

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

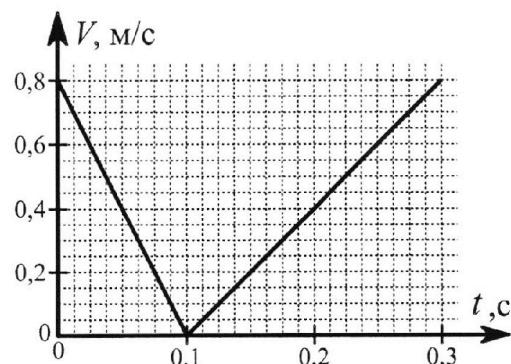
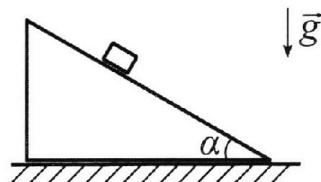
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

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 $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль F_{TP} наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ 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 09-01



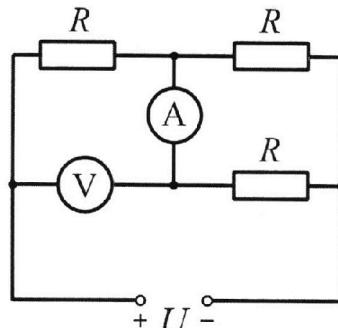
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100 \text{ Ом}$. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30 \text{ В}$. 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 U_B вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?



5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, температура плавления льда $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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
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!

$$M = 0,2 \text{ кг}$$

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

$$v_0 = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = 2\text{с}$$

$$1) S(0 \rightarrow T) - ?$$

$$2) F - ?$$

$$3) AF - ?$$

1) $\vec{v} = \vec{v}_0 - \vec{v}_0 \frac{t}{T}$ - Вспомнили формулу $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$

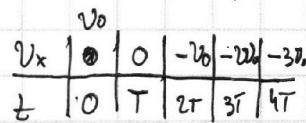
Простичье на x:

$$v_x = v_0 - \frac{v_0}{T} t$$

$$v_x = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} t$$

$$a_x = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Построим график $v_x(t)$:



Очевидно, что движение линейное

Поэтому $S(\text{нум})$ - площадь под графиком $v_x(t)$

$$S = \frac{v_0 T}{2} + \frac{3v_0 3T}{2} = \frac{10v_0 T}{2} = 5v_0 T, S = 5 \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2\text{с} = 40 \text{ м}$$

Он заштрихован

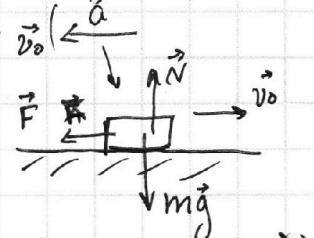
2) Т.к. машина замедляется ($a_x < 0$), то $\vec{F} \nparallel \vec{v}_0$

II з-н Ньютона: $\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

$$x: -F + 0 + 0 = m a_x$$

$$F = -m a_x$$

$$F = -0,2 \text{ кг} \cdot (-2) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,4 \text{ Н.}$$



3) Чему найти AF , нужно знать перемещение от $t=0$ до $t=T$

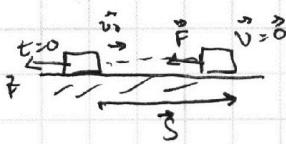
$$S(0 \rightarrow T) =$$

По графику видно, что в время T машина остановится. $S(T) = \frac{v_0 T}{2}$

Как площадь под графиком. $AF = \vec{F} \cdot \vec{S} \cdot \cos(\vec{F}; \vec{S}) = -|\vec{F}| |\vec{S}|$, т.к. $\vec{F} \nparallel \vec{S}$, $AF < 0$.

$$\cos(180^\circ) = -1$$

$$-|\vec{F}| |\vec{S}|$$



$$AF = F \cdot S(0 \rightarrow T) = F \cdot \frac{v_0 T}{2}$$

$$AF = -0,4 \text{ Н} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2\text{с}}{2} = -1,6 \text{ дж.}$$

Ответ: 1) 40 м ; 2) 0,4 Н ; 3) -1,6 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**.



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

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!

$T = \text{час}$

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = h = 2$$

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

1) Н?

2) S?

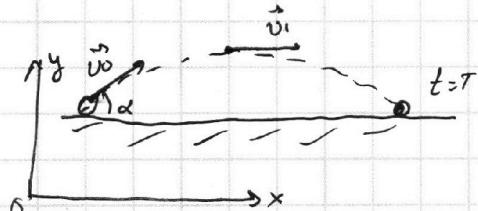
3) R?

1) Начнем с рисунка и с того, что

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$$

$$x: v_x = v_{0x} \Rightarrow v_x = \text{const} \quad (1)$$

$$y: v_y = v_{0y} - gt, v_y \neq \text{const} \quad (2)$$



Пусть α - угол между
 v_0 и v в момент.

$$\text{также } \vec{v}^2 = v_x^2 + v_y^2 \quad (3), \text{ где } v_x^2 = \text{const}, v_y = v_{0y} - gt$$

(v - скорость тела в момент t).

$$\text{Из (3)} \quad V_{\min}^2 = v_x^2$$

$$V_{\max}^2 = v_x^2 + V_{0y}^2 = V_0^2, \text{ т.к. } V_y(t) - \text{одн. ф-ция} \Rightarrow \text{ макс. знач. при } t=0$$

$$V_{\min} = v_x, V_{\max} = v_0$$

" $v_0 \cos \alpha$ "

$$\text{Из этого: } \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = h \Rightarrow \frac{1}{\cos \alpha} = h \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{h} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 60^\circ}$$

Если тело упало через T после удара, то макс. расстояние оно достигло

$$T_1 = \frac{T}{2} \quad (\text{из спрятано } T = \frac{2V_{0y}}{g}, t_{\text{ног}} = \frac{V_{0y}}{g}) \text{ где } V_{0y} - \text{ проекция } v_0 \text{ на } y$$

$$\text{Тогда } V_{0y} = g \frac{T}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ также } V_{0y} = V_0 \sin \alpha \Rightarrow V_0 = \frac{V_{0y}}{\sin \alpha}, V_0 = \frac{20}{\sin 60^\circ} = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_{0x} = V_x = V_0 \cos \alpha = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, H = \cancel{\frac{1600 \cdot 1}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 10}} \approx \frac{160}{24} \text{ м} \approx 6,67 \text{ м}$$

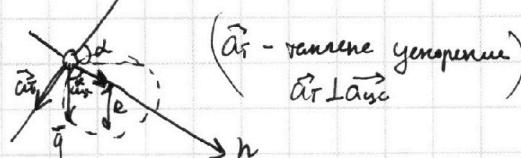
$$H = \frac{1600 \text{ м}^2 \cdot 3 \text{ с}^2}{c^2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 10 \text{ м}} = \frac{160}{8} \text{ м} = 20 \text{ м}$$

$$2) S = \frac{V_0^2 \sin(2\alpha)}{g}, S = \frac{1600 \text{ м}^2 \cdot \sqrt{3} \text{ с}^2}{c^2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10 \text{ м}} = \frac{160\sqrt{3}}{3 \cdot 2} \text{ м} = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

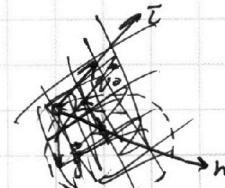
(или просто $S = V_{0x} T = \frac{20}{\sqrt{3}} \cdot 40 = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$)

3) Рисунок:



$$\vec{a}_{\text{равн}} = \vec{a}_x + \vec{a}_y = \vec{g} \quad (3)$$

За счет **единичной** первоначальной скорости угол между a_g и \vec{g} падет $\leq 60^\circ$.





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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

Просижуше (3) ил h: $g \cos \alpha = 0 + a_{yc}$

Из этого $a_{yc} = g \cos \alpha = \frac{g}{2}$, a_{yc} - центростремл. ускорение.

$$a_{yc} = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{a_{yc}} = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2$$

$$R = \frac{1600 \text{ м} \cdot 2 \text{ с}^2}{9.8 \cdot 10 \text{ м}} = \frac{320}{3} \text{ м} \approx 106,7 \text{ м}$$

Ответ: 1) $R = 20 \text{ м}$

$$2) S = \frac{R}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{80}{3} \sqrt{3} \text{ м}$$

$$3) R = \frac{320}{3} \text{ м} \approx 106,7 \text{ м.}$$

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.

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

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!

$$m=0,2 \text{ кг}$$

$$1) \text{ II з-н Ногами дает ногам: } M\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$$

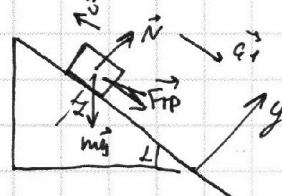
$$2) \text{ Фигур-? } y: 0 = mg \cos \alpha + 0 + N \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$3) \mu-? \quad X: M\vec{a}_1 = mgs \sin \alpha + \mu_1 N$$

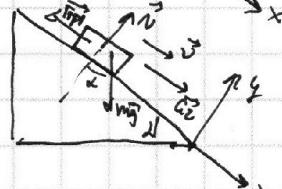
$$ma_1 = mgs \sin \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha, \text{ где } \mu_1 - \text{коэф. трения других октанов.}$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha \quad (1)$$

ногами:



спуска:



Аналогично для спуска:

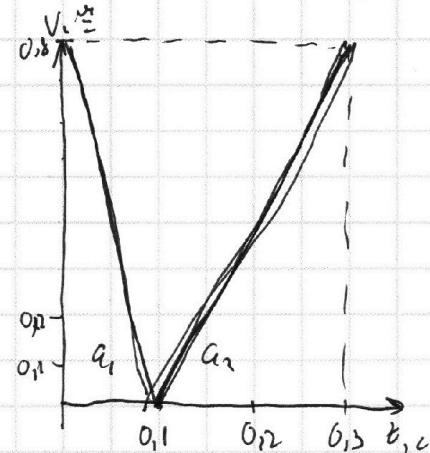
$$M\vec{a}_2 = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$y: 0 = -mg \cos \alpha + N + 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$X: ma_2 = mgs \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha \quad (2)$$

$$(1) + (2): a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$



$$\text{Из графика } a_1 = \frac{0.8 \text{ м}}{0.1 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = \frac{0.4 \text{ м}}{0.1 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}, \sin \alpha = \frac{12 \text{ м}}{2 \cdot 10 \text{ м}} = \frac{3}{5} = 0,6, \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

т.к. графики отриц., значит $F_{\text{тр}}$ направлено ~~направление~~ противоположное, значит $t=0,1$ с мало развернулось. Вероятно, это развернулось ~~вверх~~ это не может.

2) Тр III з-н Ногами мало давят на кип саней \vec{P} так, что $|\vec{P}| = |\vec{N}|$ и $\vec{P} \perp \vec{N}$.

$$\vec{P} + 2mg + \vec{N}_2 + \vec{F}_{\text{тр}2} = M\vec{a}_{\text{тр}}$$

$$X: P \cos(90^\circ - \alpha) + 0 + 0 + F_{\text{тр}2} = 0$$

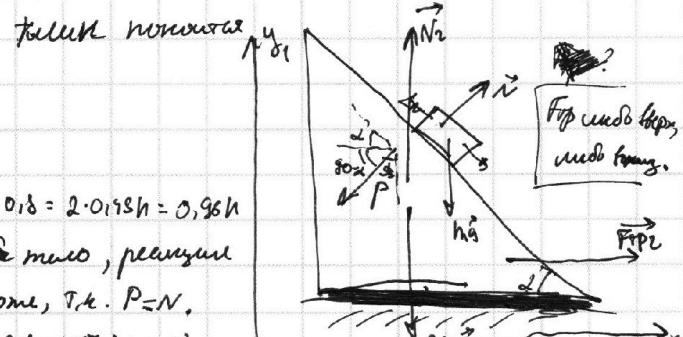
$$F_{\text{тр}2} = P \sin \alpha, P = N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}2} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}2} = 0,2 \cdot 10 \text{ Н} \cdot 0,6 \cdot 0,18 = 2 \cdot 0,198 \text{ Н} = 0,396 \text{ Н}$$

В какой момент это не будет делать, реализует опоры будут одинаковы, значит и P тоже, т.к. $P=N$.

$$N = \text{const} = mg \cos \alpha \quad (N \text{ зависит от } \alpha \text{ и } mg).$$





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

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

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!

3) Спроектируем предложенное ур-ие на y_1 :

$$-P\cos\alpha + N_2 - 2mg + 0 = 0$$

$$N_2 = P\cos\alpha + 2mg$$

$$N_2 = N\cos\alpha + 2mg = mg\cos^2\alpha + 2mg = mg(\cos^2\alpha + 2)$$

Граническое значение

Тогда $F_{p2} = N_2 \mu$. Чтобы не занять полоску, нужно $F_{p2} \geq F_{p1}$

$$F_{p1} = mg\cos\alpha \sin\alpha$$

$$\mu mg(\cos^2\alpha + 2) \geq mg\cos\alpha \sin\alpha$$

$$\mu \geq \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{\cos^2\alpha + 2} \Rightarrow \mu \geq \frac{0,48}{2,64} = \frac{48}{264} = \frac{12}{88} = \frac{4}{22} = \frac{2}{11}$$

$$\mu \geq \frac{2}{11}, \text{ при } \mu = \frac{2}{11}, F_{p1} = F_{p2} \Rightarrow \text{желаемое движение будет выполнено}$$

Более того. II з-н Ньютона для системы = 0

Ответ: 1) $\sin\alpha = 0,6$

2) $F_{p1} = 0,96 \text{ Н}$

3) $\mu \geq \frac{2}{11}$.

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

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

$$R = 100 \Omega$$

$$U = 30 V$$

$$R_V \gg R$$

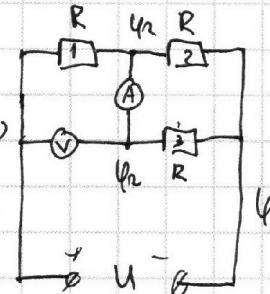
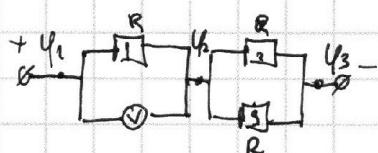
$$R_A \ll R$$

$$1) I - ?$$

$$2) U_B - ?$$

$$3) P - ?$$

Т.к. $R_V \gg R$ и $R_A \ll R$, можно считать их идеальными. В связи с этим на концах амперметра будут равные потенциалы (φ_1 и φ_2). Рассмотрим схему с обходом т.с. различными потенциалами.



Через вольтметр ток не пойдет, т.к. $R_V \gg R \Rightarrow$

Обозначим потенциалы.

$$R_{23} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = \frac{R}{2}$$

$$U_1 - U_3 = 16, U_1 - U_2 = U_1 = U_B, U_3 = 0, \text{ но } I \text{ остается так.}$$

$$1) R_{\text{общ}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2} \Rightarrow I = \frac{U_B}{R_{\text{общ}}} = \frac{16}{3R}; I = \frac{2 \cdot 10}{1000 \Omega} = 0,2 A$$

$$2) U_0 = U_1 + U_{23}, \text{ где } U_1 = IR, U_{23} = I \cdot \frac{R}{2} \Rightarrow U_{23} = \frac{U_1}{2}, \text{ подставим это.}$$

$$U_0 = U_1 + \frac{U_1}{2} = \frac{3U_1}{2} \Rightarrow U_1 = U_B = \frac{2U_0}{3}, U_B = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 V.$$

$$3) P = \frac{U_0^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{U_0^2}{3R} \Rightarrow P = \frac{900 V^2}{3000 \Omega} \cdot 2 = 6 W - \text{ для всей схемы.}$$

$$\text{Ответ: 1) } I = 0,2 A$$

$$2) U_B = 20 V$$

$$3) P = 6 W$$



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!

$$\begin{aligned} t_1 &= 10^\circ\text{C} \\ h &= \frac{g}{f} \\ t_0 &= 0^\circ\text{C} \\ 1) \delta &=? \\ 2) t_2 = ? \end{aligned}$$

1) Пусть вначале было m водки и m льда, тогда:

После замеса:

	Лед	Вода
до	m	m
после	$m\delta$	$m - \delta$

тогда $\frac{\delta}{1-\delta} = \frac{m - \delta}{m\delta}$

$$h = \frac{m\delta}{m - \delta}, (m - \delta)h = m\delta$$

$$mh - \delta h = m\delta$$

$$m(h - 1) = \delta(m + 1)$$

$$\delta = m \frac{h-1}{h+1}, \delta = m \cdot \frac{\frac{g-1}{f}}{\frac{g+1}{f}} = m \cdot \frac{\frac{2}{7}-1}{\frac{9}{7}+1} = m \cdot \frac{-5}{16} = m \cdot \frac{1}{8}$$

1) $\delta = \frac{1}{8}$, из этого восьмая часть водки превратилась в лед.

$\delta = \frac{1}{8}$ (это некорректно или ошибочно, но это не важно, потому что $\delta = \frac{1}{8}$, т.к. это безразмерная величина).

2) Процесс теплообмена прекратится тогда, когда вся содержащаяся вода будет 0°C . В некоторый момент температура воды станет 0°C , и лед будет охлаждаться и из кристаллизации воды, пока температура воды не достигнет 0°C .

$$\begin{aligned} Q_{\text{нагрева}} &= Q_{\text{отвода}} + Q_{\text{окисления}} \\ + Q_{\text{отвода}}(\text{водка}) + Q_{\text{отвода}}(\text{вода}) &= Q_{\text{отвода}}(\text{водка}) + Q_{\text{отвода}}(\text{вода}) \\ C_{\text{водка}}(t_0 - t_2) + C_{\text{воды}}(t_0 - t_2) &= C_{\text{водка}}(t_0 - t_2) + C_{\text{воды}}(t_0 - t_2) \\ C_{\text{водка}}(t_0 - t_2) &= C_{\text{воды}}(t_0 - t_2) \end{aligned}$$

(По сути лед получает дополнительную нагрева из кристаллизации воды ее окисления.)

$$C_{\text{водка}}(t_0 - t_2) = \lambda \delta p_{\text{воздух}} + c_b(t_1 - t_0) \Delta t$$

$$C_{\text{воды}}(t_0 - t_2) = \lambda \delta - c_b t_1 - c_b t_0$$

$$C_{\text{воды}}(t_0 - t_2) = C_{\text{водка}}(t_0 - t_2) - \lambda \delta - c_b t_0$$

$$t_0(C_{\text{водка}} + C_{\text{воды}}) = \lambda \delta - c_b t_0$$

$$\text{отсюда } t_2 =$$

$$t_2 = \frac{C_{\text{водка}} + C_{\text{воды}}}{\lambda \delta - c_b} = \frac{C_{\text{водка}} + C_{\text{воды}}}{\lambda \delta - c_b} \cdot \frac{1}{\text{окисление}}$$

$$t_2 = \frac{0 - 3,36 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \frac{1}{8} - 42000 \text{ Дж}}{2100 \text{ Дж/кг} \cdot \frac{1}{8} - 42000 \text{ Дж}} \cdot \text{окисление}$$

$$= - \frac{336 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{8} + 42 \cdot 10^3}{21 \cdot 10^3} \text{окисление} = - \frac{42 - 42}{21} \text{окисление} = - \frac{-84}{21} \text{окисление} = -40^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: 1) } \delta = \frac{1}{8}$$

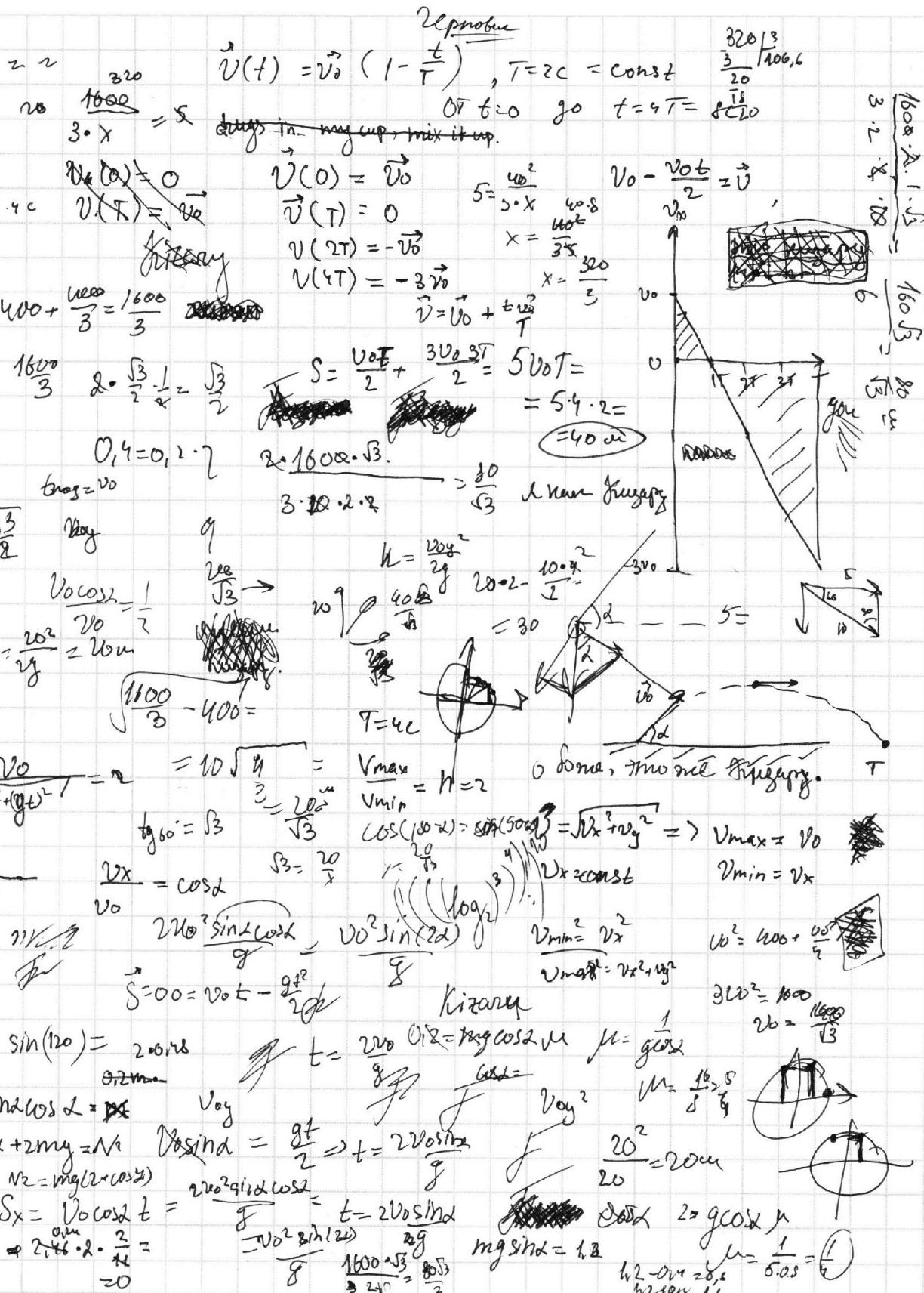
$$2) t_2 = -40^\circ\text{C}$$

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.

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!



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!

$$\frac{336}{32} \frac{18}{42}$$

$$R = 100 \Omega \text{m}$$

$$U = 30V$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}^2} = \frac{U}{3R^2} = \frac{30}{3 \cdot 100} = 0.1A$$



~~две параллельные ветви включены в цепь~~

$$= 0.1A$$

~~одна из ветвей имеет сопротивление R~~

~~две параллельные ветви включены в цепь~~

$$0.1A$$

~~одна из ветвей имеет сопротивление R~~

$$V = U_2 - U_1 = U_1$$

$$\frac{3}{2} U_1 = U$$

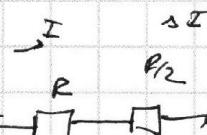
$$M_p = 0.6 \cdot \frac{3}{2} \cdot 100 = 90$$

$$\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{9}{15}$$

$$IR + \frac{IR}{2} = \frac{3}{2} IR =$$

$$\frac{3}{2} x = 90$$

$$x = 20$$



$$U_1 + U_2 = U$$

$$IR + \frac{IR}{2} = U$$

$$U_1 = 2U_2$$

$$U_1 + U_2 = U$$

$$\begin{cases} U_2 = \frac{U_0}{3} \\ U_1 = \frac{2U_0}{3} \end{cases}$$

$$42 \cdot 10^{-5} = 0.42 \cdot 10^{-5} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-5}$$

$$0.09 \cdot 100 \cdot \frac{3}{2} = 60V$$

$$30V$$

$$m_1 = m_2$$

$$\frac{m_1}{m_2 + \delta} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$gm + g\delta = 7m + 7\delta$$

$$16\delta =$$

$$\frac{m+\delta}{m-\delta} = \frac{7}{9}$$

$$7m - 7\delta = gm + g\delta$$

$$400 \cdot 2100 = 84000$$

$$h = mg \cos \alpha$$

$$\text{Вог: } m + \delta$$

$$\text{Лег: } m + \delta$$

$$\frac{g}{f} = \frac{m+\delta}{m-\delta}$$

$$g$$

$$m$$

$$\delta$$

$$m$$

$$84000 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^2 = 42000$$

$$336000 \cdot \frac{1}{8} = 42000$$

$$\text{Вог: } m c b(t_1 - t_0)$$

$$t_2 \cdot 2100 = 336000 \Rightarrow t_2 = 160$$

$$2m = 16\delta$$

$$\text{Лег: } m c b(t_1 - t_0)$$

$$t_2 = \frac{336000}{400} = 840 = \delta = \frac{m}{8}$$

$$m = 1024 \cdot \frac{21}{2} = 10560$$

$$\text{Грав. изг} = Q_{\text{изг}} \cdot \text{лег} + \text{вог}$$

$$m(t_2 - t_1) c u = \lambda \delta m + m c b(t_1 - t_0)$$

$$t_2 c u - t_1 c u = \lambda \delta + c b + c b \cdot 10$$

$$c u =$$

$$42000 \cdot (-10) + 15 \cdot 10000 = -45000$$

$$t_1 = -40^\circ C$$



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Черновик

Черновик

$$42 \cdot 10^3 + 42 \cdot 10^3 = 84 \cdot 10^3 = 8,4 \cdot 10^3 \cdot x \Rightarrow x \approx 4 \text{ м}^2$$

$$\text{тогда } 2,1 \cdot 10^3 x = 0,42 \cdot 10^2 \cdot 42 \cdot 10^2$$

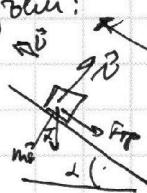
$$2,1 x = 42 \cdot 42 \\ 0,1 x = 242 \Rightarrow x \approx 2420$$

$$\frac{m+5m}{m-5m} = \frac{9/3}{2/3} \Rightarrow \frac{5}{2} \quad \text{или} \quad \frac{5}{2} \cdot 2420 = 6060$$

192

$$20 \cdot 2 - \frac{m \cdot 2}{2} = 20m$$

1) получаем:



$$\vec{ma}_1 = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_f$$

$$x: ma_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$20 \cdot 2 - 10 \cdot 2 = 20$$

$$0,42 \cdot 10^2 \cdot 10 = 6,12$$

0,65

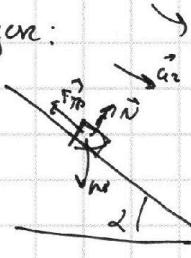
$$2420 = 6,12$$

$$0,96 \cdot 0,6 = 0,96$$

$$v_0^2 = 2as \quad s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{36}{0,6} = 60$$

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = 60$$

2) синус:



$$\vec{ma}_1 = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_f$$

$$x: ma_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\frac{s}{\sin \alpha} = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8+4}{10 \cdot 2} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\frac{24}{24} = 1$$

$$m(g \sin \alpha - a_2) = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu, mg \cos \alpha = m(a_1 - g \sin \alpha) = 0,2 \cdot 2$$

1) $\mu < 0,2$

$$\mu, mg \cos \alpha = 0,2$$

$$0,2 = 0,2 \cdot x$$

$$x=2$$

$$P = mg \cos \alpha$$

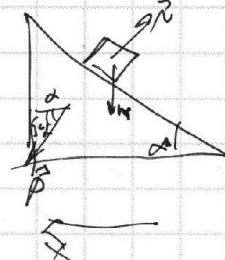
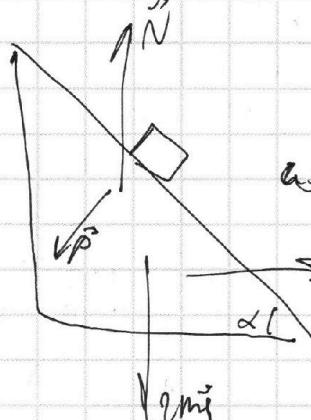
$$P_x = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,6 = 0,24$$

$$\mu N^2 \geq mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\mu mg (\cos \alpha + 1) \geq mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \quad \mu \geq \frac{0,16}{1,66} = \frac{16}{166} = 0,097$$

$$0,42 \cdot 10^3 = 42 \cdot 10^2 \cdot 42 \cdot 10^2 = \frac{12}{91} = 400$$



$$\vec{P} \perp \vec{G}_1, \vec{G}_2$$