

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02



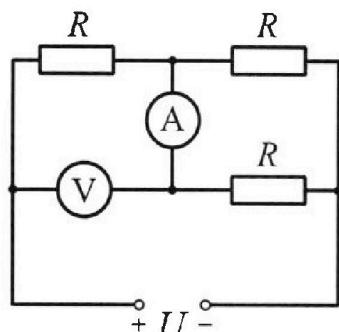
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200 \text{ Ом}$. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120 \text{ В}$. 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 I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

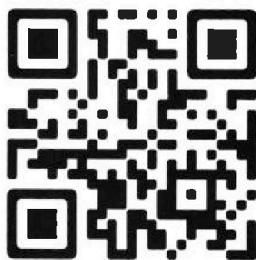


5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре $t_1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, помещают лед, температура которого $t_2 = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

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

2. Найдите начальную температуру t_1 воды в калориметре.

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



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 $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, где \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

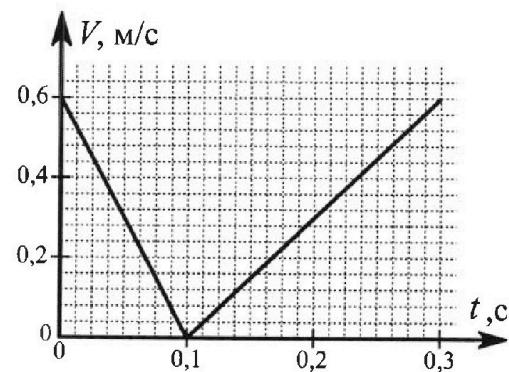
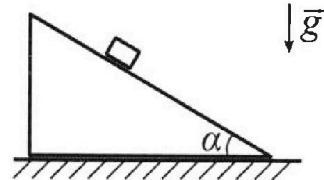
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 3T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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 $\sin \alpha$, где 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?





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

$$m=0,4 \text{ кг}$$

$$V_0=2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

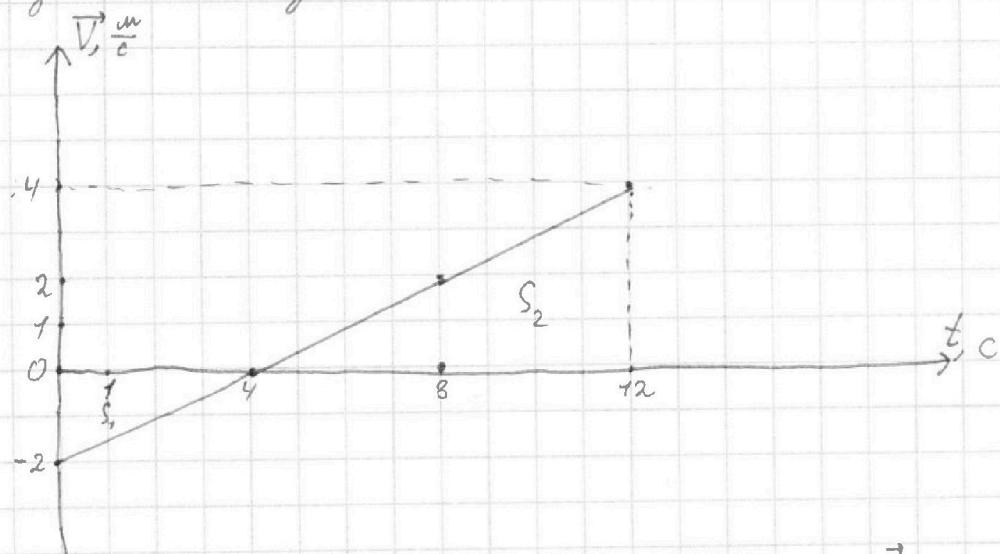
$$T=4 \text{ с}$$

→ Задача №1

$$V(t) = V_0 \cdot \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

Для движущегося по линии зависимости $V(t)$ построим график. При $t=0$: $V=0$; При $t=T$: $V=0$; При $t=2T$: $V=V_0$;

Видим, что за любые равные промежутки времени скорость изменяется одинаково.



Как известно, путь это площадь под графиком $V(t)$:

1. Найдём путь: $S = S_{\text{п}}: (S_{\text{п}} - \text{площадь графика}; S - \text{путь})$

$$S_{\text{п}} = S_1 + S_2; (S_1 - \text{площадь под графиком в промежутке } t \in [0; 4];$$

$$S_2 - \text{площадь под графиком в промежутке } t \in [4; 12])$$

$$S_{\text{п}} = S_1 + S_2 = (| -V | \cdot 4 + | 2V | \cdot (12 - 4)) \cdot \frac{1}{2} = (2 \cdot 4 + 2 \cdot 2 \cdot 8) \cdot \frac{1}{2} = \\ = 4 + 2 \cdot 8 = 20 \text{ м}; S = S_{\text{п}} = 20 \text{ м}$$

2. Найдём силу F : $\text{По 23Н: } F = \frac{F}{m} \Rightarrow F = a \cdot m; (\text{где } F \text{ сила; } a \text{ - ускорение})$

т.к. движение в промежутке $t \in [0; 12]$ равноускоренное, то мы можем найти ускорение:

$$V_k = V_0 + a \cdot t; \text{ подставив } V_0 = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}}; V_k = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; t = 12 \text{ с}$$

$$4 = -2 + a \cdot 12; a = \frac{6 \text{ м}}{12 \text{ с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \text{ Подставив в формулу: } F = a \cdot m$$

$$F = 0,5 \frac{\text{н}}{\text{с}^2} \cdot 0,4 \text{ кг} = 0,2 \text{ Н}$$

3. Найдём работу: А сила F за время $t \in [0; T]$

~~A = F · S~~ ~~или~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~

Найдём S за время $t \in [0; T]$:



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
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!

Задача № 1

т.к. движение равноускоренное, можем воспользоваться формулой:

$$\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} = -2 \cdot 4 + \frac{0,5 \cdot 16}{2} = -8 + 4 = -4 \text{ м} ; |S| = |-4| = 4 \text{ м}$$
$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = |\vec{F}| |\vec{S}| \cos \alpha; \text{ ам.к. } \vec{F} \perp \vec{S}; \text{ то } \alpha = 180^\circ; \alpha - \text{ угол между } \vec{F} \text{ и } \vec{S}$$
$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos 180^\circ = |0,2 \text{ Н}| \cdot |-4 \text{ м}| \cdot -1 = -0,8 \text{ Дж}$$

ОТВЕТ: 1. S=20 м; 2. F=0,2 Н; 3. A=-0,8 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.

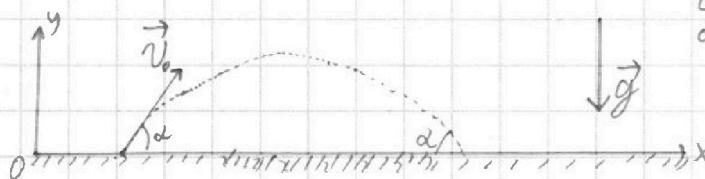
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

$$\begin{aligned} d &= 60^\circ \\ T &= 2 \text{ с} \\ V_0 &= 2V(T) \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

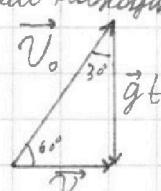
Нарисуем схему полёта камня Задача №2



Осб ОY $\uparrow \vec{g}$
Осб ОX $\rightarrow \vec{g}$

Нарисуем треугольник скоростей: $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t$ при $t=T$

м.к. $\angle \widehat{\vec{V}_0 \text{ и } \vec{g}t} = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$; $\alpha \frac{V}{V_0} = \frac{1}{2} = \sin 30^\circ \Rightarrow \vec{V} \parallel \text{горизонт}$
 \Rightarrow В этот момент тело находится в высшей точке полёта (H_{\max})



1. Гипотезы. Можем найти H за $T=2 \text{ с}$ полёта: $H = H_{\max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$

* ~~доказательство~~ $H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T + \frac{gT^2}{2}$; g

По оси ОY: $V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha - gt$; м.к. $V_{0y}=0 \Rightarrow V_{0y} = gt = 2 \cdot 10 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow H_{\max} = \frac{V_{0y}^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м} = H$;

2. $\vec{s} = \vec{V}_0 \cdot T + \frac{\vec{g}T^2}{2}$:

~~доказательство~~ $s_y = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T + \frac{gT^2}{2}$

~~доказательство~~ $V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$V_0 = \frac{20}{\sin 60^\circ} = \frac{20 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{40\sqrt{3}}{3}$

По формуле Т.косинусов:

$$S^2 = V_0^2 T^2 + \frac{g^2 T^4}{4} - 2 \cdot V_0 \cdot T \cdot \cos 30^\circ \cdot V_0 \cdot g T^3 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{1600 \cdot 4}{3^2} \cdot 2^2 + \frac{10^2 \cdot 2^4}{4} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot 10 \cdot 2^3 =$$

$$= \frac{1600 \cdot 4}{3} + 400 - 1600 = \frac{1600}{3} + 400 =$$

$$= \frac{1600 + 4200}{3} = \frac{2800}{3};$$

$S = \sqrt{\frac{2800}{3}} = \frac{\sqrt{2800}}{\sqrt{3}} \text{ м}$

3. В момент $T=2 \text{ с}$, $\vec{g} \perp \vec{V} \Rightarrow g = \frac{V^2}{R}$; в момент $T=2 \text{ с}$, $g = a_y$; $a_T = 0$

$R = \frac{V^2}{g} = \frac{V_0^2}{4g} = \frac{V_0^2}{4 \cdot 10} = \frac{40 \cdot \frac{4}{3}}{40} = \frac{40}{3} \text{ м}$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$; $S = \frac{\sqrt{2800}}{\sqrt{3}} \text{ м}$; $R = \frac{40}{3} \text{ м}$

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|

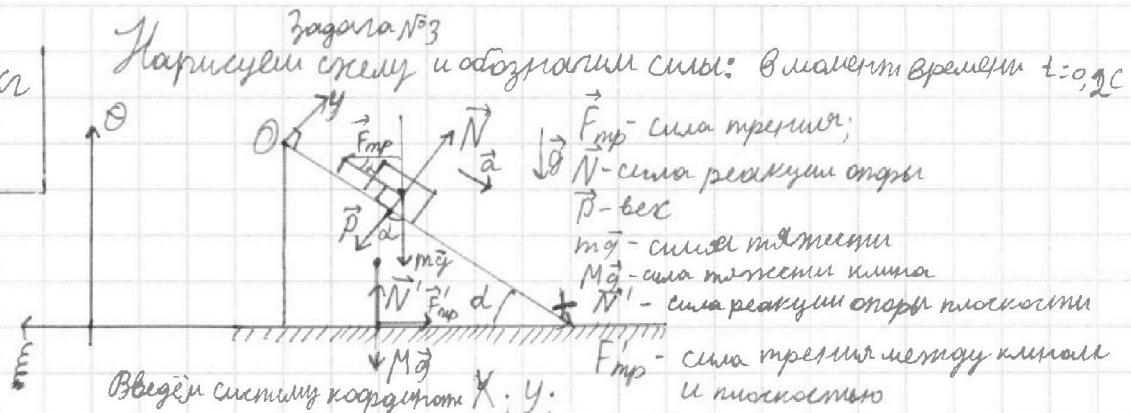
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

$$m=0,4 \text{ кг}$$

$$M=1,5 \text{ м}$$

$$g=10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



Найдём ускорение шайбы в момент времени $t \in [0; 0,1 \text{ с}]$
при $t=0,1 \text{ с}: V_0=0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; при $t=0,3 \text{ с}: V=0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V=V_0+at$; $a=\frac{V-V_0}{t}= \frac{0,6-0}{0,3-0,1}= \frac{0,6}{0,2}=3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

По 2 ЗН: $\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}_1$; т.к. по оси OY тело не движется; т.к. $N_y + mg_y = m \cdot 0 = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos \alpha =$

Найдём ускорение шайбы в момент времени $t \in [0; 0,1 \text{ с}]$:

$$a_1 = a_x = \frac{V-V_0}{t} = -\frac{0,6}{0,1} = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



По 2 ЗН: $\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}_1$; По оси OX: $F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha = ma_1$

при $t \in [0,1 \text{ с}; 0,3 \text{ с}]$:

По оси OX: $-F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha = ma_1 \quad (1)$

$$F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha = ma_1 \quad (2)$$

$$(1) + (2): F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}} + 2mg \cdot \sin \alpha = m \cdot (a_1 + a_2)$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{9}{20}; \Rightarrow N = mg \cdot \sin \alpha = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{9}{20} = \frac{36}{2} = 1,8 \text{ Н}$$

Введём систему координат ξ ; Θ ; где $\Theta \perp \xi$; $\Theta \parallel \vec{g}$

Заметим, что при $t \in [0; 0,1 \text{ с}]$: сила трения действующая на ~~брусков~~ кипп от шайбы по оси ξ направлена в 1 сторону с P ;
 \Rightarrow на этот промежуток времени надо рассматривать движение киппа. По оси ξ : ~~$M \cdot a = P - F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}}'$~~ $M \cdot a = P \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cos \alpha - F_{\text{тр}}'$

$$(1)-(4): F_{\text{тр}} - (-F_{\text{тр}}) + mg \cdot \sin \alpha - mg \cdot \sin \alpha = ma_2 - ma_1$$

$$2F_{\text{тр}} = m \cdot (a_2 - a_1) \Rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{m \cdot (a_2 - a_1)}{2} = \frac{0,4 \cdot (6 - 3)}{2} = 0,6 \text{ Н}$$



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.

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

Задача № 3

$$Ma = P \cdot \sin \alpha + F_{np} \cdot \cos \alpha - F_{np}' ; F_{np}' = N' \cdot \mu = g \cdot (M+m) \cdot \mu ;$$

Чтобы тело покатилось; $F_{np} \geq P \cdot \sin \alpha + F_{np} \cdot \cos \alpha$;

$$g \cdot (M+m) \cdot \mu \geq mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_{np} \cdot \cos \alpha$$

$$N \geq \frac{mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_{np} \cdot \cos \alpha}{g \cdot (M+m)} ; \text{В этой строке нам}\\ \text{всё известно} \Rightarrow \text{мы можем}\\ \text{подставить и получим.}$$

$$\text{Ответ: 1. } \sin \alpha = \frac{9}{20} ; 2. N = 1,8 \text{ Н} ; 3. N \geq \frac{0,4 \cdot \frac{\sqrt{400 \cdot 81}}{20} \cdot 10 \cdot \frac{9}{20} + 0,6 \cdot \frac{\sqrt{400 \cdot 81}}{20}}{10 \cdot (0,4 + 0,6)}$$

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.

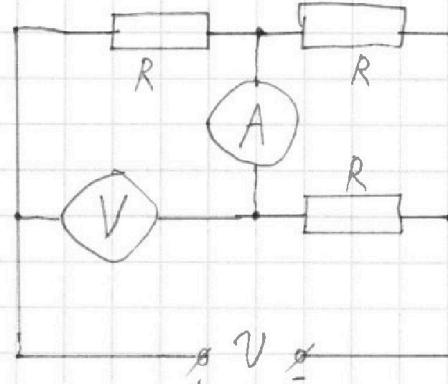
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

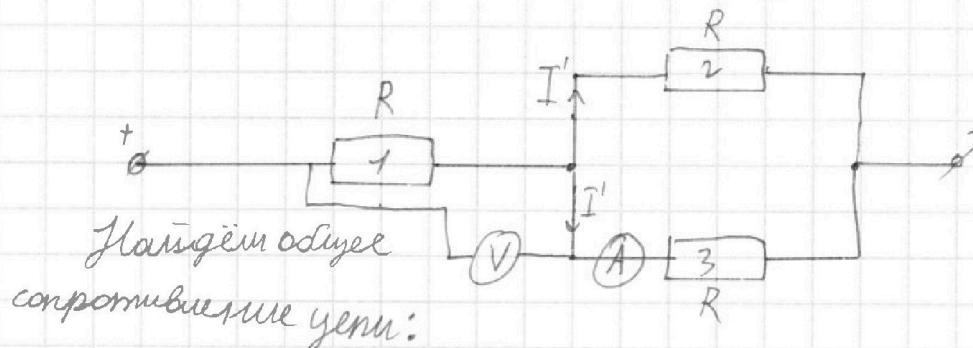
Задача №4

$$\begin{aligned} R &= 200 \Omega \text{м} \\ V &= 120 \text{ В} \\ R_a &\ll R \\ R_b &\gg R \end{aligned}$$



Т.к. сопротивление вольтметра $\gg R$; ~~то~~ и он соединен

параллельно с R ; то через него будет идти очень слабый ток.
Если мы его измерим, ~~то~~ то сильно ничего не изменится.
А амперметр мы можем заменить на обычный провод без
сопротивления. Перерисуем схему:



$$R_{\text{общ}} = R + \frac{R}{2} = 300 \Omega \text{м}; \Rightarrow I - сила тока в цепи$$

$$\text{равна } \frac{V}{R_{\text{общ}}} = \frac{120}{300} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ А.}$$

т.к. сила тока I в равна при последовательном
состоании, но суммируется при параллелизме, то
сила тока в амперметре будет $\frac{I}{2} = 0,2 \text{ А}$; $I_A = I' = 0,2 \text{ А}$; $2I' = I$
~~и т.к. $I = 0,4$~~
 $P = U \cdot I = 0,4 \cdot 120 = 48 \text{ Вт}$ - мощность на источник;

Очевидно, что это не так.



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!

$$P_1 = \frac{I^2}{R} \cdot R = 0,4^2 \cdot 200 = 0,16 \cdot 200 = 32 \text{ Вт}; - \text{ мощность на 1 резистор}$$

$$P_2 = I^2 \cdot R = 0,2^2 \cdot 200 = 0,04 \cdot 200 = 8 \text{ Вт} - \text{ мощность на 2 резисторе}$$

$$P_3 = I^2 \cdot R = 0,1^2 \cdot 200 = 0,01 \cdot 200 = 2 \text{ Вт} - \text{ мощность на 3 резисторе}$$

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 + P_3 = 32 + 8 + 2 = 42 \text{ Вт}$$

Ответ: $I = 0,4 \text{ А}$; $I_1 = 0,2 \text{ А}$; $P_{\text{общ}} = 42 \text{ Вт}$



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.

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

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

$$\eta = \frac{M_B}{M_u} = \frac{11}{9}$$

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

$$C_u = 3,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}^\circ}$$

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

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$$

Задача №5

M_{HB} - масса воды в мешке

M_{Hu} - масса льда в мешке

$$M_{HB} = M_{Hu}$$

Нетрудно заметить, что $t_k = 0^\circ\text{C}$; т.к. в калориметре осталось лед и вода.

так $9M_B = 11M_u$; где M_B - кг. масса воды; M_u - кг. масса льда
определим число δ ; $M_B = M_{HB} + \delta$; $M_u = M_{Hu} - \delta$

$$9(M_{HB} + \delta) = 11(M_{Hu} - \delta)$$

$$9M_{HB} + 9\delta = 11M_{Hu} - 11\delta ; \text{ т.к. } M_{HB} = M_{Hu}, \text{ то:}$$

$$9M_{Hu} + 9\delta = 11M_{Hu} - 11\delta$$

$$20\delta = (11 - 9)M_{Hu} = 2M_{Hu}$$

$$20\delta = 2M_{Hu}$$

$$\delta = \frac{1}{10} M_{Hu};$$

$$Q_1 = Q_2;$$

Q_1 - одн. теплообмен

$$Q_B + Q_u = 0; Q_B - \text{одн. теплообмен воды}$$

$$Q_B = C_B \cdot M_{HB} \cdot (t_1 - t_k)$$

$$Q_u = C_u \cdot M_{Hu} \cdot (t_2 - t_k) + (-\lambda) \cdot \delta$$

$$C_B \cdot M_{HB} \cdot (t_1 - t_k) + C_u \cdot M_{Hu} \cdot (t_2 - t_k) - \lambda \cdot \delta = 0 \quad | : M_{Hu}$$

$$C_B \cdot 1 \cdot (t_1 - t_k) + C_u \cdot (t_2 - t_k) - \frac{1}{10} \cdot \lambda = 0$$

$$4200 \cdot (t_1 - 0) + 2100 \cdot -20 - 3,36 \cdot 10^4 = 0$$

$$4200t_1 = 2100 \cdot 20 + 3,36 \cdot 10^4; t_1 =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмьте 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!

$$t_1 = \frac{2100 \cdot 20 + 33600}{4200} = \frac{21 \cdot 20 + 336}{42} \text{ с.} \quad \text{Задача №5}$$

ОТВЕТ: 1) В воду превратилось $\frac{1}{10}$ части Малышева;

$$2) t_1 = \frac{336 + 21 \cdot 20}{42}$$



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!