



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



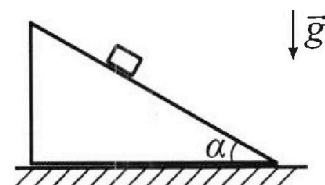
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t=T$.

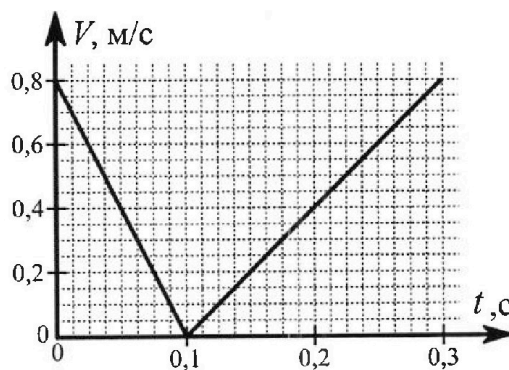
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





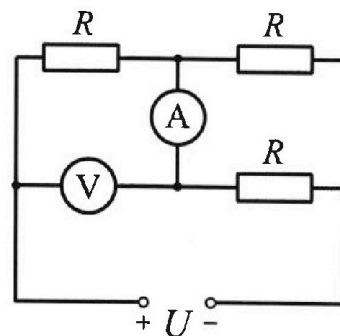
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ 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 $t_1 = 10$ °С, 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 $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ 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!

Задача N1

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v(t) = v_0 + at, \text{ где } a - \text{ускорение тела.}$$

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

$$T = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow a = -\frac{v_0}{T}$$

~~$$S(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t - \frac{v_0 t^2}{2T}$$~~

~~$$\Delta x = \text{перемещение}$$~~
$$t \in [0; T]$$

$$v(T) = v_0 - \frac{v_0 T}{T} = -v_0 < 0 \Rightarrow \text{шайба в какой-то момент времени начала двигаться в обратном направлении. Этот момент времени } = t_1, \text{ и } v(t_1) = 0$$

$$v(t_1) = 0 = v_0 - \frac{t_1}{T} v_0 = v_0 \left(1 - \frac{t_1}{T}\right)$$

$$t_1 = T$$

$\Rightarrow$ есть участок пути S_1 , который шайба прошла до остановки, и S_2 , который после.

$$S = S_1 + S_2$$

$$S_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 T - \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2}$$

$$S_2 = v_0 T + \frac{-aT^2}{2} = \frac{v_0 T}{2}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{v_0 T (1+1)}{2} = v_0 T = 5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 40 \text{ м}$$

$$F = ma \text{ (по II закону Ньютона)}$$



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!

$$F = ma = m \cdot \frac{v_0}{t} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ Н}$$

$$A = F \cdot \Delta r, \text{ где } \Delta r - \text{перемещение тела.}$$

$$t = T, \text{ т.е. тело еще не успело повернуться и } \Delta r = S_1$$

$$A = F \cdot \Delta r = FS_1 = -m \frac{v_0}{T} \cdot \frac{v_0 T}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = -1,6 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } S = 40 \text{ м; } F = 0,4 \text{ Н; } A = -1,6 \text{ Дж}$$



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!

Задача №2

$$T = 4c$$

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

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

S - ?

H - ?

R - ?

$$h = \frac{V_0}{V_x} = 2$$

$$h = \frac{V_0 \cos \alpha + \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha}}{V_0 \cos^2 \alpha} =$$

$$\sqrt{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 3$$

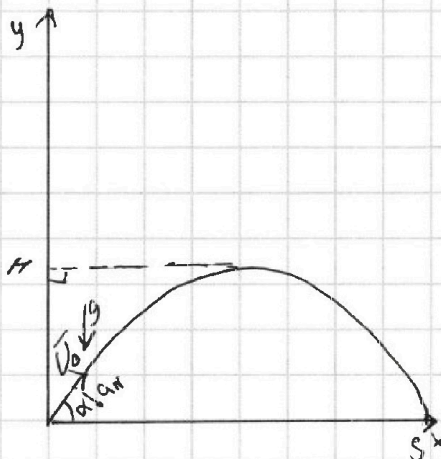
$$\Rightarrow \frac{V_0 \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} = \sqrt{3}$$

На высоте H в силу симметрии траектории поднимется за время $\frac{T}{4}$ $\frac{T}{2}$.

S - пролет за T

$$S = V_x T = V_0 \cos \alpha T$$

$$H = V_0 \sin \alpha \frac{T}{2} - \frac{g T^2}{8}$$



V_0 - начальная скорость мяча
д-угол между V_0 и горизонталю
 $V_x(t) = \text{const} = V_0 \cos \alpha$

$$V_y(t) = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$V_{\min} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$\Rightarrow V_{\min}$, когда $V_y = 0$
 $V_{\max}$, когда $V_y = V_0 \sin \alpha$ (т.е. в начале или в конце)



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!

Также в момент пребывания шарика на высоте H , его $V_y = 0$

$$0 = V_0 \sin \alpha - g \frac{T}{2}$$

$$\frac{gT}{2} = V_0 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow V_0 \cos \alpha = \frac{V_0 \sin \alpha}{\sqrt{3}} = \frac{gT}{2\sqrt{3}}$$

$$H = V_0 \sin \alpha \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{4\sqrt{3}} - \frac{gT^2}{8} = \frac{2gT^2 - \sqrt{3}gT^2}{8\sqrt{3}} = \frac{gT^2(2-\sqrt{3})}{8\sqrt{3}}$$

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 4^2(2-\sqrt{3})}{8\sqrt{3}} = 320$$

$$H = V_0 \sin \alpha \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{4} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{8} = \frac{160}{8} = 20 \text{ м}$$

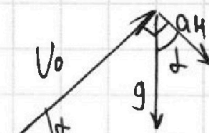
$$S = V_0 \cos \alpha T = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}} = \frac{160}{2\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \approx 46,05 \text{ м}$$

Как известно: $\frac{V^2}{R} = a_n$, где a_n - нормальное ускорение тела

$$a_n = g \cos \alpha$$

$$V = V_0$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_0^2}{a_n} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha + V_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{\frac{g^2 T^2}{4} + \frac{g^2 T^2}{12}}{g \cos \alpha} = \frac{4g^2 T^2}{12g \cos \alpha} =$$



$$\frac{\frac{g^2 T^2}{3}}{g \cos \alpha} = \frac{gT^2}{3 \cos \alpha} = \frac{gT^2}{1,5} = \frac{(10 \cdot 16)}{1,5} = \frac{160}{1,5} \approx 106,1 \text{ м}$$

$$\cos \alpha = \frac{V_0 \cos \alpha}{V_0} = \frac{\frac{gT}{2\sqrt{3}}}{\frac{gT}{\sqrt{3}}} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$; $S = 44,05 \text{ м}$; $S = \frac{80}{\sqrt{3}} \approx 46,05 \text{ м}$; $R = \frac{160}{1,5} \approx 106,1 \text{ м}$



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 4

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

Начальная скорость = v_0

a_1 - ускорение шайбы до остановки.

$a_1 \uparrow v_0$ т.к. есть остановка

~~a_1 направлено по оси x~~

N - нормальная реакция опоры

$F_{тр1}$ - сила трения, до остановки.

$F_{тр2}$ - сила трения после остановки

II закон Ньютона: $N + \vec{mg} + \vec{F}_{тр1} = \vec{a_1} m$
для шайбы

$y: a_{1y} = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$x: a_{1x} m = mg \sin \alpha + F_{тр1}$ a_{1x} направлено по оси x . $\Rightarrow v_0$ направлено против оси x .

$$a_{1x} m = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_{1x} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

a_{1x} - это все ускорение тела $a_{1x} = a_1$

$$a_1 = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{1 - 0,8}{0,1} = 2 \text{ м/с}^2 \text{ из графика}$$

a_2 - ускорение шайбы после остановки

II закон Ньютона для шайбы:

$$m \vec{a_2} = \vec{mg} + \vec{N} + \vec{F}_{тр2}$$

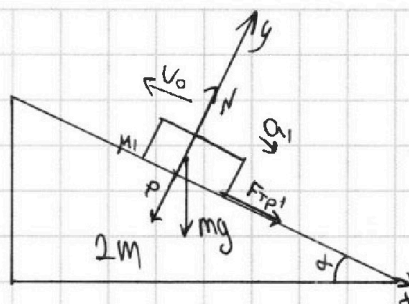
$y: a_{2y} = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$x: a_{2x} m = mg \sin \alpha - F_{тр2}$

$F_{тр2} = \mu N$ (закон Ампера - Кулона)

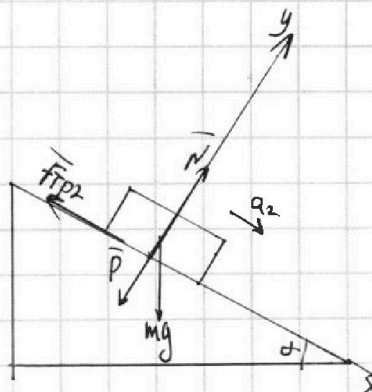
$$a_{2x} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

a_{2x} - это все ускорение тела $a_2 = a_{2x}$



$$m = 0,2 \text{ кг}$$

μ - коэффициент трения шайбы о клин





1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

$$a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \text{ м/с}^2$$

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

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

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

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

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{12 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 0,6 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

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

$$\mu = \frac{a_1 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{0,8 - 0,6}{0,8} = 0,25$$

На клин действуют силы:

- 1) Вес тела P (По третьему закону Ньютона: $P = N$)
- 2) Сила трения со стороны горизонтальной плоскости F
- 3) Сила тяжести ($2mg$)
- 4) Сила нормальной реакции опоры со стороны горизонтальной плоскости N_1
- 5) Сила трения со стороны шайбы ($F_{тр1}$, когда клин действует на шайбу с $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$, когда клин действует на шайбу с $F_{тр2}$)
 $F_{тр1} = F_{тр2}$ по III закону Ньютона
 $F_{тр2} = F_{тр1}$

a - ускорение клина, если $a = 0$

Если клин покоится, то $a = 0$, где a - ускорение клина

II закон Ньютона на клин: II закон Ньютона на клин

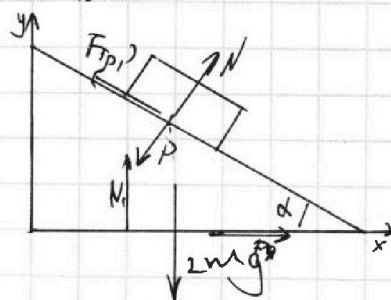
до остановки шайбы: $F_{тр1} + P + 2mg + N_1 + F = 0$

$$X: -F_{тр1} \cos \alpha - P \sin \alpha + F = 0$$

$$y: -P \cos \alpha - 2mg + N_1 + F_{тр1} \sin \alpha = 0$$

$$-m_1 N \cos \alpha - N \sin \alpha + F = 0$$

$$-N \cos \alpha - 2mg + N_1 + m_1 N \sin \alpha = 0$$





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 4

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!

$$\begin{aligned} -m_1 mg \cos^2 \alpha + mg \sin \alpha \cos \alpha + F &= 0 \\ -mg \cos^2 \alpha - 2mg + N_1 + m_1 mg \cos \alpha \sin \alpha &= 0 \end{aligned}$$

$$N_1 = mg \cos^2 \alpha + 2mg - m_1 mg \cos \alpha \sin \alpha = mg(\cos^2 \alpha + 2 + \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha)$$

$$F = mg \sin \alpha \cos \alpha - \mu_1 mg \cos^2 \alpha = mg \cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$$

$$N_1 \geq \mu_1 F$$

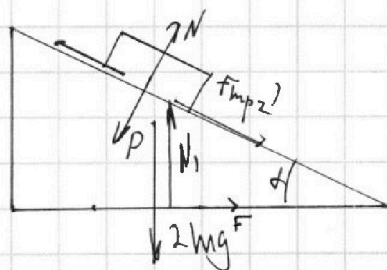
F' - максимальная сила трения покоя между клином и горизонтальной поверхностью

$$F \leq F'$$

$$F' = \mu N_1$$

$$\mu \geq \frac{F}{N_1} = \frac{\cos \alpha (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha + 2 - \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha} = \frac{0,48 + \mu_1 \cdot 0,64}{0,64 + 2 - \mu_1 \cdot 0,48} = \frac{0,64}{2,52} = \frac{16}{63}$$

Пошаговая остановка шайбы:



II 3. N:

$$\vec{P} + \vec{N}_1 + 2\vec{mg} + \vec{F}_{mp2}' + \vec{F} = 0$$

$$x: \mu_1 N \cos \alpha + F - N \sin \alpha = 0$$

$$y: N_1 - 2mg - P \cos \alpha - F_{mp2}' \sin \alpha = 0$$

$$\mu_1 mg \cos^2 \alpha + F - mg \cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$N_1 - 2mg + mg \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cos^2 \alpha \sin \alpha = 0$$

$$F = mg(\cos \alpha (\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha))$$

$$N_1 = mg(2 + \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha)$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha \mu_1}{2 + \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha} = \frac{0,48 - \mu_1 \cdot 0,64}{2,38 + \mu_1 \cdot 0,48} = \frac{0,32}{1,48} = \frac{8}{37}$$

$$\frac{8}{37} < \frac{16}{63} \Rightarrow \mu \geq \frac{16}{63}$$



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
4 ИЗ 4

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!

Клнх из условия не движется (, стоит клин") $\Rightarrow a=0 \Rightarrow$ предположение
уравнения актуальны для этого пункта.

$$F = mg(\cos\alpha(\sin\alpha - \mu_1 \cos\alpha)) \quad \text{до остановки}$$

$$F = 2(0,8(0,6 - 0,2)) = 0,64 \text{ М}$$

~~или~~ $F = mg$ $F = F_{\text{мп.}}$

$$\text{Ответ: } F_{\text{р}} = 0,64 \text{ М; } \mu \geq \frac{16}{63} \approx 0,252; \sin\alpha = 0,6$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Задача №4

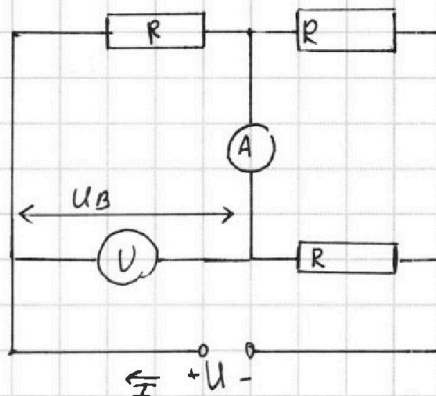
$$U = 30 \text{ В}$$

$$P = ?$$

$$I = ?$$

$$R = 100 \text{ Ом}$$

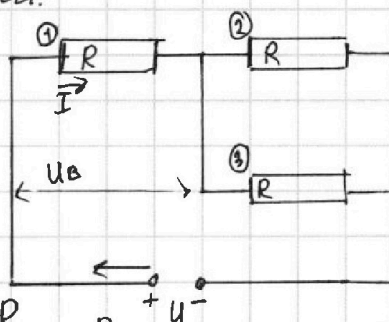
$$U_B = ?$$



Т.к. сопротивление амперметра много меньше R , я могу в цепи представить его как перемычку.
Т.к. сопротивление вольтметра много больше R , то я могу в цепи представить его как разрыв цепи.

Проконструирую резисторы как на рисунке

$R_{\text{экв}}$ - эквивалентное сопротивление цепи



$$R_{\text{экв}} = R + \left(\frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} \right) = R + \left(\frac{1}{\frac{2}{R}} \right) = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$

По закону Ома: $R_{\text{экв}} = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{30 \text{ В}}{1,5R} = \frac{30 \text{ В}}{100 \text{ Ом} \cdot 1,5} = \frac{30 \text{ В}}{150 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$

U_B будет равно U_1 , где U_1 напряжение на первой резисторе.

По закону Ома для участка цепи: $R = \frac{U}{I} \Rightarrow U_1 = RI = R \cdot \frac{U}{1,5R} = \frac{U}{1,5} = \frac{30 \text{ В}}{1,5} = 20 \text{ В}$

$\Rightarrow$ т.к. $U_B = U_1$, то $U_B = 20 \text{ В}$

Ответ: $U_B = 20 \text{ В}$; $I = 0,2 \text{ А}$

P - мощность на источнике

$P_{\text{и}}$ - мощность на источнике



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 - мощность на первом резисторе~~

~~P_2 - мощность на втором резисторе и третьем резисторах~~

~~$$P_3 = P_4 - P_1 - P_2$$~~

~~$$P_4 = UI = 6 \text{ В}$$~~

~~$$P_1 = I^2 R =$$~~

~~$$P_2 = I^2 R_3, \text{ где } R_3 - \text{эквивалентное сопротивление второго и третьего резисторов.}$$~~

~~$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{R}{2} = 2$$~~

~~P_3 - мощность в цепи~~

~~$$P_4 = UI$$~~

~~$$P_3 = I^2 R_{\text{экв}}$$~~

P_4 - мощность на источнике

P_1 - мощность на 1 резисторе

P_2 - мощность на 2 резисторе

P_3 - мощность на 3 резисторе

~~$$P = P_4 - P_3 = UI - I^2 R_{\text{экв}} = I(U - IR_{\text{экв}}) = 0,2 \text{ А} (30 \text{ В} - 15) = 0 \text{ Вт}$$~~

~~$$P_1 = I^2 R$$~~

~~$$P_4 = UI$$~~

~~$$P_2 = 0,25 I^2 R$$~~

~~$$P_3 = 0,25 I^2 R$$~~

Ток идущий через 2 и 3 резистора = $I/2$; ток
Пусть I_2 - ток через 2; I_3 ток через 3.
Они подключены параллельно $\Rightarrow$

$$\begin{cases} I_3 R = I_2 R \\ I_2 + I_3 = I \\ I_2 = I_3 \\ I_2 = 0,5 I \end{cases}$$

$$P = I(-U + IR + 0,25 IR + 0,25 IR) = I(-U + 1,5 RI) = 0 \text{ Вт}$$

Ответ: $I = 0,2 \text{ А}$; $U_R = 20 \text{ В}$; $P = 0 \text{ Вт}$



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.



СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

Задача №5

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = ?$$

$$\delta = ?$$

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

$$n = \frac{9}{4}$$

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

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

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

m - масса льда изначальная, равна массе воды изначальной

M - масса воды после ~~теп~~ обмена

nM - масса льда после обмена

θ - температура, установившаяся в результате теплообмена. $nM + M = 2m$

П.к. ~~то~~ в калориметре остались и вода, и лед $\theta = t_0$

$$(1+n)M = 2m \rightarrow M = \frac{2m}{1+n}$$

~~$$\delta = \frac{m-M}{m}$$~~

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

$$= \frac{m + nm - 2m}{(1+n)m} = \frac{(n-1)m}{(1+n)m} = \frac{n-1}{1+n} =$$

$$= \frac{\frac{9}{4} - 1}{\frac{9}{4} + 1} = \frac{\frac{5}{4}}{\frac{13}{4}} = \frac{5}{13}$$

В лед превратилось δm воды.

~~$$\text{УТБ: } c_v(t_1 - \theta)m + \delta m \lambda - c_l m(\theta - t_2) = 0$$~~

~~$$c_v t_1 m - c_v \theta m + \delta m \lambda - c_l m \theta + c_l m t_2 = 0$$~~

~~$$\text{УТБ: } c_v m(\theta - t_1) + \delta m \lambda$$~~

$$\text{УТБ: } c_v m(t_1 - \theta) + \delta m \lambda + c_l m(t_2 - \theta) = 0$$

$$c_v t_1 - c_v \theta + \delta \lambda + c_l t_2 - c_l \theta = 0$$

$$c_l t_2 = c_v \theta + c_l \theta - c_v t_1 - \delta \lambda$$



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!

$$t_2 = \frac{c_b \theta + c_n \theta - c_b t_1 - \delta \lambda}{c_n} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0^\circ\text{C} + 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0^\circ\text{C} - 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C} - \frac{1}{8} \cdot 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = \frac{-42000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} - 44000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = \frac{-86000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} =$$

$$\frac{-860}{21} ^\circ\text{C} \approx -40,952 ^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} 860 \overline{) 21} \\ 84 \overline{) 40,952} \\ \underline{20} \\ 0 \\ \underline{200} \\ 189 \\ \underline{110} \\ 105 \\ \underline{50} \\ 42 \\ \underline{8} \end{array}$$

$$\text{Ответ: } \delta = \frac{1}{8}; t_2 = \frac{-860}{21} ^\circ\text{C} \approx -40,952 ^\circ\text{C}$$