



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



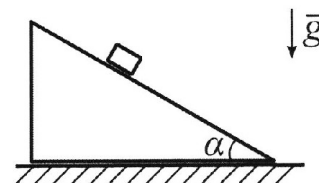
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

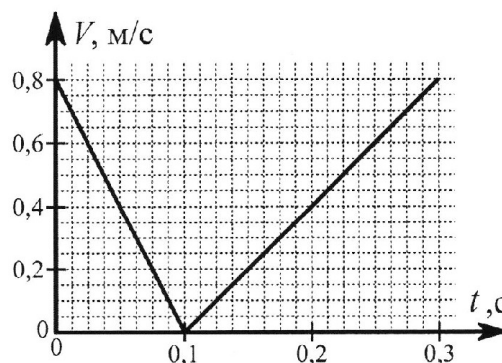
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





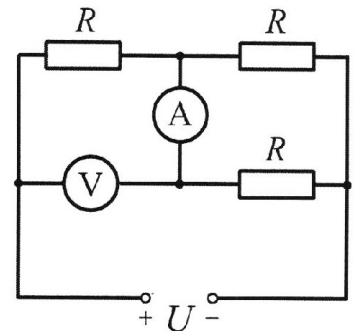
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 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!

N1

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) \Rightarrow \text{зависимость линейная}$$
$$|\vec{v}_0| = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$T = 2 \text{ с}$$
$$m = 0,2 \text{ кг}$$

из графика $\vec{v} \cdot T$

т.к. скорость y

1) *из графика S - максимальная*

объем $\vec{v}$ графика

$$\vec{S} = \frac{\vec{v}_0 T}{2} + \frac{(-3\vec{v}_0) \cdot 3T}{2} =$$
$$= -4\vec{v}_0 T = -4 \cdot 4 \cdot 2 = -32 \text{ м}$$

- проекция на ось OX

$$|\vec{S}| = 32 \text{ м}$$
$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 - \left(\frac{|\vec{v}_0|}{T}\right) t$$

ускорение a , разобравшись на него

$$\vec{a} = -\frac{|\vec{v}_0|}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

по $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ з.н. на OX:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = -2 \cdot 0,2 = -0,4 \text{ Н}$$
$$|\vec{F}| = 0,4 \text{ Н}$$

3) *из графика:*

$$\vec{S}_T = \frac{\vec{v}_0 T}{2} = \text{площадь под графиком} = \frac{4 \cdot 2}{2} = 4 \text{ м}$$
$$A = \vec{S}_T \cdot \vec{F} = S_T \cdot F \cdot \cos 0 = -0,4 \cdot 4 = -1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: $|\vec{S}| = 32 \text{ м}$; $|\vec{F}| = 0,4 \text{ Н}$; $A = -1,6 \text{ Дж}$



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!

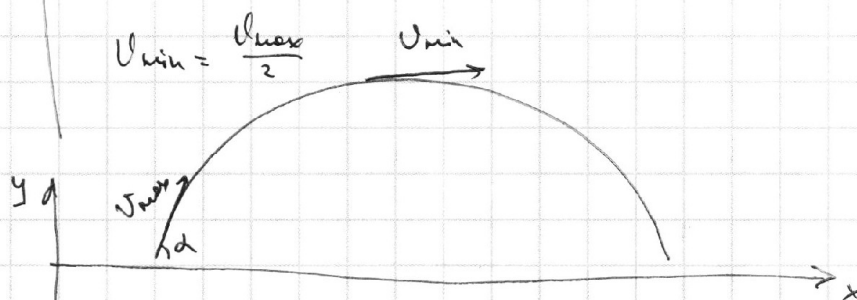
N2

$$T = 4c$$

$$\frac{v_{max}}{v_{min}} = n = 2$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

v_{max} в ~~полюсе~~ ^{полюсной} момент времени ~~и~~ в ~~полюсе~~ ^{полюсной} моменте, т.е. Тогда потенциальная энергия = 0, а кинетическая max.
В мин. когда мяч находится внизу всего, т.е. потенциальная энергия мин., а кинетическая max.



$v_x = v_{min}$, т.к. $v_x = const$, а v_y в вершине $= 0$

$$v_x^2 + v_y^2 = v_{max}^2 \text{ - в полюсной момент}$$

$$\boxed{\begin{aligned} v_y &= v_{max} \frac{\sqrt{3}}{2} \\ v_x &= \frac{v_{max}}{2} \end{aligned}}$$

$$T = 2 \frac{v_y}{g}$$

время $\frac{v_y}{g}$ - т.к. v_{y0} ~~время~~ ^{время} ~~поверхности~~ ^{поверхности} ~~а~~ ^а ~~обратно~~ ^{обратно} ~~на~~ ^{на}

$$\begin{aligned} v_{max} &= \frac{gT}{\sqrt{3}} = \\ &= \frac{40\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c} \end{aligned}$$

$$v_y = 20 \frac{m}{c}$$

$$v_x = \frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

1) $y: v_y - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_y}{g}$ - при ~~поверхности~~ ^{поверхности}

$$y: H = v_y t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

2) $ox: S = v_x \cdot t$

т.е. S_{max} :

$$\boxed{S = v_x \cdot T = \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot 4 = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м} \approx 45,5 \text{ м}}$$



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
☐

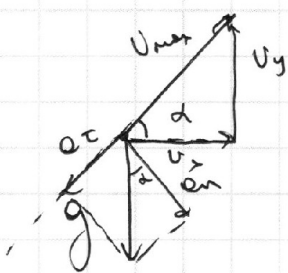
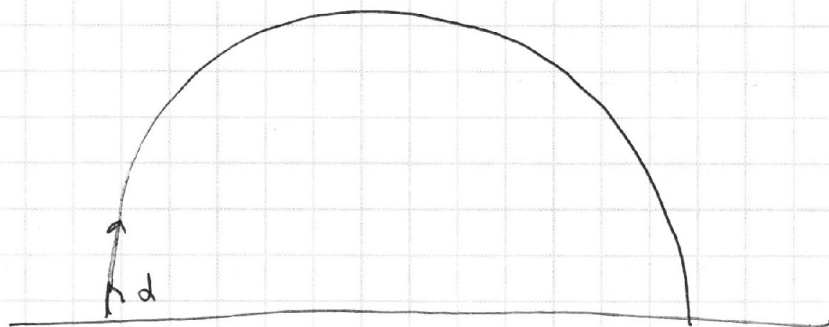
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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)



$$a_n = g \cdot \cos \alpha = \frac{v_{\max}^2}{R}$$
$$R = \frac{v_{\max}^2}{g \cos \alpha} = \frac{40^2}{10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{40 \cdot 8}{3} \approx 106,7 \text{ м}$$

Ответ: 20 м ; 45,5 м ; 106,7 м

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 1,7 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 1,76 \\ \times 1,76 \\ \hline 1056 \\ 1232 \\ 176 \\ \hline 3,0976 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80 \overline{) 8000} \\ \underline{4000} \\ 4000 \\ \underline{1760} \\ 2240 \\ \underline{1760} \\ 480 \\ \underline{1760} \\ 3040 \\ \underline{1760} \\ 1280 \\ \underline{1760} \\ 520 \\ \underline{1760} \\ 3440 \\ \underline{1760} \\ 1680 \\ \underline{1760} \\ 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \overline{) 4400} \\ \underline{4400} \\ 0 \\ \underline{600} \\ 440 \\ \underline{4400} \\ 0 \end{array}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

Скоп

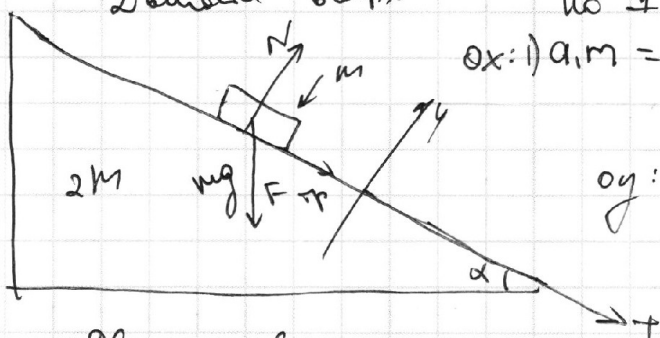
Из графика следует, что сначала мяч движется
вверх или вниз, позже останавливается и движется
вниз

Движение вверх:

по I з.н.:

$$Ox: 1) a_1 m = F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha$$

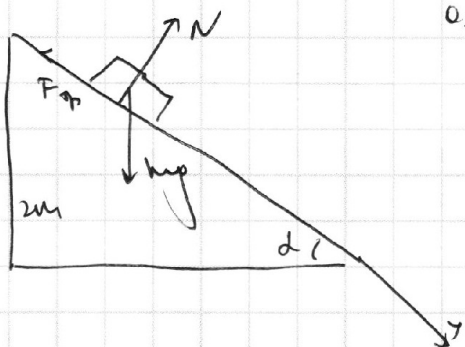
$$Oy: N = mg \cos \alpha$$



Движение вниз:

по II з.н.:

$$Ox: 2) a_2 m = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$



1) + 2)

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

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

a_1 и a_2 найдем из графика

$$v_1 = 0,2 \frac{m}{s}; t_1 = 0$$

$$v_2 = 0 \frac{m}{s}; t_2 = 0,1 c$$

$$a_1 = \frac{v_1 - v_2}{t_2 - t_1}$$

$$v_2 = v_1 - a_1(t_2 - t_1) = (-a_1) \text{ т.к. ускорение направлено вниз}$$

$$a_1 = \frac{v_1 - v_2}{t_2 - t_1} = \frac{0,2 - 0}{0,1 - 0} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$v_3 = 0,8 \frac{m}{s}; t_3 = 0,3 c$$

$$v_3 = v_2 + a_2(t_3 - t_2) \text{ т.к. ускорение направлено вверх}$$

$$a_2 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{0,8 - 0}{0,3 - 0,1} = 4 \frac{m}{s^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{2 + 4}{2 \cdot 10} = 0,3; \cos \alpha = 0,8$$



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!

$$1) F_{\text{тр}} = m(a_1 - g \sin \alpha) = 0,2 \cdot (8 - 10 \cdot 0,6) = 0,4 \text{ Н}$$

Рассмотрим силы, действующие на камень, лежащий:

1. Камень едет вверх

по 3. Н.:

$$OZ: 0 = N_1 + F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha - 2mg$$

$$N_1 = mg(2 + \cos^2 \alpha) - F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha$$

$$OX: 0 = F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}} \cos \alpha - N \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha = \mu_1 N_1$$

$$\mu_1 = \frac{F_{\text{тр}} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha}{mg(2 + \cos^2 \alpha) - F_{\text{тр}} \sin \alpha}$$

$$= \frac{0,4 \cdot 0,8 + 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{0,2 \cdot 10(2 + 0,8^2) - 0,4 \cdot 0,6} = \frac{5,8}{25,2} \approx 0,23$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ 58 \\ \hline 252 \\ 126 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 290 \mid 126 \\ 252 \mid 0,2301 \\ \hline 380 \\ 378 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ 0,8 \\ \hline 1,28 \end{array}$$

$$F_{\text{тр}1} = 0,4 \cdot 0,8 + 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 1,28 \text{ Н}$$

2. Камень едет вниз

по 3. Н.:

$$OZ: 0 = N_2 - N \sin \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha - 2mg$$

$$N_2 = mg(2 + \cos^2 \alpha) + F_{\text{тр}} \sin \alpha$$

$$OX: 0 = F_{\text{тр}2} + F_{\text{тр}} \cos \alpha - N \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}2} = mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha = N_2 \mu_2$$

$$\mu_2 = \frac{mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha}{mg(2 + \cos^2 \alpha) + F_{\text{тр}} \sin \alpha}$$

$$= \frac{0,2 \cdot 10 \cdot 0,8^2 - 0,4 \cdot 0,8}{0,2 \cdot 10(2 + 0,8^2) + 0,4 \cdot 0,6} = \frac{1,2}{62,3} \approx 0,019$$

$$F_{\text{тр}2} = 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8^2 - 0,4 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ Н}$$



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**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

$\mu_1 > \mu_2 \Rightarrow$ Если $\mu > \mu_1$, то μ всегда будет
находиться в промежутке
 $F_{max} = F_1 = 1,26H$
Ответ: $d_{ind} = 0,6$; ~~$F_{max} = 0,4H$~~ ;
 $\mu > 0,23$



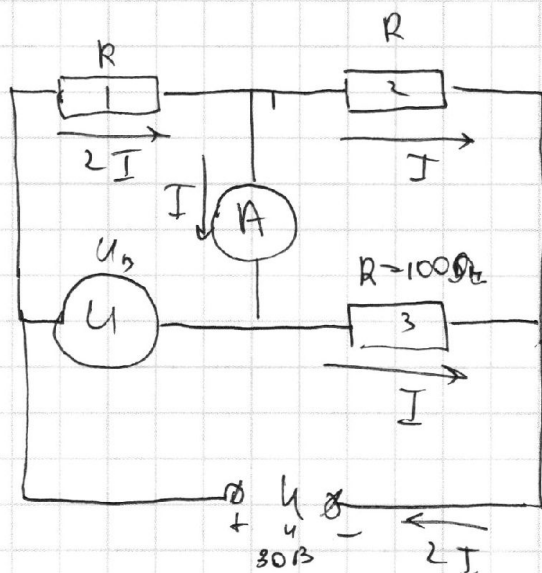
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N4



Через вольтметр ток
не течет, напряжение
на амперметре $\neq 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ по 3-му Кирхгофу
но 3-му для расчета
ток

по 3-му Кирхгофу:

$$U = 3I \quad 2IR + IR = 3IR$$

$$I = \frac{U}{3R}$$

$$I_{\text{из.}} = 2I = \frac{2}{3} \frac{U}{R} = \frac{2}{3} \frac{30}{100} = 0,2 \text{ A}$$

по 3-му Кирхгофу:

$$U_b = 2IR = 2 \cdot \frac{U}{3R} \cdot R = \frac{2}{3} U = 20 \text{ В}$$

по 3-му

$P =$ суммарной мощности, выделяемой на резисторы

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = R \cdot (2I)^2 + RI^2 + RI^2 = 6I^2R =$$

$$= \frac{2U^2}{3R} = \frac{2 \cdot 30^2}{3 \cdot 100} = 6 \text{ Вт}$$

Ответ: 0,2 А; 20 В; 6 Вт



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 1 ИЗ 1

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

т.е. в конце в консерваторе и пер, и вое $\Rightarrow$
 $\Rightarrow t_k = 0$

$$M_{B0} = 8m = M_{A0}$$

т.

$$\frac{M_{AK}}{M_{BK}} = n = \frac{9}{7}$$

$$M_{AK} + M_{BK} = M_{B0} + M_{A0} - 3\text{-я потерянная масса} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{AK} = 9m; M_{BK} = 7m$$

$$1) \quad \delta = \frac{M_{B0} - M_{BK}}{M_{B0}} = \frac{M_{B0} - M_{BK}}{M_{B0}} = \frac{8m - 7m}{8m} = \frac{1}{8}$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = M_{B0} \cdot c_b (t_0 - t_1)$$

$$Q_2 = (M_{B0} - M_{BK}) \lambda$$

$$Q_3 = M_{A0} \cdot c_n (t_0 - t_2)$$

$$M_{B0} \cdot c_b (t_0 - t_1) = (M_{B0} - M_{BK}) \lambda + M_{A0} \cdot c_n (t_0 - t_2) = 0$$

$$t_2 = - \frac{M_{B0} \cdot c_b t_1 + (M_{B0} - M_{BK}) \lambda}{M_{A0} \cdot c_n} = - \frac{c_b t_1 + \frac{\lambda}{c_n}}{c_n}$$

$$= - \frac{4200 \cdot 10 + \frac{3,36 \cdot 10^5}{8}}{2100} = -30^\circ \text{C}$$

$$\begin{array}{r|l} 336 & 2 \\ 168 & 2 \\ 84 & 2 \\ 42 & 2 \\ 21 & \end{array}$$

$$\frac{21 \cdot 10^3}{2100} = 10$$

Ответ $\delta = \frac{1}{8};$
 $t_2 = -30^\circ \text{C}.$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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!

