



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



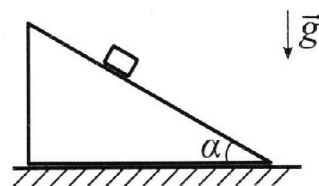
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t = T$.

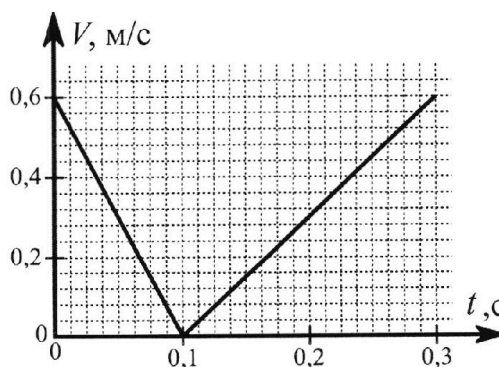
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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?





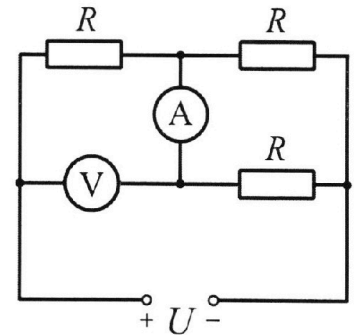
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 1

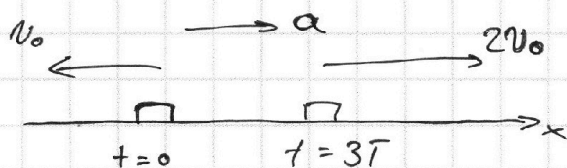
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right); \quad a_x = \frac{v_{1x} - v_{0x}}{t}$$

1) В начальный момент времени $t = 0$

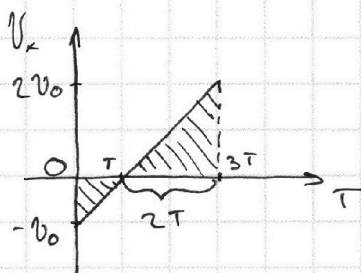
$$\vec{v} = \vec{v}_0 \left(\frac{0}{T} - 1 \right) = -\vec{v}_0, \quad \text{В момент } t = 3T$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 \left(\frac{3T}{T} - 1 \right) = 2\vec{v}_0$$



$$a_x = \frac{v(3T) - v(0)}{3T} = \frac{2v_0 + v_0}{3T} = \frac{v_0}{T}$$

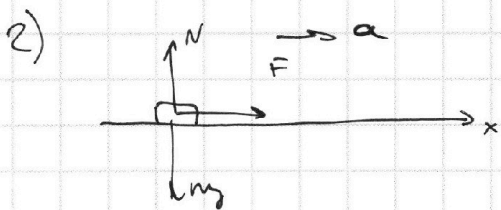
Построим график скорости: $(\vec{v}(t) = \frac{v_0 t}{T} - v_0)$, график линейный.



Путь S будет равен сумме площадей под графиком

$$S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2v_0 \cdot 2T}{2} = \frac{5v_0 T}{2}$$

$$S = \frac{5 \cdot 7 \frac{m}{s} \cdot 4s}{2} = 20 \text{ м}$$



По II з-му Ньютона:

$$Ox: F = ma$$

$$F = \frac{mv_0}{T}; \quad F = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 2 \frac{m}{s}}{4s} =$$

$$= 0,2 \text{ Н}$$

3) Из графика в п. 1 ~~параллельное~~ ^{пути} тела за время от $t=0$ до $t=T$ $S_1 = +\frac{v_0 T}{2}$
~~длина пути~~

$$A = F \cdot S_1 \cdot \cos 180^\circ = -FS_1 = -\frac{F v_0 T}{2} = -\frac{m v_0}{T} \cdot \frac{v_0 T}{2} =$$

$$= -\frac{m v_0^2}{2}; \quad A = -\frac{0,4 \text{ кг} \cdot 2^2 \left(\frac{m}{s} \right)^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$; $F = 0,2 \text{ Н}$; $A = -0,8 \text{ Дж}$



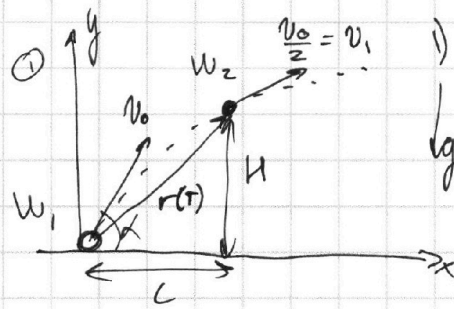
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$\alpha = 60^\circ$
 $T = 2\text{c}$
 $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$
 $H = ?$
 $|v(T)| = ?$
 $R = ?$



1) ЗСЭ: $W_2 - W_1 = \Delta W_{\text{не консерв.}} = 0$
 $W_2 = W_1$
 $mgh + \frac{m v_0^2}{8} = \frac{m v_0^2}{2}$
 $gH + \frac{v_0^2}{8} = \frac{4v_0^2}{8}$
 $gH = \frac{3v_0^2}{8}$
 $H = \frac{3v_0^2}{8g}$

2) $v_{1x} = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$
 $v_{1y} = v_{0y} - gT = v_0 \sin \alpha - gT$

$v_1^2 = v_{1x}^2 + v_{1y}^2$

$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gT)^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2v_0 gT \sin \alpha + g^2 T^2$

$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - 2v_0 gT \sin \alpha + g^2 T^2 \quad | \cdot 4$

$v_0^2 = 4v_0^2 - 8v_0 gT \sin \alpha + 4g^2 T^2$

$3v_0^2 - 8v_0 gT \sin \alpha + 4g^2 T^2 = 0;$

$v_0 = \frac{4gT \sin \alpha \pm \sqrt{16g^2 T^2 \sin^2 \alpha - 12g^2 T^2}}{3} = \frac{4gT \sin \alpha \pm 2gT \sqrt{4 \sin^2 \alpha - 3}}{3}$

$4 \sin^2 \alpha - 3 = 4 \cdot \sin^2 60^\circ - 3 = 4 \cdot \frac{3}{4} - 3 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \frac{4gT \sin \alpha}{3}; \quad v_0 = \frac{4 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 2\text{c} \cdot \sin 60^\circ}{3} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \frac{\text{m}}{\text{c}}$

3) $H = \frac{3v_0^2}{8g}; \quad H = \frac{3 \cdot 40^2 \cdot \frac{3}{4}}{8 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 8} = \frac{1600 \left(\frac{\text{m}}{\text{c}}\right)^2}{80 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}} = 20 \text{ m}$

То, что дискриминант в явзр. уравнении для скорости v_0 равен 0, означает, что в $T = 2\text{c}$ тело достигло высшей точки полёта и существует всего один момент достижения этой скорости.



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!

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad r &= \sqrt{L^2 + H^2} ; \quad L = v_0 \cos \alpha \cdot T \\ r &= \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot T^2 + H^2} ; \quad r = \sqrt{\left(\frac{40\sqrt{3}}{3}\right)^2 \cdot \cos^2 60^\circ \cdot 2^2 + 20^2 \text{ м}^2} = \\ &= \sqrt{\frac{1600}{3} \cdot \frac{1}{4} + 20^2 \text{ м}^2} = \sqrt{\frac{1600}{3} + \frac{400 \cdot 3}{3}} = \\ &= \sqrt{\frac{2800}{3}} \text{ м} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100 \cdot 7}{3}} \text{ м} = 20\sqrt{\frac{7}{3}} \text{ м} \end{aligned}$$

③ П.м. в момент времени $T=2$ с тело находится в наивысшей точке, его нормальное центростремительное ускорение будет равно g , а тангенциальное — 0.

$$a_{\text{н.с.}} = \frac{v_1^2}{R} ; \quad R = \frac{v_1^2}{a_{\text{н.с.}}} = \frac{v_0^2}{4 \cdot g}$$

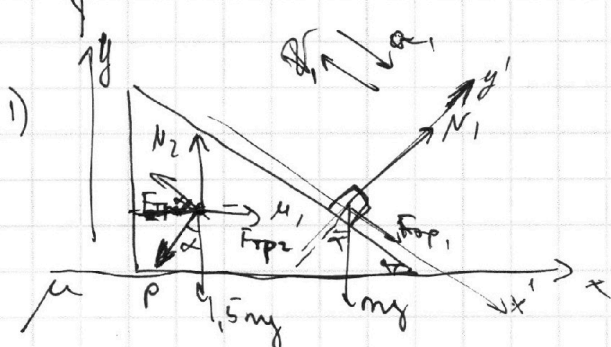
$$R = \frac{1600 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{3 \cdot 4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{40}{3} \text{ м} = 13\frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м}; \quad r = 20\sqrt{\frac{7}{3}} ; \quad R = 13\frac{1}{3} \text{ м}$$



III. и. широкое шарики, сначала ^{уменьшается} ~~возрастает~~, а затем ~~возрастает~~, ^{длина вывоз,} что шарики толще ^{вверх}, затем ~~они~~ ^{они} ~~сначала~~ ^{сначала} ~~обратно~~.

1)



По II з-му Ньютона:
где шарики:

$$Ox': F_{sp1} + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$F_{sp1} = \mu N_1$$

$$Oy': N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

где крана:

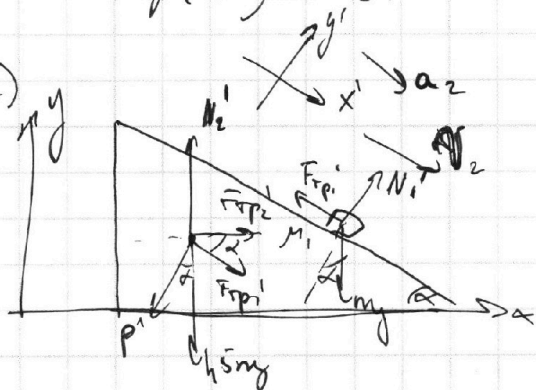
$$Ox: F_{sp2} - F_{sp1} \cos \alpha - P \sin \alpha = 0$$

$$Oy: N_2 - 1,5mg + F_{sp1} \sin \alpha - P \cos \alpha = 0$$

$$F_{sp2} = \mu N_2$$

По III з-му Ньютона:
 $P = N_1 = mg \cos \alpha$

2)



По II з-му Ньютона
где шарики:

$$Ox': mg \sin \alpha - F_{sp1}' = ma_2$$

$$Oy': N_1' - mg \cos \alpha = 0$$

где крана:

$$Ox: F_{sp2} + F_{sp1}' \cos \alpha - P' \sin \alpha = 0$$

$$Oy: N_2' - 1,5mg - P' \cos \alpha - F_{sp1}' \sin \alpha = 0$$

По III з-му Ньютона:
 $P' = N_2' = mg \cos \alpha$

3)

$$+ \begin{cases} \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1 \\ mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2 \end{cases}$$

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

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



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!

Найдем a_1 и a_2 из графика.

$$|a_1| = \frac{0,16 \frac{m}{c} - 0}{0,1c} = 6 \frac{m}{c^2}$$

$$|a_2| = \frac{0,16 \frac{m}{c} - 0}{0,2c} = 3 \frac{m}{c^2}$$

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

$$= 0,45$$

② $N_2 - 1,5mg + F_{\text{тр}} \sin d - P \cos d = 0$ из 1-го.
 $F_{\text{тр}} = \mu N_1$, $mg \cos d = ma_1$, $-mg \sin d = m(a_1 + g \sin d)$

$$P = N_1 = mg \cos d$$

$$\begin{aligned} N_2 &= 1,5mg - F_{\text{тр}} \sin d + P \cos d = \\ &= 1,5mg - ma_1 \sin d + \frac{mg \sin^2 d}{\sin d} + \frac{mg \cos^2 d}{\cos d} = \\ &= 1,5mg - ma_1 \sin d + \frac{mg}{\sin d} = 2,5mg - ma_1 \sin d \\ &= m(2,5g - a_1 \sin d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_2 &= 0,4 \text{ кН} \left(2,5 \cdot 10 \frac{m}{c^2} - 6 \frac{m}{c^2} \cdot 0,45 \right) = \\ &= 0,4 \text{ кН} \left(25 \frac{m}{c^2} - 2,7 \frac{m}{c^2} \right) = 0,4 \cdot 22,3 \text{ кН} = 8,92 \text{ кН} \end{aligned}$$

③ Найдем μ где $0 < \mu < 1$.

из 1-го: $\mu N_2 - F_{\text{тр}} \cos d - P \sin d = 0$:

~~$$\mu N_2 - ma_1 \cos d + mg \sin d \cos d - \mu N_1 \sin d = 0$$~~

~~$$\mu N_2 - ma_1 \cos d + mg \sin d \cos d - mg \cos d \sin d = 0$$~~

~~$$\mu N_2 = ma_1 \cos d$$~~

~~$$\mu = \frac{ma_1 \cos d}{N_2} \Rightarrow \mu \geq \frac{ma_1 \cos d}{N_2}$$~~

~~$$\mu \geq 0,4 \text{ кН} \cdot 6 \frac{m}{c^2}$$~~

~~$$= 2,4 \cdot 10^3 + 2100 \cdot 20^\circ$$~~

~~$$33600 + 2100$$~~

~~$$\times 2365$$~~

~~$$4730$$~~



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!

~~$$F_{rp} \cos \alpha - P \sin \alpha = 0$$

$$\mu N_2 - \mu m g \cos^2 \alpha - m g \cos \alpha \sin \alpha = 0$$~~

$$\mu N_2 - F_{rp} \cos \alpha - P \sin \alpha = 0;$$

~~$$\mu N_2 = m a_2 \cos \alpha + m g \sin \alpha \cos \alpha - m g \sin \alpha \cos \alpha = 0$$~~

$$\mu = \frac{m a_2 \cos \alpha}{N_2} = \frac{m a_2 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{N_2}$$

$$\mu_0 = \frac{0,4 \text{ м} \cdot 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{9}{20}\right)^2}}{8,92 \text{ Н}} = \frac{2,4 \text{ Н} \cdot \sqrt{400 - 81}}{20 \cdot 8,92 \text{ Н}} =$$

$$= \frac{0,12 \sqrt{319}}{8,92} = \frac{3 \sqrt{319}}{223}$$

Дане $0,1 < \mu < 0,3$

$$\begin{cases} N_2' = 1,5 m g + P \cos \alpha + F_{rp}' \sin \alpha \\ \mu N_2' = P \sin \alpha - F_{rp}' \cos \alpha \end{cases}$$

$$\mu = \frac{P \sin \alpha - F_{rp}' \cos \alpha}{1,5 m g + P \cos \alpha + F_{rp}' \sin \alpha} = \frac{m g \cos \alpha \sin \alpha - m g \sin \alpha \cos \alpha + m a_2 \cos \alpha}{1,5 m g + \mu m g \cos^2 \alpha + \mu m g \sin^2 \alpha - m a_2 \sin \alpha}$$

$$= \frac{m a_2 \cos \alpha}{2,5 m g - m a_2 \sin \alpha} = \frac{a_2 \cos \alpha}{2,5 g - a_2 \sin \alpha} = \frac{a_2 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{2,5 g - a_2 \sin \alpha}$$

$$\mu = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{9}{20}\right)^2}}{2,5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,45} = \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{20(25 - 1,35)} =$$

$$= \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{20 \cdot 23,65} = \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{473}$$

$$\frac{3 \cdot \sqrt{319}}{473} < \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{223} \Rightarrow \text{нужно } \mu \geq \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{223}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,45$; $N = N_2 = 8,92 \text{ Н}$; $\mu \geq \frac{3 \cdot \sqrt{319}}{223}$

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

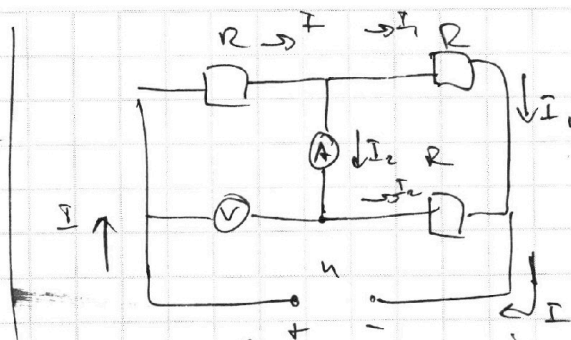
СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

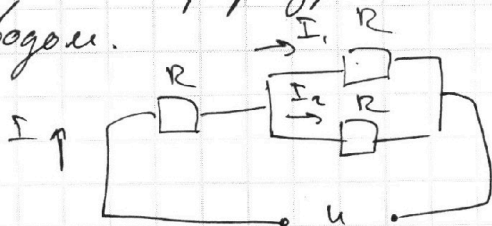
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$R = 200 \text{ Ом}$
 $U = 120 \text{ В}$
 $I = ?$
 $I_A = ?$
 $P = ?$



П.п.п. Вольтметр обладает сопротивлением, много большим R , а амперметр - много меньшим R , заменим вольтметр в замкнутой цепи разрывом цепи, а амперметр - проводом.



$$R_{\text{эqv.}} = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{эqv.}}} = \frac{U}{1,5R}$$

$$I = \frac{120 \text{ В}}{1,5 \cdot 200 \text{ Ом}} = \frac{12 \text{ А}}{30} = \frac{4 \text{ А}}{10} = 0,4 \text{ А}$$

$I_1 = I_2$ т.к. в разветвлении одинаковы.

$$I_1 + I_2 = I \Rightarrow I_2 = \frac{I}{2} = I_A;$$

$$I_A = \frac{I}{2}; I_A = \frac{0,4 \text{ А}}{2} = 0,2 \text{ А}$$

$$P = UI = \frac{U^2}{1,5R}; P = \frac{120^2 \text{ В}^2}{1,5 \cdot 200 \text{ Ом}} = \frac{12^2 \cdot 100}{1,5 \cdot 200} \text{ Вт} = \frac{144}{3} \text{ Вт} = 48 \text{ Вт}$$

Ответ: $I = 0,4 \text{ А}; I_A = 0,2 \text{ А}; P = 48 \text{ Вт}$



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!

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

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

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

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

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

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

$$\delta = ?$$

$$t_1 = ?$$

1) ~~масса~~ массы воды и льда изначально.

~~м₁~~ и ~~м₂~~ - массы воды и льда после теплообмена соответственно

$$\frac{m_1}{m_2} = n; \quad m_1 + m_2 = 2m;$$

$$m_1 = 2m - m_2$$

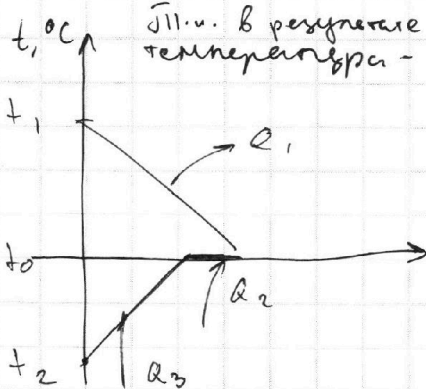
$$\frac{2m - m_2}{m_2} = n; \quad 2m - m_2 = nm_2;$$

$$2m = m_2(1+n)$$

$$\frac{m_2}{m} = \frac{2}{1+n};$$

$$\delta = 1 - \frac{m_2}{m} = 1 - \frac{2}{1+n} = \frac{1+n-2}{1+n} = \frac{n-1}{n+1}$$

$$\delta = \frac{\frac{11}{9} - 1}{\frac{11}{9} + 1} = \frac{\frac{2}{9}}{\frac{20}{9}} = 0,1$$



Далее в результате мы имеем и лёд, и воду, то конечная температура $t_1 = 0^\circ\text{C}$

Ур. тепл. баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$c_b m (t_0 - t_1) + \lambda \cdot \delta + c_n (t_0 - t_2) = 0$$

$$c_b m t_1 + \lambda \delta + c_n t_2 = 0$$

$$t_1 = \frac{\lambda \delta + c_n t_2}{c_b m}$$

$$t_1 = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1$$

$$-c_b t_1 + \lambda \delta + c_n t_2 = 0;$$

$$t_1 = \frac{\lambda \delta + c_n t_2}{c_b}; \quad t_1 = \frac{3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1 + 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$= \frac{33,6 \cdot 10^3 + 42 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{75,6 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} = 18^\circ\text{C}$$

$$= \frac{33,6 + 42}{4,2} = \frac{75,6}{4,2} = 18^\circ\text{C}$$

Ответ: $\delta = 0,1$; $t_1 = 18^\circ\text{C}$



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!

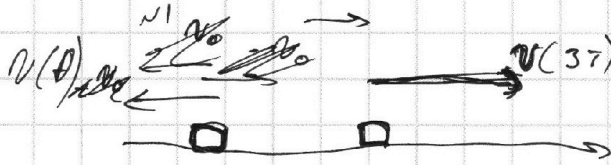
$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\vec{v}(t) = v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

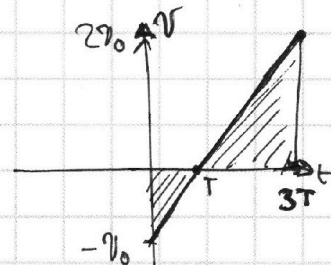
$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

$$s(3T) = ?$$



$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



$$2T \cdot 2v_0 + v_0 T = 5v_0 T = s$$

$$s = -v_0 \cdot 3T + \frac{a(3T)^2}{2};$$

~~$$8v_0 T = \frac{9aT^2}{2}$$~~

$$a =$$

~~$$a = \frac{v(3T) - (v_0)}{3T}$$~~

$$a = \frac{2v_0 + v_0}{3T} = \frac{v_0}{T}$$

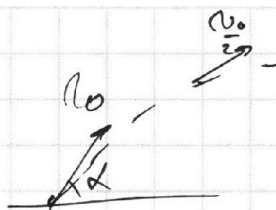


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\frac{v_0}{2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gT)^2}$$

$$= \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2v_0 \sin \alpha gT + g^2 T^2}$$

$$= \sqrt{v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha gT + g^2 T^2}$$

$$\frac{v_0^2}{4} = v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha gT + g^2 T^2 \quad \frac{3}{4} \cdot 4$$

$$3v_0^2 - 8v_0 \sin \alpha gT + 4g^2 T^2 = 0$$

$$v_0 = \frac{8v_0 \sin \alpha gT \pm \sqrt{64g^2 \sin^2 \alpha T^2 - 12g^2 T^2}}{6}$$

$$= \frac{4g \sin \alpha T \pm 4gT \sqrt{4 \sin^2 \alpha - 3}}{3} = \frac{4g \sin \alpha T}{3}$$

$$v_0 = \frac{4 \cdot 10 \frac{m}{s} \cdot \sin 60^\circ \cdot 2s}{3} = \frac{40\sqrt{3} \cdot 2}{3 \cdot 2} = \frac{40\sqrt{3}}{3}$$

$$v_0 \cdot \sin 60^\circ = \frac{40 \cdot \sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \quad \frac{3 \cdot v_0^2}{8g} = \frac{8 \cdot 1600 \cdot 3}{8 \cdot 10 \cdot 8} = 2$$

$$v_0 \cos 60^\circ = \frac{40 \cdot \frac{1}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3}$$

$$\sqrt{\left(\frac{20\sqrt{3}}{3}\right)^2 + 20^2} = 20 \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2 + 1} = 20 \sqrt{\frac{3+9}{9}} = 40$$

$$\sqrt{\frac{40\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1600}{3} \cdot \frac{1}{4} + 4000} =$$

$$= \sqrt{\frac{1600 + 1200}{3}} = \sqrt{\frac{2800}{3}} =$$

$$\begin{array}{r} 892 \overline{) 12} \\ 84 \overline{) 79} \\ \underline{52} \\ \underline{48} \\ \underline{40} \\ \underline{36} \\ 4 \end{array}$$



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.

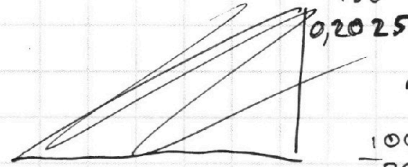
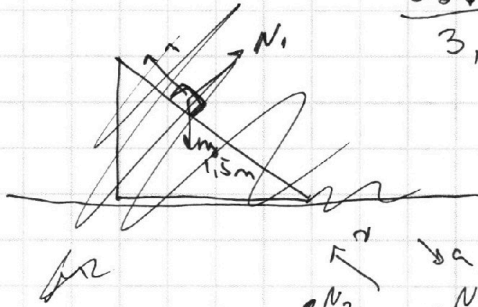
1 2 3 4 5 6 7

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!

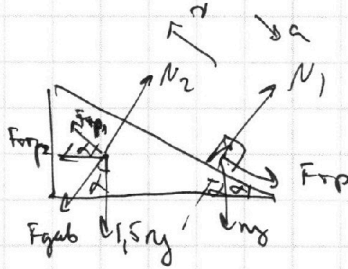
$$\delta = \frac{c \cdot v_1 + c \cdot v_2}{\lambda} = \frac{4200 \cdot 85 + 2100 \cdot 20}{33,6 \cdot 10^3} = \frac{42 \cdot 85 + 21 \cdot 20}{3360}$$

$$\frac{357 - 420}{3,}$$



$$\begin{array}{r} 45^2 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 2025 \\ \hline 10000 \\ - 2025 \\ \hline 7975 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \overline{) 13} \\ 72 \overline{) 148} \\ 24 \end{array}$$



$$\frac{7975}{25}$$

$$\sqrt{1 - 0,45^2} =$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 85 \\ \hline 425 \\ + 680 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\frac{7975}{75} = \frac{319}{3}$$

$N_2 =$

$$\mu N_2 + \mu \cdot mg \cos^2 \alpha = P \sin \alpha + 1,5 m g$$

$$N_2 = 1,5 m g + \mu \cdot mg \cos^2 \alpha = P \cos \alpha$$

$$\mu N_2 + m(a_1 - g \sin \alpha) \cos \alpha = P \sin \alpha$$

$$\mu N_2 = 1,5 m g + m(a_1 - g \sin \alpha) \sin \alpha = P \cos \alpha$$

$$\frac{7975}{25} = 319$$

$$\frac{892}{892} = 1$$

$$\frac{0,4 \cdot 6 \cdot \sqrt{1 - 0,45^2}}{0,92} =$$

$$= 2,4$$

$$\frac{\mu N_2 + m}{\mu N_2 + m}$$

$$N_2 = \frac{mg \cos^2 \alpha + 1,5 m g - m a_1 \sin \alpha + m g \sin^2 \alpha}{\mu}$$

$$= 1,5 m g - m a_1 \sin \alpha$$

$$\frac{75 \cdot 6 \cdot 142}{42} = 336$$

$$6 \cdot 0,45 = 2,4 + 0,3 = 2,7$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 6 \\ \hline 270 \end{array}$$

$$\frac{892}{8} = 111,5$$

$$\mu \cdot 1,5 m g \cos \alpha = m(a_1 - a_2)$$

$$\mu =$$

$$\mu \geq 0,442$$

$$\begin{array}{r} 223 \\ \times 4 \\ \hline 892 \end{array}$$



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!

$$F_{\text{opz}} \neq F_{\text{opz}} \cos \alpha - P' \sin \alpha = 0$$

$$\mu N_2' + \mu m g \cos^2 \alpha - \mu m g \cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$\mu N_2' - m a_1 \cos^2 \alpha - (m a_1 - m g \sin \alpha) \frac{\sin \alpha}{\mu} = 0$$

$$\mu N_2' - \mu m g \cos^2 \alpha -$$