3 \cdot R = U$$

$$2I_1 + I_2 + I_3 = \frac{2U}{R} \Rightarrow 3I_1 = \frac{2U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{2U}{3R}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2} = \frac{U}{3R}$$

$$I = I_1 = \frac{2U}{3R}$$

$$I = \frac{2 \cdot 120 В}{3 \cdot 200 \Omega} = 0,4 А$$

$$I_A = I_2 \text{ т.к. через } \odot \text{ ток почти не идет}$$

$$I_A = \frac{U}{3R}$$

$$I_A = \frac{120 В}{3 \cdot 200 \Omega} = 0,2 А$$

$$R_0 - R \text{ вычис}$$

$$R_0 = R + \frac{R \cdot R}{R + R} = 1,5R$$

$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{1,5R}$$

$$P = \frac{(120 В)^2}{1,5 \cdot 200 \Omega} = 48 Вт$$



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!

Дано:

$$C_A = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_B = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{11}{9}$$

$$t_2 = -20^\circ\text{C}$$

Найти: δ ; t_1

$$n = \frac{m_{B2}}{m_{A2}}$$

$$m_{B1} = m_{A1} = m$$

$$\begin{cases} m_{B2} = \delta \cdot m_{A1} + m_{B1} \\ m_{A2} = m_{A1} - \delta m_{A1} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\delta m_{A1} + m_{B1}}{m_{A1} - \delta m_{A1}} = \frac{\delta m + m}{m - \delta m} = \frac{\delta + 1}{1 - \delta}$$

$$n - n\delta = \delta + 1 \Rightarrow \delta = \frac{n - 1}{n + 1}$$

$$\delta = \frac{\frac{11}{9} - 1}{\frac{11}{9} + 1} = \frac{11 - 9}{11 + 9} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$C_A(t_0 - t_2)m + \delta m \cdot \lambda = m \cdot C_B(t_1 - t_0)$$

$$C_A(t_0 - t_2) + \delta \cdot \lambda - C_B \cdot t_0 = C_B \cdot t_1$$

$$t_1 = \frac{C_A(t_0 - t_2) + \delta \lambda - C_B t_0}{C_B}$$

$$t_1 = \frac{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (0 - (-20^\circ\text{C})) + 0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$= \frac{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} + 33,6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = \frac{75,6}{4,2} ^\circ\text{C} = 18^\circ\text{C}$$



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!

Handwritten solution on graph paper for a circuit problem.

Circuit Diagram: A voltage source U is connected in series with a resistor R and a parallel combination of two resistors k . The current through the source is I_1 . The current through the first parallel resistor is I_2 , and the current through the second parallel resistor is I_3 . The voltage across the parallel combination is U_1 .

Calculations:

1.
$$\frac{U_1}{R} = I_1$$

2.
$$\frac{U_2}{R} = I_2 = I_3$$

3.
$$I_1 \cdot R + I_2 \cdot R = U$$

4.
$$\frac{U}{R} = I_1 + I_2$$

5.
$$\frac{2U}{R} = 2I_1 + I_2 + I_3$$

6.
$$\frac{2U}{R} = 3I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{2}{3} \frac{U}{R} \Rightarrow I_2 = I_3 = \frac{1}{3} \frac{U}{R}$$

7.
$$I = I_1 = \frac{2}{3} \frac{U}{R}$$

8.
$$I = \frac{2}{3} \cdot \frac{1200}{2000} = 0,4 \text{ A}$$

9.
$$I_+ = I_2 = \frac{1}{3} \frac{U}{R} \text{ m. } I_V = \frac{U_V}{R_V}, \text{ a. } R_V \gg R \Rightarrow I_V \ll I_1$$

10.
$$I_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1200}{2000} = 0,2 \text{ A}$$

11.
$$R_0 = R + \frac{R}{2} = 1,5 R$$

12.
$$P = \frac{U^2}{R_0}$$

13.
$$P = \frac{(1200)^2}{1,5 \cdot 2000} = \frac{40 \cdot 120}{100} = 48 \text{ Вт}$$

14.
$$U_0^2 = 4U_0^2 + 4g^2T^2 - 8U_0 \sin 2gT$$

15.
$$3U_0^2 - 8U_0 \sin 2gT + 4g^2T^2 = 0$$

16.
$$P = 64 \sin^2 2gT^2 - 48g^2T^2 = 9^2T^2 - (64 \sin^2 2gT - 48)$$

17.
$$0 = 9^2T^2 - 0$$

18.
$$U_0 = \frac{9T \cdot 10^4 \cdot 20}{6}$$

19.
$$U_0 = \frac{80 \cdot 10^4 \cdot 20}{6}$$

20.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

21.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

22.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

23.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

24.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

25.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

26.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

27.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

28.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

29.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

30.
$$U_0 = \frac{1600000}{6} = 26666,67 \text{ V}$$

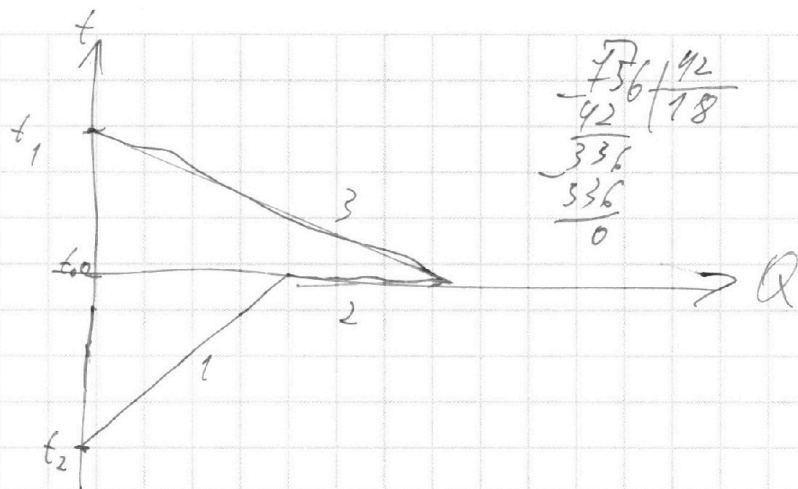


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$h = \frac{m_{B_2}}{m_{A_2}}$$

$$m_{B_2} = m_{A_2} \cdot h = m$$

$$\begin{cases} m_{B_2} = 8 \cdot m_{A_2} + m_{B_1} \\ m_{A_2} = m_{A_1} - 8 m_{A_1} \end{cases} \Rightarrow h = \frac{8 \cdot m_{A_1} + m_{B_1}}{m_{A_1} - 8 m_{A_1}} = \frac{m_{A_1} \cdot 8 + m_{B_1}}{m_{A_1} - 8 m_{A_1}} = \frac{8+1}{1-8}$$

$$h - 8h = 8+1 \Rightarrow h \cdot (-7) = 9 \Rightarrow h = -\frac{9}{7}$$

$$\delta = \frac{\frac{11}{9} - 1}{\frac{11}{9} + 1} = \frac{11-9}{11+9} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$$

$$m_{A_2} = m(1-\delta)$$

$$m_{B_2} = m(1+\delta)$$

$$t_1 = \frac{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (0 - (-20^\circ\text{C})) + 0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$= \frac{2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} + 33,6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = \frac{45,6}{4,2} ^\circ\text{C} =$$

$$= 18^\circ\text{C}$$

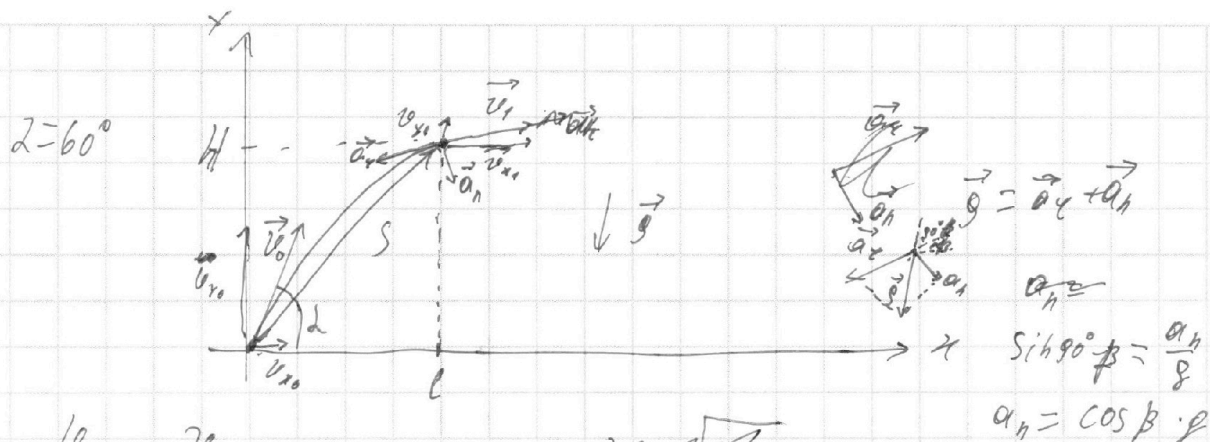


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$v_{x0} = v_{x1} \quad \text{т.к. } g_x = 0$$

$$v_{y1} = v_{y0} - gT$$

$$v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$$

$$v_1 = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y1}^2}$$

$$v_0 = 2v_1$$

$$\alpha_{x0} = \frac{v_{x0}}{v_0} = \cos \alpha \quad v_{x0} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{x0} = \frac{4 \cdot 70 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с}}{\sqrt{3}(1+\sqrt{3})} =$$

$$\frac{1120}{\sqrt{3}(1+\sqrt{3})} = \frac{160}{\sqrt{3}(1+\sqrt{3})}$$

$$v_{y0} = v_{x0} \cdot \tan \alpha$$

$$v_{y0} = \frac{160}{1+\sqrt{3}}$$

$$H = T \cdot v_{y0} - \frac{gT^2}{2}$$

$$H = \frac{320}{1+\sqrt{3}} - \frac{40}{20} = \frac{300}{1+\sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{15-\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}}$$

$$S = \sqrt{H^2 + l^2} = \sqrt{v_{x0}^2 T^2 + v_{y0}^2 T^2}$$

$$S = \sqrt{800 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \left(\frac{15-\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} \right)^2 + \frac{4(160 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{(1+\sqrt{3})^2}} = 40 \sqrt{\left(\frac{15-\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} \right)^2 + \frac{256}{(1+\sqrt{3})^2}} = 40 \sqrt{\frac{484-30\sqrt{3}}{(1+\sqrt{3})^2}}$$

$$\Rightarrow 4v_{x0}^2 + 4(v_{y0} - gT)^2 = v_{x0}^2 + v_{y0}^2$$

$$3v_{x0}^2 + 3v_{y0}^2 + 4g^2T^2 - 8v_{y0}gT = 0$$

$$3v_{x0}^2 + 3g^2T^2 v_{x0}^2 + 4g^2T^2 - 8gT v_{y0} = 0$$

$$v_{x0}^2(3 + 3g^2T^2) - 8gT v_{y0} + 4g^2T^2 = 0$$

$$v_{x0} = \frac{8gT v_{y0} - 4g^2T^2}{3 + 3g^2T^2}$$

$$(3 + 3g^2T^2) = 16g^2T^2(4g^2T^2 - 3 - 3g^2T^2)$$

$$= 16g^2T^2(g^2T^2 - 3)$$

$$g^2T^2 = 3 \Rightarrow T = \sqrt{3}$$

$$v_{x0} = \frac{8gT v_{y0} - 4g^2T^2}{3 + 3g^2T^2} = \frac{4gT v_{y0} - 4g^2T^2}{3 + 3g^2T^2}$$



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!

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = -\vec{v}_0 + \frac{\vec{v}_0}{T} \cdot t$$

$$\frac{\vec{v}_0}{T} = \text{const}; \vec{v}_0 = \text{const} \Rightarrow \text{равномерное у/д}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_H + t \cdot \vec{a}$$

$$\vec{v}_H = -\vec{v}_0; \vec{a} = \frac{\vec{v}_0}{T}$$

$$v_{Hx} = -v_0; a_x = \frac{v_0}{T}$$

$$s = v_{Hx} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2} = -v_0 t + \frac{v_0 t^2}{2T}$$

$$t = 3T \Rightarrow s = -v_0 \cdot 3T + \frac{v_0 \cdot 9T}{2} = v_0 T \left(\frac{9}{2} - 3 \right) = v_0 T \cdot \frac{3}{2}$$

$$s = 2 \frac{m}{c} \cdot 4c \cdot \frac{3}{2} = 12 \mu\text{м}$$

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (II)$$

$$Ox: F = m \cdot a; F = m \cdot \frac{v_0}{T}; F = 0,9 \text{ мкг} \cdot \frac{2 \cdot 4}{4c} = 0,24$$

$$v_k = \text{tg} \alpha; (3T - t_1) = \text{tg} \alpha = a_x = \frac{v_0}{T}$$

$$t_1 = \text{tg} \alpha = \frac{v_0}{v_0/T} = T$$

$$\frac{v_0}{T} = \frac{v_0}{t_1} \Rightarrow t_1 = T$$

$$|s_1| = v_0 \cdot t_1 = \frac{v_0 T}{2}$$

$$|s_2| = \frac{v_0^2 (3T - t_1)}{2} = \frac{v_0^2 T}{2}$$

$$|s_2| = \frac{v_0 \cdot (3T - t_1)}{2} = \frac{2v_0 T}{2} = v_0 T$$

$$t_{p3} = \frac{2v_0 \cdot 2T}{2} = 2v_0 T$$

$$A = -0,24 \cdot \frac{2 \cdot 4c \cdot 4c}{2 \cdot 0,8 \text{ мкг}} = -0,24$$

$t = T$
 когда $\vec{v}$ не меняется

$$A = m F \cdot s_x$$

$$s_x = -v_0 t + \frac{v_0 t^2}{2T}$$

$$A = F \cdot \left(\frac{v_0^2}{T} - v_0 \right)$$

$$A = 0,24 \left(\frac{2 \cdot 4c \cdot 4c}{4c} - 2 \cdot 4c \right) = -0,24$$

$$A = -F \cdot t$$

$$A = -F T$$

$$t = 0,24 \cdot 4$$

$$S = |s_1| + |s_2| = \frac{v_0 T}{2} + 2v_0 T = v_0 T \cdot 2,5 = 2 \frac{m}{c} \cdot 4c \cdot 2,5 = 20 \mu\text{м}$$

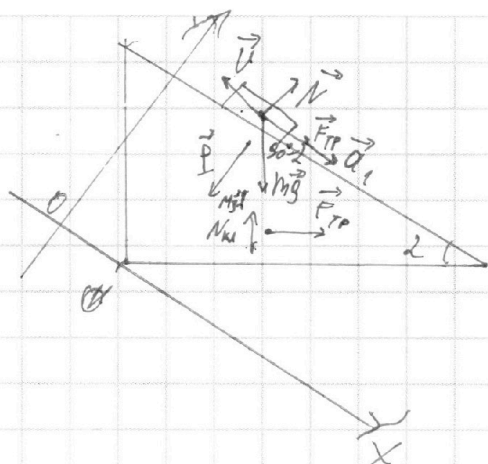


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\rightarrow \mu_k = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot \cos 2 - \sin 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \text{ Н}}$$

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_{tr} + m\vec{g} = m\vec{a}, \quad (I_1)$$

$$OX: F_{tr} + mg \cos 30^\circ = ma_1$$

$$OY: N_1 - mg \cos 2 = 0$$

$$F_{tr1} = \mu_k \cdot N_1 = \mu_k \cdot mg \cos 2$$

$$\mu_k \cdot mg \cos 2 + mg \sin 2 = ma_1$$

$$a_1 = \mu_k \cdot g \cos 2 + g \sin 2 = g(\cos 2 \cdot \mu_k + \sin 2)$$

$$a_2 = \mu_k \cdot mg \cos 2 + mg \sin 2 = ma_2$$

$$a_2 = (\sin 2 - \cos 2 \cdot \mu_k) g$$

из графика:

$$a_1 = \frac{0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,1 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

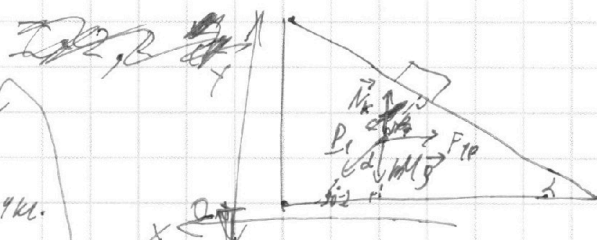
$$a_2 = \frac{0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu_k = \frac{a_1}{g} - \sin 2$$

$$\mu_k = \frac{a_2}{g} + \sin 2$$

$$\frac{a_1}{g} - \sin 2 = \sin 2 - \frac{a_2}{g}$$

$$2 \sin 2 = \frac{a_1}{g} + \frac{a_2}{g} \Rightarrow \sin 2 = \frac{a_1 + a_2}{2g}; \sin 2 = \frac{9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{9}{20}$$



$$N_k =$$

$$= 1,5 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot$$

$$10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} +$$

$$0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \cos(1 - \sin 2) = 6 \text{ Н} + 4 \text{ Н} = 10 \text{ Н}$$

$$\vec{N}_k + \vec{P}_1 + M\vec{g} + \vec{F}_{tr} = 0$$

$$OY: N_k - Mg - P_1 \cdot \cos 2 = 0$$

$$P_1 = N_1 = (II)$$

$$= mg \cdot \cos 2$$

μ_k - коэффициент трения
M масса груза
который он движется

$$OX: P_1 \cdot \sin 2 - F_{tr} = 0$$

$$\mu_k \cdot N_k = P_1 \cdot \sin 2$$

$$N_k = \frac{mg \cos 2 \cdot \sin 2}{N_k} \rightarrow$$

