

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

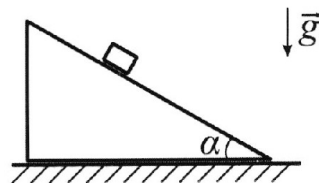
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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 $t=T$.

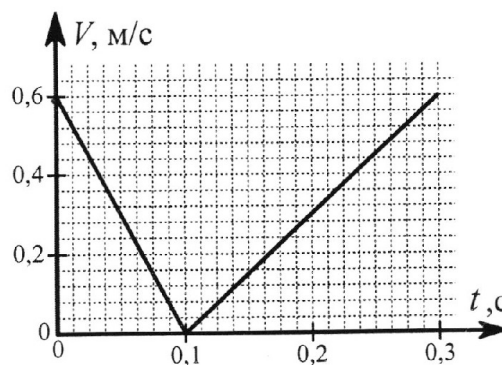
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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 $\sin \alpha$, здесь 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?





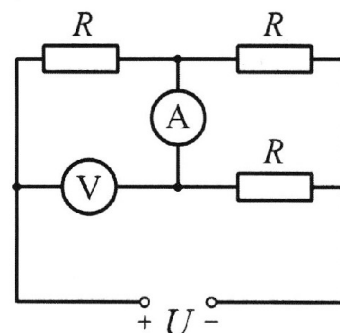
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ 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 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. 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 калориметре.

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!

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$V_0 = 2 \text{ м/с}$$

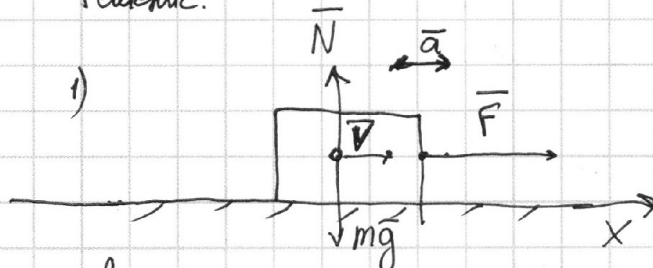
$$T = 4 \text{ с}$$

$$\bar{V} = \bar{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

И:

Решение:

1)



Рассмотрим закон, по которому изменяется

скорость шайбы V .

$$\bar{V}(t) = \bar{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = t \cdot \frac{\bar{V}_0}{T} - \bar{V}_0$$

Скорость $V(t)$ изменяется линейно^(*), значит

шайба движется равноускоренно

$$\bar{V} = t \cdot \frac{\bar{V}_0}{T} - \bar{V}_0; \text{ Формула скорости в РУиД: } \bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a}t$$

$\bar{V}_0$ - нач. скорость; $\frac{\bar{V}_0}{T}$ - ускорение (a)

~~В задаче не сказано, в какую~~ 2) Направим Ox в сторону V_0 .

т.к. все горизонтально:

$$Ox: V = t \cdot \frac{V_0}{T} - V_0$$

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2}; v_0 = -V_0; a = \frac{V_0}{T}; t = 3T \text{ (по условию } t_0 = 0, t_k = 3T, t = t_k - t_0 = 3T)$$

$$S = -3V_0 t + \frac{V_0 \cdot 9T^2}{2} = 4,5V_0 T - 3V_0 T = 1,5V_0 T; S = 1,5 \cdot 2 \cdot 4 = 12 \text{ м}$$

Ответ: $S = 12 \text{ м}$

2)

т.к. движение прямолинейное, равно^{ускоренное} применим 2й закон Ньютона:

$$Ox: ma = F; F = \frac{V_0}{T} \cdot m = \frac{2}{4} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ Н}; \text{ Ответ: } F = 0,2 \text{ Н}$$

3)

$$A = F S \cdot \cos \alpha; \alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha = -1; A = -0,2 \cdot 12 = -2,4 \text{ Дж}$$

$$A = F \cdot S'; S' = -V_0 t + \frac{V_0 \cdot t^2}{2}, \text{ где } t = T; S = -V_0 T + \frac{V_0 \cdot T^2}{2} = -0,5V_0 T$$



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
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!

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s}; s' = -0,5 V_0 T, \quad q$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} \cdot \cos \alpha; \alpha'$$

$$A = -0,2 \cdot 4 = -0,8 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } A = -0,8 \text{ Н}$$



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

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!

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$v_1 = \frac{v_0}{2}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Решение:

1) Найти H .



1.1) ОУ: $H = v_{y0} \cdot T - \frac{gT^2}{2}$

Из геометрии: $v_{y0} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sin \alpha}$; $v_{x1} = \frac{v_{y1}}{\sin \beta}$

(1.2) $\cos \alpha = \frac{v_{x1}}{v_{x0}} \cdot \frac{v_0}{v_1}$

$$\cos \beta = \frac{v_{x1}}{v_1} = \frac{2v_{x0}}{v_0}$$

$$\cos \beta = 2 \cos \alpha$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - 4 \cos^2 \alpha}$$

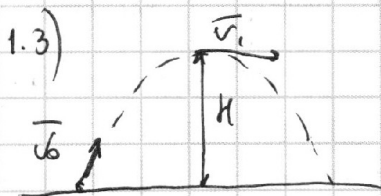
Заметим, что $\sin \beta =$

$$= \sqrt{1 - 4 \cdot \frac{1}{4}} = 0, \text{ след-но}$$

$$v_{y1} = 0, \text{ а значит точка}$$

1, где $T = 2$, является высшей точкой траектории.

$$v_{y1} = v_{y0} - gT$$



1.3)

По формуле пути в РНД ($\vec{r} = \vec{v}_0 \cdot \vec{a} \cdot \frac{t^2}{2}$):

$$\vec{H} = \vec{v}_{y1} \cdot t + \frac{g t^2}{2}; \vec{H} = \vec{v}_{y1} \cdot t + \frac{g T^2}{2}$$

$$v_{y1} = 0; \text{ из симметрии: } T = t = 2 \text{ с.}$$

$$H = \frac{g T^2}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м.}$



1.2



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!

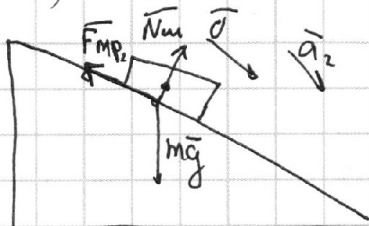
Дано:

$$m_{\text{ш}} = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{кл}} = 1,5 m_{\text{ш}} = 0,6 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1.2)



Рассмотрим движ. шара
на промежутке времени $0 < t < 0,1 \text{ с}$

$$|F_{\text{мп}}| = |F_{\text{мп}}| = F_{\text{мп}}, \text{ т.к.}$$

$F_{\text{мп}} = N_{\text{ш}} \cdot \mu$, а $N_{\text{ш}}$ (сила реакции опоры на шар) не изменилась, след-но $F_{\text{мп}} = F_{\text{мп}2}$

$$\text{ОХ: } ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{мп}2}$$

По графику:

$$v_k = v_0 + a_2 t; v_0 = 0 \text{ м/с}; v_k = 0,6 \text{ м/с}$$

$$t = 0,2 \text{ с}$$

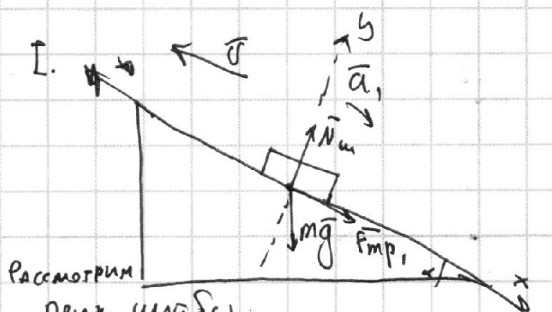
$$a_2 t = v_k - v_0$$

$$a_2 = \frac{v_k - v_0}{t} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ м/с}^2$$

а:

Решение:

1) Найти $\sin \alpha$.



Рассмотрим

движ. шаров

на промежутке времени $0 < t < 0,1 \text{ с}$

$$\text{ОХ: } \vec{F}_\Sigma = \vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{мп}}$$

$$\text{ОХ: } m \cdot a_1 = mg \sin \alpha + F_{\text{мп}},$$

По графику:

$$v_k = v_0 - a_1 t; v_k = 0; v_0 = 0,6 \text{ м/с}; t = 0,1 \text{ с}$$

$$v_0 = a_1 t; a_1 = \frac{v_0}{t} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$1.3) \begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha + F_{\text{мп}} \\ ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{мп}} \end{cases}$$

$$ma_2 + ma_1 = 2mg \sin \alpha + F_{\text{мп}} - F_{\text{мп}}$$

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

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}; \sin \alpha = \frac{6 + 3}{20} = \frac{9}{20} = 0,45$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,45.$$

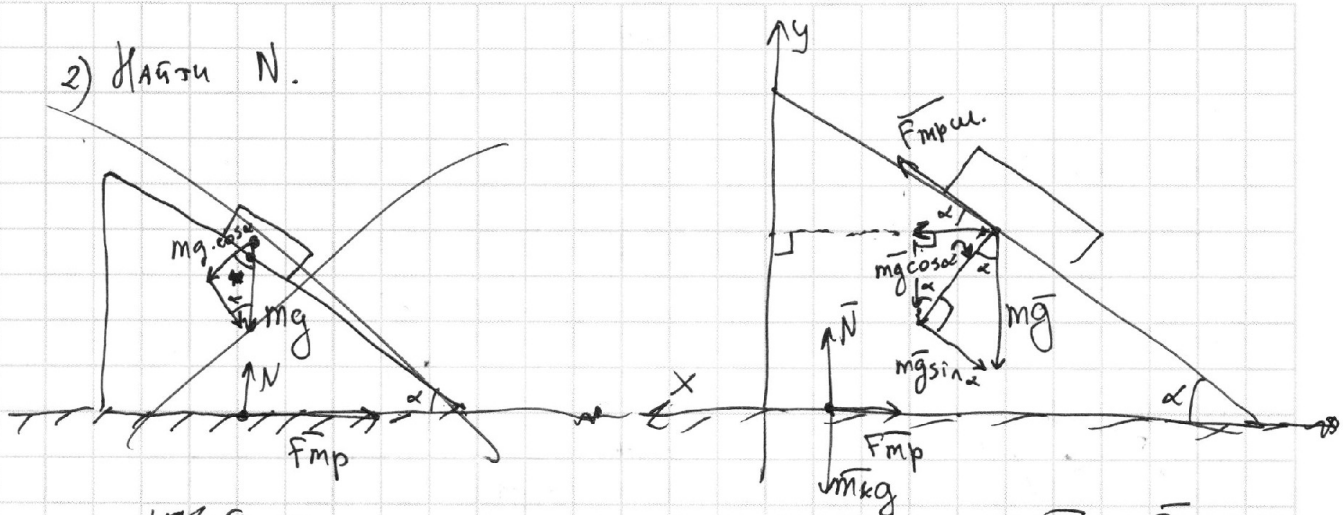


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 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!



~~Клинок~~ ~~воздействует~~ на клин действуют силы: $F_{тр}$, $F_{тр}$,

N , $mg \cos \alpha$

Клин покоится, ~~т.е.~~ $F_x = 0$

ОУ: $F_x = N + F_{тр} \sin \alpha - mg \cos \alpha - mkg$

$$N + F_{тр} \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha - F_{тр} \sin \alpha + mkg$$

$F_{тр}$ - сила трения, возникающая из-за движения шайбы по клину.

Она противоположна $F_{тр}$, действ. на шайбу - $\vec{F}_{тр} = -\vec{F}_{тр}$; $|F_{тр}| = |F_{тр}|$

$F_{тр} = m(a - g \sin \alpha)$ по п. 1. ; $F_{тр} = m(a - g \sin \alpha)$

$$N = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha + g \sin \alpha) + mkg$$

$$N = m(g (\cos \alpha + \sin \alpha) - a \sin \alpha) + mkg$$

$$-mkg + N = m(g - a \sin \alpha) = 0,4 \cdot (10 - 6 \cdot 0,45) = 0,4 \cdot (10 - 2,7) = 0,4 \cdot 7,3 = 2,92$$

~~2,92 Н~~ Ответ: $N = 2,92$ Н. $N = 2,92 + 6 = 8,92$ Н. Ответ: $8,92$ Н

3) ОУ: Рассмотрим участок $0 < t < 0,1$ с: $N \cdot \mu \geq ma \cos \alpha$; $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$$F_{тр} = N \cdot \mu$$

ОХ: $F_{тр} = F_{тр} \cos \alpha + mg \sin \alpha \cos \alpha$

$$N \cdot \mu \geq \cos \alpha (ma - mg \sin \alpha + mg \sin \alpha)$$

$$\mu \geq \frac{ma \cos \alpha}{N}$$

$$\mu \geq 0,1$$



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

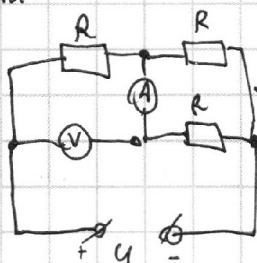
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$R = 200 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

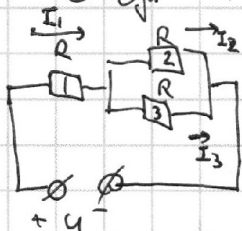
1) Найти: I .



Ток через источник будет равен току всей цепи, направленному противоположно. Пусть оно равно $I_{\text{ц}}$.

$$1.) I_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}} \quad (\text{по закону Ома})$$

$U_{\text{общ}} = U$; $R_{\text{общ}} = R_{\text{ц}}$ цепь из условия эквивалентности цепи:



Т.к. сопротивлением Амперметра можно пренебречь,

(сравнивает концы), а сопротивлением вольтметра еще огромно, т.е. там не идет ток, и его из цепи можно вырезать.

$$I_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}}; \quad U_{\text{общ}} = U \text{ по усл.} \quad R_{\text{общ}} = R_1 + R_{23}; \quad R_1 = R; \quad R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad (\text{паралл.}$$

$$\text{соединение}); \quad R_{23} = \frac{R}{2} = \frac{R}{2}; \quad R_{\text{общ}} = 1,5R$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U}{1,5R}; \quad I_{\text{ц}} \text{ (или)} \quad I_{\text{ц}} = -I_{\text{общ}} = -\frac{120}{200 \cdot 1,5} = -\frac{120}{300} = -\frac{4}{10} = -0,4 \text{ А.}$$

$$I_{\text{общ}} = 0,4 \text{ А.} \quad \text{Ответ: } I_{\text{ц}} = -0,4 \text{ А}$$

$$2) \quad I_1 = I_3. \quad \text{Т.к.} \quad R_2 = R_3, \quad I_2 = I_3; \quad I_1 = I_2 + I_3 = 2I_3; \quad I_3 = \frac{I_1}{2} = \frac{I_{\text{общ}}}{2}$$

$$I_1 = \frac{I_{\text{общ}}}{2} = 0,2 \text{ А.} \quad \text{Ответ:} \quad I_1 = 0,2 \text{ А}$$

$$3) \quad P = U_{\text{общ}} \cdot I_{\text{общ}} = 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } P = 48 \text{ Вт}$$



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 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!

Дано:

Решение:

$$m_{\lambda 1} = m_{\lambda 2} = m_0$$

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

$$\frac{m_{\lambda 2}}{m_{\lambda 1}} = \frac{11}{9}$$

$$Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$c_{\lambda} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

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

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

1) Найти долю δ .

$$\frac{m_{\lambda 2}}{m_{\lambda 1}} = \frac{11}{9}$$

$$m_{\lambda 2} = \frac{11}{9} m_{\lambda 1}$$

$$m_{\lambda 2} + m_{\lambda 1} = 2m_0$$

$$\text{Погр. } m_{\lambda 1} = m_{\lambda 2}, \text{ пусть } m_{\lambda 1} = m_{\lambda 2} = m_0$$

$$m_{\lambda 2} + m_{\lambda 1} = 2m_0$$

$$\frac{11}{9} m_{\lambda 1} + m_{\lambda 1} = 2m_0$$

$$\frac{20 m_{\lambda 1}}{9} = 2m_0$$

$$m_{\lambda 1} = 0,9 m_0$$

$$1.2) \delta = \frac{\Delta m_{\lambda}}{m_{\lambda 1}}, \text{ где } \Delta m_{\lambda} - \text{выплавления. лед.}$$

$$\Delta m_{\lambda} = m_{\lambda 1} - m_{\lambda 2} = m_0 - 0,9 m_0 = 0,1 m_0$$

$$\delta = \frac{0,1 m_0}{m_0} = 0,1; \text{ Ответ: } \delta = 0,1$$

(*) - мы пренебрегаем испарением

и мал. время нагрева

2) По закону теплового равновесия:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0. \quad Q_1 = \text{охл. воды}; \quad Q_2 = m_{\lambda}(t_0 - t_1) c_{\lambda} = m_0(t_0 - t_1) c_{\lambda} (*)$$

$$Q_2 = \text{нагр. лед}; \quad Q_2 = m_{\lambda}(t_0 - t_2) c_{\lambda} = m_0(t_0 - t_2) c_{\lambda}$$

$$Q_3 = \text{плавл. лед}; \quad Q_3 = \Delta m_{\lambda} \lambda_{\lambda} = 0,1 m_0 \lambda_{\lambda}$$

$$m_0(t_0 - t_1) c_{\lambda} + m_0(t_0 - t_2) c_{\lambda} + 0,1 m_0 \lambda_{\lambda} = 0 \quad | : m_0$$

$$m_0 t_0 c_{\lambda} = m_0 t_0 c_{\lambda} + (t_0 - t_2) c_{\lambda} + 0,1 \lambda_{\lambda}$$

$$t_1 = \frac{t_0 c_{\lambda} + (t_0 - t_2) c_{\lambda} + 0,1 \lambda_{\lambda}}{c_{\lambda}}$$

$$t_1 = \frac{0 + 20 \cdot 2,1 \cdot 10^3 + 0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3}$$

$$t_1 = \frac{20 \cdot 2,1 + 33,6}{4,2} = \frac{20 \cdot \frac{4,2}{2} + 4,2 \cdot 8}{4,2} = 10 + 8 = 18^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ: } t_1 = 18^\circ \text{C}$$



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



СТРАНИЦА

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!

$$2) |\vec{r}(t)| = \sqrt{H^2 + S_x^2}; S_x = v_x \cdot T; |\vec{r}(t)| = \sqrt{H^2 + v_x^2 T^2}$$

$$v_x = v_0 \sin \alpha \text{ (из геометрии)} \quad v_x = v_0 \cdot \sin \alpha \text{ (из геометрии)}$$

$$v_y = v_0 \cos \alpha - gT; \text{ Мы выяснили, что } v_y = 0, \text{ след-но}$$

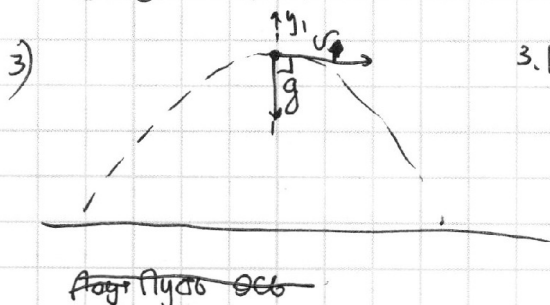
$$v_0 \cos \alpha = gT \Rightarrow v_x = gT \cdot \tan \alpha$$

$$|\vec{r}(t)| = \sqrt{H^2 + g^2 T^2 \tan^2 \alpha}$$

$$|\vec{r}(T)| = \sqrt{400 + 100 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4}$$

$$= \sqrt{\frac{400 \cdot 3 + 400 \cdot 4}{3}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}} = 20 \sqrt{\frac{7}{3}}$$

$$\text{Ответ: } |\vec{r}(T)| = 20 \sqrt{\frac{7}{3}}$$



3.1) ускорение, с которым движется тело - $\vec{g}$. Вектор $\vec{v}_1$ направлен горизонтально, т.к. $\sin \beta$ (β - угол между $\vec{v}_1$ и гориз.) $\neq \sin \beta = 0$, а уск. $\vec{g}$ напр. вертикально, след-но эти векторы ортогональны.

3.2) $\vec{v}_1 \perp \vec{g}$, след-но $\vec{g}$ - норм. ускорение.

$$a_{\text{норм}} = \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{v^2}{a_{\text{н}}} = R = \frac{v_1^2}{g}; v_1 = v_x, \text{ т.к. } v_y = 0; v_x = gT \cdot \tan \alpha$$

$$R = \frac{g^2 T^2 \tan^2 \alpha}{g}; R = g T^2 \tan^2 \alpha$$

$$R = 10 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} = \frac{40}{3}; R \approx 13 \frac{1}{3} \approx 13,33$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{40}{3} \approx 13,33 \text{ м}$$



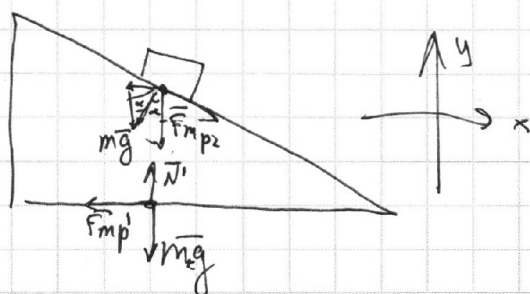
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

3.1) Рассм. участок $0,1 < t < 0,3$



$$\vec{F}_z = 0$$

$$\text{Oy: } N' = F_{mp2} \sin \alpha + mg \cos' \alpha + mkg : F_{mp2} = F_{mp1} m(g \sin \alpha - a_z)$$

$$N' = m(g \cos \alpha + g \sin^2 \alpha - a_z \sin \alpha) + mkg =$$

$$= m(g - a_z \sin \alpha) + mkg$$

$$N' = 0,4 \cdot (10 - 3 \cdot 0,45) + 6 = 0,4 \cdot (10 - 1,35) + 6 =$$

$$= 0,4 \cdot 8,65 + 6 = 3,46 + 6 = 9,46 \text{ Н ;}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 865 \\ \times 4 \\ \hline 3460 \end{array}$$

$$F_{mp1} = N' \cdot u$$

$$F_{mp1} = F_{mp2} \cdot \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$F_{mp1} = \cos \alpha (mg \sin \alpha - mg \sin \alpha - ma_z) \cos \alpha (m(g \sin \alpha - a_z) - mg \sin \alpha)$$

$$F_{mp1} \cos \alpha (-ma_z) = -ma_z \cos \alpha ; \text{ Направим в прот. сторону ось OX.}$$

$$ma_z \cos \alpha \geq N' \cdot u$$

$$u \leq \frac{ma_z \cos \alpha}{N'}$$

3.2)

$$\begin{cases} u \geq \frac{ma_z \cos \alpha}{N'} \\ u \geq \frac{ma_1 \cos \alpha}{N} \end{cases}$$

$$\frac{ma_1 \cos \alpha}{N} > \frac{ma_z \cos \alpha}{N'} \Rightarrow u \geq \frac{ma_1 \cos \alpha}{N}$$

$$u \geq \frac{0,4 \cdot 6 \cdot \cos \alpha}{8,92}$$

$$\frac{m \cos \alpha (a_1 N + a_z \cdot N')}{2} = \sqrt{1 - 0,2025} = \sqrt{0,7975}$$

$$\text{Ответ: } u \geq \frac{240 \sqrt{0,7975}}{8,92}$$

$$\begin{aligned} & \leq \frac{2,4}{8,92} \cdot \cos \alpha \leq \frac{2,4}{8,92} \cdot 100 \cdot \sqrt{0,7975} \\ & \approx 45 = \frac{140 \sqrt{0,7975}}{8,92} \end{aligned}$$



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
☐

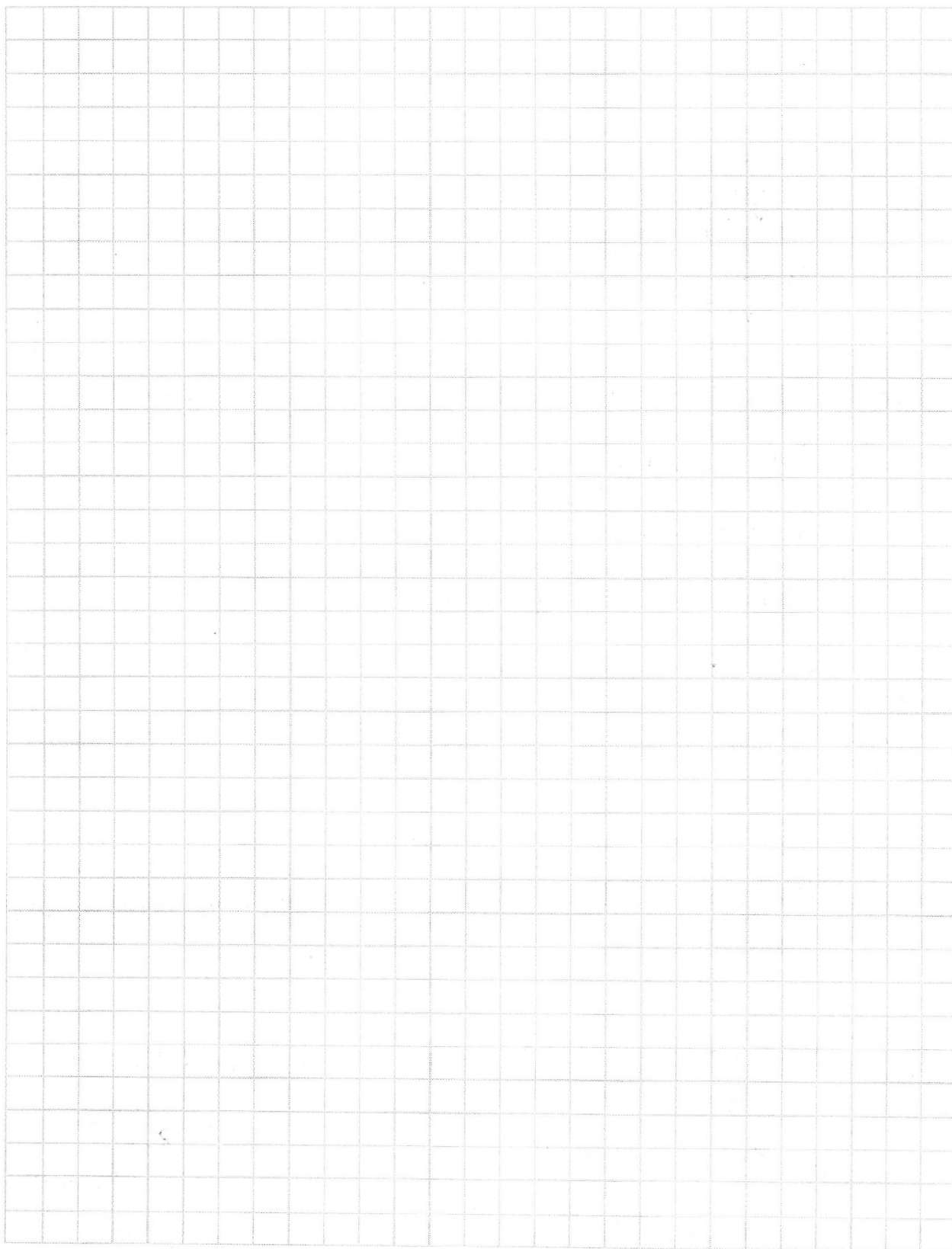
5
☐

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!

н/л.

Дано:

$$U_0 = 2 \text{ МВ}$$

$$T = 4 \text{ нс}$$

$$\bar{V}(t) = \bar{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

$$\bar{V}(t) = \frac{V_0 t}{T} - V_0$$

$$\bar{V}(t) = \frac{V_0 t}{T} - V_0 \quad t=0; \quad V = -V_0$$

$$U_0 = -V_0$$

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

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$t = 3T$$

$$S = -V_0 \cdot 3T + \frac{V_0}{T} \cdot \frac{9T^2}{2}$$

$$S = -V_0 \cdot 4,5T - V_0 \cdot 3T = V_0 \cdot 1,5T = 3 \cdot 9 = 12 \text{ М}$$

$$QX: F = ma$$

$$F = \frac{m \cdot V_0}{T}$$

$$F = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ Н}$$

$$A = F \cdot S = 2,4 \text{ Дж}$$

$$\text{Сумма ответов} = 300 = 0.$$

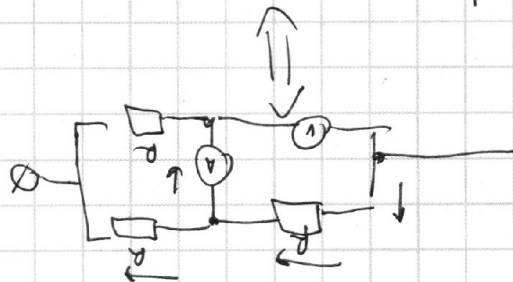
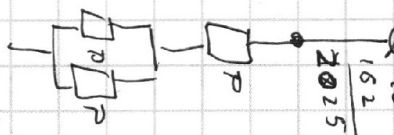
$$V = a t^2 + b t + c$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{200}{120} = 1,67 \text{ А}$$

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{R}{2} = 1,5R = 300 \text{ Ом}$$

$$R = 200 \text{ Ом}$$

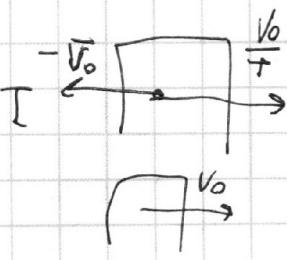
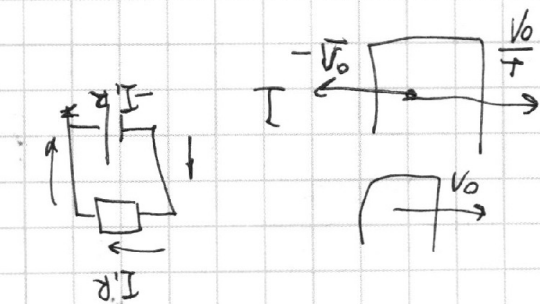
$$U_{\text{ист}} = 1 \text{ В}$$



н/л.

$$U_{\text{ист}} = 9 \cdot 9 = 81 \text{ В}$$

$$1 - 0,45 = (1 - 0,45) (1 + 0,45) = 0,55 \cdot 1,45$$



$$m \cdot a = \frac{1}{9} \cdot m \cdot g$$

$$\frac{9}{11} \cdot \frac{m}{m} = \frac{9}{11}$$

$$m \cdot a = m \cdot g$$

$$m \cdot a = m \cdot g$$

