

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

Вариант 09-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

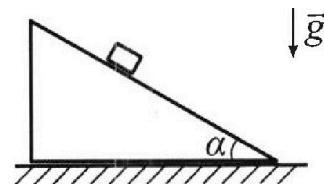
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, где \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

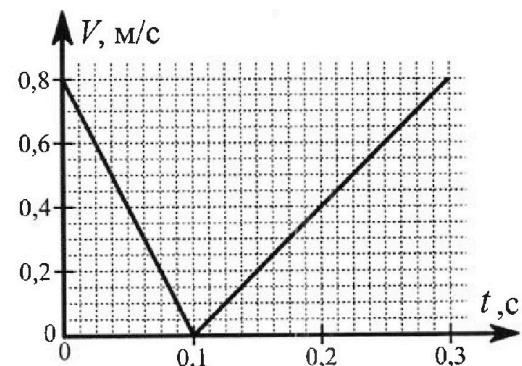
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха 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 $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость 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

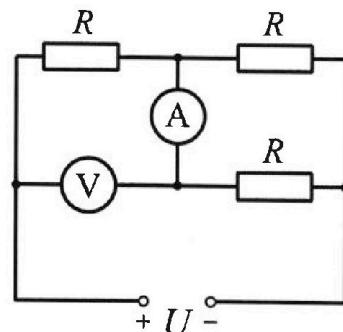
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 $c_l = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}\text{C}})$, удельная теплоёмкость воды $c_w = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}\text{C}})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, 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.



- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

Задача №1

$$M=0,2 \text{ кг}$$

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

$$T=2 \text{ с}$$

$$V_0=4 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow a = -\frac{V_0}{T}$$

~~$$S(t) = V_0 t + \frac{at^2}{2} = V_0 t - \frac{V_0 t^2}{2}$$~~

~~$$\Delta x = \text{перемещение} \quad t \in [0; 4T]$$~~

$V(4T) = V_0 - \frac{4T}{T} V_0 = -3V_0 < 0 \Rightarrow$ шайба в какой-то момент времени начала двигаться в обратном направлении. Этот момент времени $= t_1$, 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 поехала.

$$S = S_1 + S_2$$

$$S_1 = V_0 T + \frac{aT^2}{2} = V_0 T - \frac{V_0 T^2}{2} = \frac{V_0 T}{2}$$

$$S_2 = V_0 T + \frac{-a(3T)^2}{2} = \frac{V_0 9T}{2}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{V_0 T (1+9)}{2} = 5V_0 T = 5 \cdot 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 40 \text{ м}$$

$F = ma$ (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 |
| <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!

$$F = m \ddot{a} = m \cdot \frac{V_0}{T} = -2 \cdot 0,2 = -0,4 \text{ Н}$$

$A = F \cdot \Delta r$, где Δr - перемещение тела.

$t = T$, т.е. тело еще не успело повернуть и $\Delta r = S_1$

$$A = F \cdot \Delta r = FS_1 = -m \frac{V_0}{T} \cdot \frac{V_0 T}{2} = -\frac{m V_0^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 16}{2} = -1,6 \text{ Дн}$$

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

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!

Задача №2

$$T = 4 \text{ с}$$

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

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$S - ?$$

$$H - ?$$

$$R - ?$$

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

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

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

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

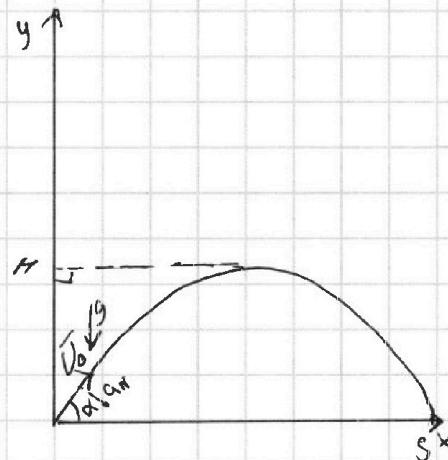
$$\Rightarrow \frac{V_0 \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} = \sqrt{3}$$

На высоту H в силу симметричности траектории поднимется за время $\frac{T}{2}$.

S - пролетит 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 горизонтальной
 $V_x(t) = \text{const} = V_0 \cos \alpha$

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

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

$\Rightarrow V_{\min}$, 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.



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

Также в момент пребывания шарика на высоте H , то $U_y = 0$

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

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

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

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

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

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

$$S = V_0 \cos \alpha T = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}} = \frac{160}{2\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \approx 44,05 \mu$$

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

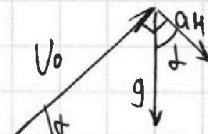
$$a_n = g \cos \alpha$$

$$V = V_0$$

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

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

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



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



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
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.

$a_1 \neq v_0$ т.к есть остановка

a_1 направлено по оси x

N - нормальная реакция опоры

F_{mp1} - сила трения, до остановки.

F_{tp2} - сила трения после остановки

II закон Ньютона: $\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{mp1} = \vec{a}_1 m$

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

x: $a_{1x} = mgs \sin \alpha + F_{mp1}$ a_{1x} направлено по оси x . $\Rightarrow v_0$ направлено против оси x .

$a_{1x} m = mgs \sin \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha$

$a_{1x} = \mu_1 g s \sin \alpha + \mu_1 g \cos \alpha$

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

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

a_2 - ускорение шайбы после остановки

II закон Ньютона для шайбы:

$$\vec{m a_2} = \vec{mg} + \vec{N} + \vec{F}_{tp2}$$

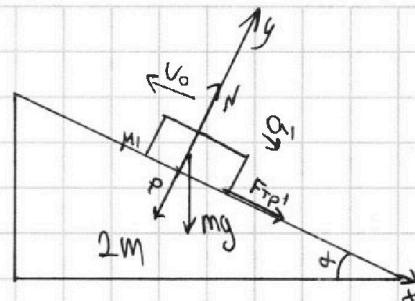
y: $a_{2y} = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

x: $a_{2x} m = mgs \sin \alpha - F_{tp2}$

$F_{tp2} = \mu_2 N$ (закон Амонтона-Кулонса)

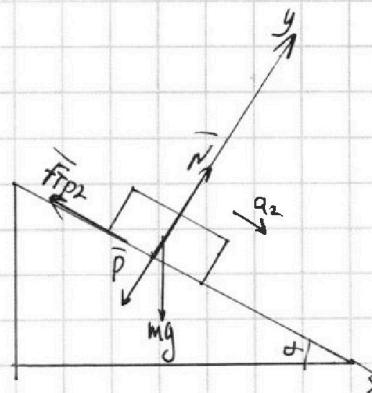
$a_{2x} = g s \sin \alpha - \mu_2 g \cos \alpha$

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



$$m = 0,2 \text{ кг}$$

μ_1 - коэффициент трения шайбы о килин





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
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!

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

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

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

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

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

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

На клин действуют силы:

1) Вес шара 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_{mp}), когда клин действует на шайбу с F_{mp1} и F_{mp2} , когда клин действует на шайбу с F_{mp2})

$F_{mp1} = F_{mp2}$ по III закону Ньютона

a - ускорение клина. если $a=0$

- если клин поконится, то $\Rightarrow a=0$, где a - ускорение клина

то

II закон Ньютона на клин: II закон Ньютона на клин

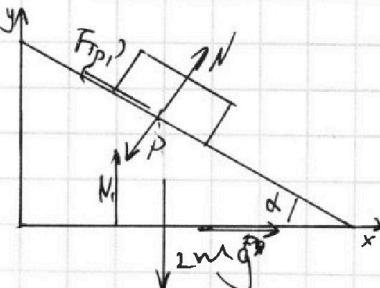
до остановки шайбы: $\bar{F}_{mp1} + \bar{P} + 2\bar{mg} + \bar{N}_1 + \bar{F} = 2m\bar{a}$

$$x: -F_{mp1} \cos \alpha - P \sin \alpha + F = 0$$

$$y: -F_{mp1} \cos \alpha - 2mg + N_1 + F_{mp1} \sin \alpha = 0$$

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

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



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.



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

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!

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

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

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

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

$$\text{НН } \mu_{\text{max}} = \frac{F}{N}$$

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

$$F \leq F'$$

$$F' = \mu N_1$$

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

После остановки шайбы:

II З. Н.:

$$P + N_1 + 2mg + F_{mpz} + F = 0$$

$$x: \mu_1 N_1 \cos \alpha + F = N_1 \sin \alpha = 0$$

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

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

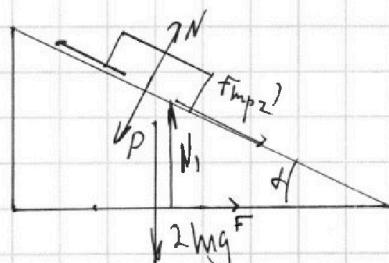
$$N_1 - 2mg + mg \cos^2 \alpha - \mu_1 mg \cos^2 \alpha \sin \alpha = 0$$

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

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

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha \mu_1}{2 + \mu_1 \cos \alpha \sin \alpha - \cos^2 \alpha} = \frac{0,48 - \mu_1 \cdot 0,64}{1,38 + \mu_1 \cdot 0,48} = \frac{0,32}{1,48} = \frac{8}{34}$$

$$\frac{8}{34} < \frac{16}{63} \Rightarrow \mu \geq \frac{16}{63}$$





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

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!

Каж из условий не выполняется (, стоит крестик) $\Rightarrow \alpha = 0 \Rightarrow$ предыдущие
~~уравнения актуальны для этого пункта.~~

$$F = mg(\cos\delta(\sin\delta - \mu_1 \cos\delta)) \text{ по остановки}$$

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

~~$F = mg$~~ $F = F_{\text{пр}}$.

$$\text{Ответ: } F_{\text{пр}} = 0,64 \text{ Н}; \mu \geq \frac{16}{63} \approx 0,252; \sin\delta = 0,6$$

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

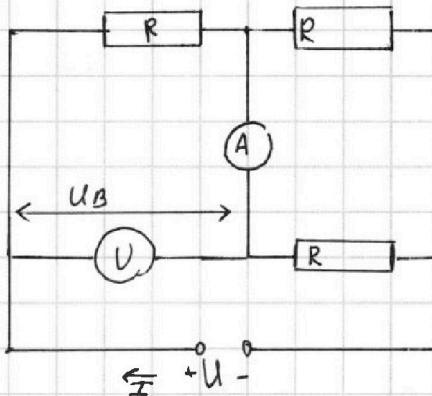
$$U = 30 \text{ В}$$

$$P - ?$$

$$I - ?$$

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$U_B - ?$$



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

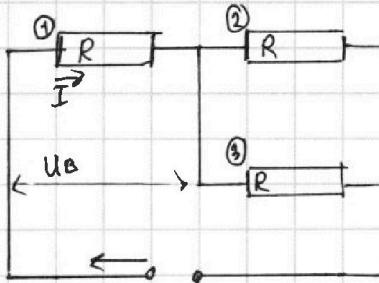
Т.к. сопротивление вольтметра много больше R , то я могу в цепи представить его как разрыв цепи.

Пронумерую резисторы как на рисунке

$R_{экв}$ - эквивалентное сопротивление цепи

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

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



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

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

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

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

~~P = мощность на источнике~~

P_u - 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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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

$$P_2 = P_u - P_1 - P_3$$

$$P_u = UI = 6 \text{ В}$$

$$P_1 = I^2 R =$$

$P_2 = I^2 R_3$, где R_3 - эквивалентное сопротивление второго и третьего резисторов.

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R}{2} = 2 \Omega$$

P_3 - мощность в цепи

$$P_3 = UI$$

$$P_3 = I^2 R_{3+6}$$

$$P = P_u - P_3 = UI - I^2 R_{3+6} = I(U - IR_{3+6}) = 0,2A(30V - 15) = P = P_1 + P_2 + P_3 - P_u$$

$$P_1 = I^2 R$$

$$P_u = UI$$

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

$$R_3 = 0,25I^2 R$$

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

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

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

$$P = I(-U + IR + 0,25IR + 0,25IR) = I(-U + 1,5RI) = 0,5I$$

$$\text{Ответ: } I = 0,2 \text{ А}; U_B = 20 \text{ В}; P = 0,5 \text{ Вт}$$



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!

Задача №5

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

$$t_2 = ?$$

$$\delta = ?$$

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

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

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

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

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

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

III. к. t_0 в калориметре оставались и лёд, и вода, и лед $\Theta = t_0$

m - масса льда изначальная, равна массе воды изначальной

M - масса воды после теплового обмена

nM - масса льда после окончания теплового обмена.

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

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

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

$$= \frac{\frac{9}{4} - 1}{\frac{9}{4} + 1} = \frac{\frac{5}{4}}{\frac{13}{4}} = \frac{1}{8}$$

В лёд превратилось δm воды.

$$\text{УТБ: } cb(t_1 - \Theta)m + \delta m\lambda - c_A m(\Theta - t_2) = 0$$

$$cbt_1m - cb\Theta m + \delta m\lambda - c_A m\Theta + c_A m t_2 = 0$$

$$\text{УТБ: } cbm(\Theta - t_1) + \delta m\lambda$$

$$\text{УТБ: } cbm(t_1 - \Theta) + \delta m\lambda + c_A m(t_2 - \Theta) = 0$$

$$cbt_1 - cb\Theta + \delta\lambda + c_A t_2 - c_A \Theta = 0$$

$$cbt_2 = cb\Theta + c_A \Theta - cb t_1 - \delta\lambda$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!

$$t_2 = \frac{c_b \theta + c_n \theta - c_b t_1 - \delta \lambda}{c_A} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}} \cdot 0^\circ\text{C} + 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}} \cdot 0^\circ\text{C} - 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}} \cdot 10^\circ\text{C} - \frac{1}{8} \cdot 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} {2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}} = \frac{-42000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} - 44000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}} = \frac{-86000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{°C}}} = -40,952^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} 860 \\ 84 \quad | 21 \\ \hline 20 \\ -0 \\ \hline 200 \\ -189 \\ \hline 110 \\ -105 \\ \hline 50 \\ -42 \\ \hline 8 \end{array}$$

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