



**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.

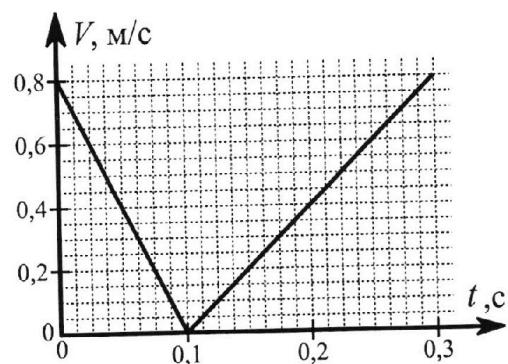
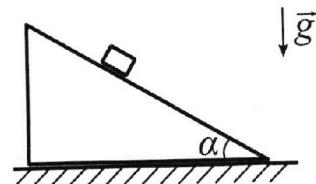
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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_{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.

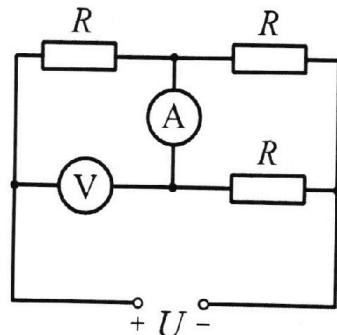
4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100 \text{ Ом}$. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30 \text{ В}$. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .

- 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 $c_l = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $c_w = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, температура плавления льда $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.





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 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!

N1.

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

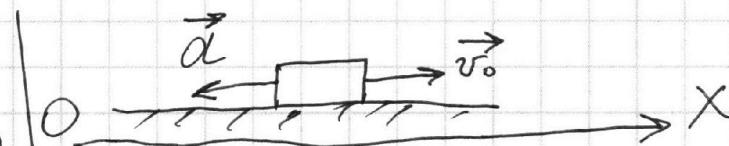
$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

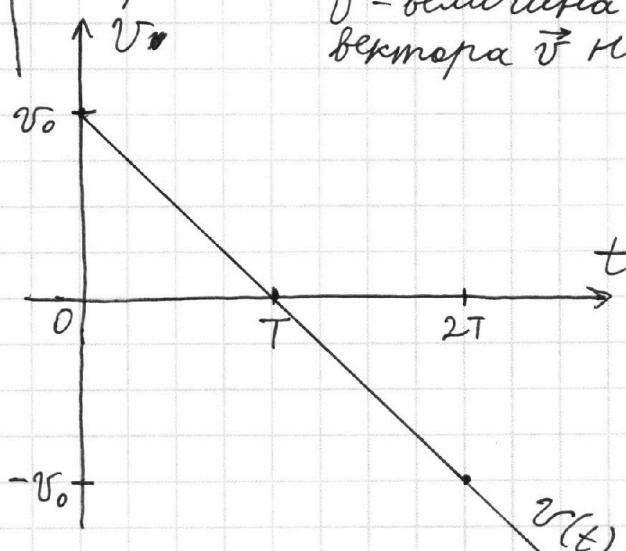
$$s - ?$$

$$F - ? \quad A - ?$$



Будем считать движение машины прямолинейным; рассматриваем её ск-ть в проекции на ОХ;

v - величина проекции вектора \vec{v} на ось ОХ.



Машина остановится через $T = 2 \text{ с}$ и пойдет в обратную сторону (видно из графика $v(t)$)

Поэтому $s = s_1 + s_2$, где s_1 - путь до остановки;
 s_2 - путь после остановки
(в обратном направлении)

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!

$$S_1 = \frac{v_0 T}{2}; \quad S_1 = \frac{4 \cdot 2}{2} = 4 \text{ (м)}$$

$$S_2 = |v(4T)| \cdot (4T - T) \cdot \frac{1}{2};$$

$$v(4T) = v_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3v_0;$$

$$|v(4T)| = |-3v_0| = 3v_0$$

$$S_2 = \frac{3v_0 \cdot 3T}{2} = \frac{9}{2} \cdot 4 \cdot 2 = 36 \text{ (м)}$$

$$S = S_1 + S_2 = 4 + 36 = 40 \text{ (м)} - \text{путь, проходимый шайбой от } t=0 \text{ с до } t=4T$$

Движение шайбы равнозамедленное (равноускоренное с } \alpha < 0\}; т. к. при равноускоренном движении $v(t)$ представляет собой линейную 90-ю:

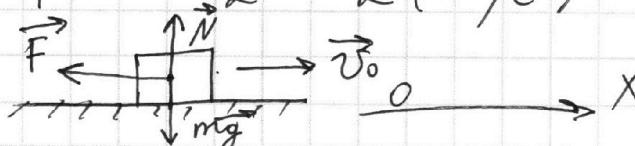
$$v(t) = v_0 + at;$$

То условие в нашей задаче:

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

~~Установим~~ Составив с общей формулой, получим, что $\alpha = -\frac{v_0}{T}$ - ускорение шайбы

$$\alpha = -\frac{v_0}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \text{ (м/c}^2\text{)}$$





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
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!

По II з-му Ньютона (в проекции на OX):

$$F = m \cdot a;$$

$$F = 0,2 \text{ кг} \cdot (-2) \text{ м/с}^2 = -0,4 \text{ Н} \quad (\text{направлена влево})$$

$$|\vec{F}| = 0,4 \text{ Н}$$

$F = 0,4 \text{ Н}$ — модуль силы \vec{F}

$F = \text{const.}$ — сила постоянна. Тогда
её работа A на промежутке от $t=0$ до $t=\bar{t}$:

$$A = F \cdot s_1 \cdot \cos(\vec{F} \wedge \vec{s}_1)$$

↑ угол между перемещением \vec{s}_1 и силой \vec{F}

$\vec{F} \wedge \vec{s}_1 = 180^\circ$ (тако от $t=0$ до $t=\bar{t}$ движ.

вдоль OX в положит. направлении,
а сила направлена в отриц. направл.)

$$\cos(\vec{F} \wedge \vec{s}_1) = \cos(180^\circ) = -1$$

$$A = -F \cdot s_1; \quad A = -0,4 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = -1,6 \text{ дж}$$

$$A = -1,6 \text{ дж}$$

Ответ: 1) $s = 40 \text{ м}$

2) $F = 0,4 \text{ Н}$

3) $A = -1,6 \text{ дж}$



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 5

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.

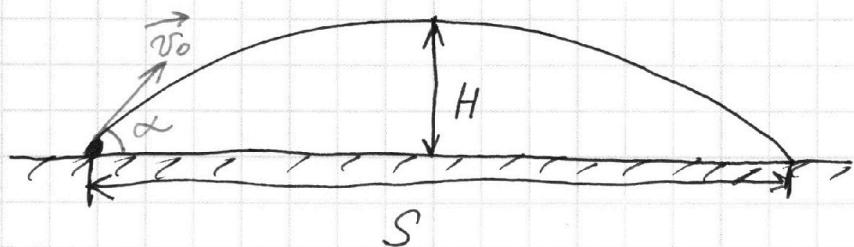
$$T = 4C$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

H-? S-?

R-?

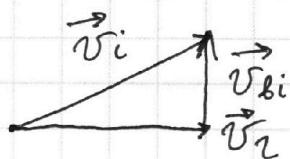


Горизонтальная компонента скорости мяча в течение всего движения постоянна $v_x = \text{const}$. (т. к. сила сопротивл. воздуха нет ($F_c \rightarrow 0$))

В i-ый момент времени v_i скорость можно разложить на вертикальную компоненту \vec{v}_{bi} и горизонтальную \vec{v}_{xi} :

$$v_{xi} = v_i = \text{const.}$$

$v_{bi} = v_{bo} - gt_i$, где v_{bo} — нач. вертик. компонента.



$$\vec{v}_i = \vec{v}_{bi} + \vec{v}_{xi}$$

$$v_i^2 = v_{bi}^2 + v_{xi}^2 - \text{в } i\text{-ой}$$

i-ый момент времени



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!

Очевидно, что за все время полета T скорость мяча v минимальна, когда $v_{bi}^2 = 0$ — в Наивысшей точке траектории а максимальной v становится в начале и в конце движения (в $t=0$ и $t=T$), т. к. именно в эти симметричные моменты v_{bi}^2 максимальна.

Потом:

$$\begin{cases} v_{min} = v_2 \\ v_{max} = \sqrt{v_2^2 + v_{b0}^2} \end{cases}, n = \frac{v_{max}}{v_{min}} = 2$$

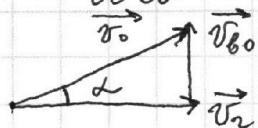
$$n^2 = \frac{v_{max}^2}{v_{min}^2} = 4;$$

$$\frac{v_2^2 + v_{b0}^2}{v_2^2} = n^2 = 4;$$

$$1 + \left(\frac{v_{b0}}{v_2}\right)^2 = 4;$$

$$\frac{v_{b0}}{v_2} = \sqrt{4-1} = \sqrt{3}$$

В нач. момента времени:



$\frac{v_{b0}}{v_2} = \operatorname{tg} \alpha$ — из векторного треугольника

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 5

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!

α - угол, под которым мяч ударил

$$\tan \alpha = \frac{v_{y0}}{v_x} = \sqrt{3};$$

$$\alpha = \arctan(\sqrt{3}) = 60^\circ$$

$$\boxed{\alpha = 60^\circ}$$

$$h(t) = v_{y0}t - \frac{gt^2}{2} - \text{высота мяча от времени}$$

$$H = v_{y0} \frac{T}{2} - \frac{g}{2} \left(\frac{T}{2} \right)^2;$$

$T = \frac{I}{2}$ на максимальной высоте H ,

м.к. траектория - парабола, симметрична относительно вершины.

$$v_{y0} = g \frac{T}{2} \quad (\text{скорость в вершине обнуляется})$$

↑
вертикальная

$$H = \frac{g}{2} \left(\frac{T}{2} \right)^2 = \frac{gT^2}{8}; H = \frac{10 \cdot 4^2}{8} = \frac{10 \cdot 16}{8} = 20 \text{ м}$$

$$\boxed{H=20 \text{ м}}$$

$$S = v_x T = \frac{v_{y0}}{\tan \alpha} \cdot T = \frac{gT^2}{2 \tan \alpha}$$

$$S = \frac{10 \cdot 4^2}{2 \sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

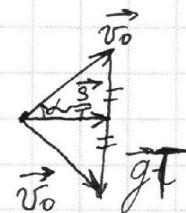
$$\sqrt{3} \approx 1,7$$

$$\boxed{S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}}$$

$$S \approx 47,1 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ 68 \\ \hline 120 \\ 119 \\ \hline 100 \\ 85 \\ \hline 150 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 17 \\ \hline 47,05 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ 100 \\ \hline 150 \end{array}$$



$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$$

$$S = v_x T = \frac{v_y T}{\tan \alpha}$$

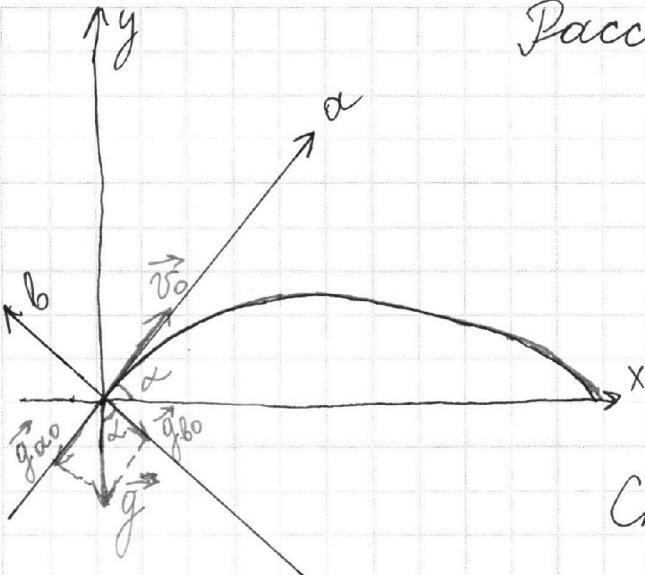
$$S = \frac{v_y T}{\tan \alpha}$$



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 6СТРАНИЦА
4 ИЗ 5

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!



Рассмотрим $t=0$ - момент времени
введем оси OA и OB
в нач. момент времени.

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{v}_0 \parallel OA \\ OA \perp OB \end{array} \right.$$

Спроектируем \vec{g} на
оси OA и OB .

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{AO} = g \sin \alpha \\ g_{BO} = g \cos \alpha \end{array} \right.$$

В нач. момента времени тело движется по окружности радиусом R (радиус кривизны в нач. момента времени) и центробежиметрическими ускорениями $a_{no} = g_{BO} = g \cos \alpha$. Всё это движение происходит в мес. врем. $dt \rightarrow 0$ (все параметры изменяются),

$$a_{no} = \frac{v_0^2}{R}; g \cos \alpha = \frac{v_0^2}{R}; R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
5 из 5

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!

$$V_0 = \frac{v_{60}}{\sin \alpha}; \quad V_{60} = \frac{gT}{2}$$

$$\Rightarrow R = \frac{v_{60}^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha}$$

$$R = \frac{g^2 T^2}{4g} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha};$$

$$\cos \alpha = \cos(60^\circ) = \frac{1}{2}$$

$$\sin^2 \alpha = \sin^2(60^\circ) = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}$$

$$R = \frac{gT^2}{4} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}} = \frac{2}{3} gT^2$$

$$R = \frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 4^2 = \frac{320}{3} \text{ м}$$

$$R \approx 106,67 \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = 20 \text{ м}$

$$2) S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} \approx 47,1 \text{ м}$$

$$3) R = \frac{320}{3} \text{ м} \approx 106,67 \text{ м}$$

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.

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

СТРАНИЦА
1 из 6

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!



N³.

m, 2m

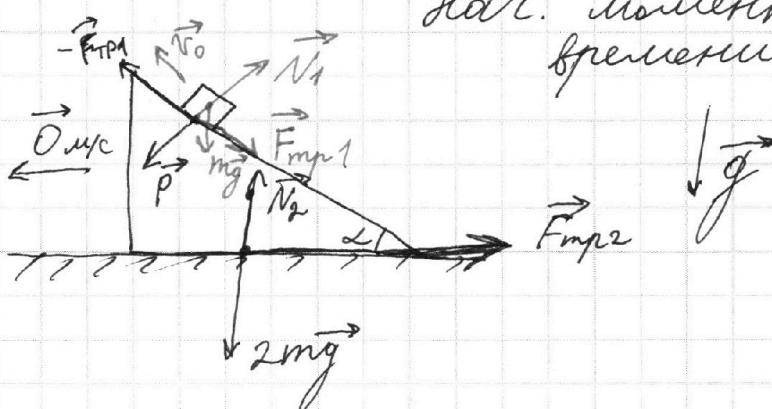
m = 0,2 кг

v(t)

sinα - ?

(F_{mp})_{max} - ?

M - ?



Нач. может временно:



- - сила на клин
- - сила на шайбу

Изначально шайба движется вверх по клину, затем останавливается и под действием силы тяжести начинает двигаться по клину.

* Если бы шайба изначально двигалась вниз по клину, то она бы остановилась и не поменяла бы направление движения, что противоречит графику v(t) в условии

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.

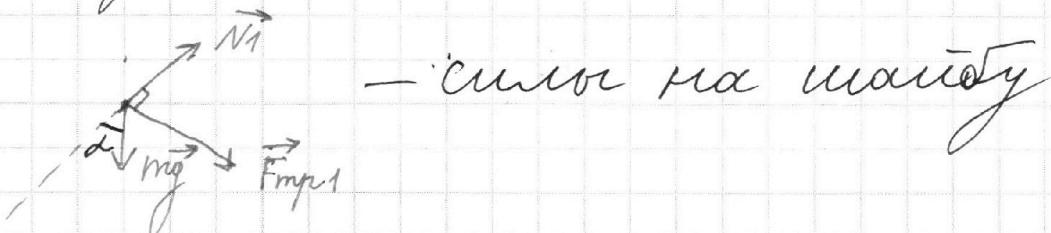


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

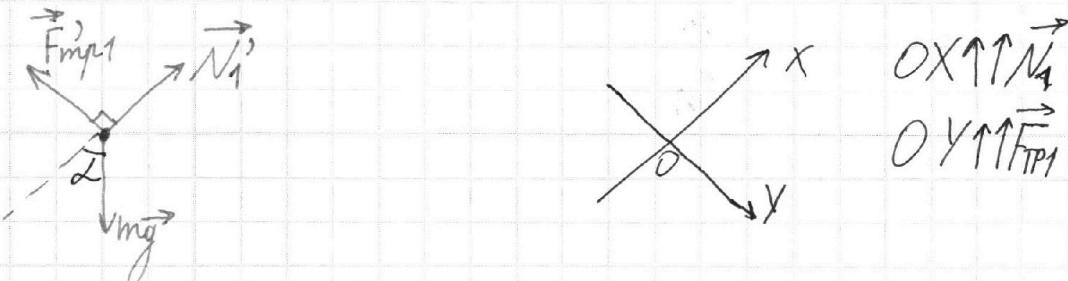
СТРАНИЦА
2 ИЗ 6

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!

Для участка $t \in [0; 0,1]$ с:



Для участков $t \in [0, 1; 0,3]$ с:



По II з-ку Ньютона (в проекциях на OX и OY):

$$\begin{cases} ① F_{mp1} + mg \sin \alpha = m \cdot a_1 \\ mg \cos \alpha = N_1 \\ mg \sin \alpha - F_{mp1} = m a_2 \\ ② mg \cos \alpha = N_1' \end{cases}$$

$$F_{mp1} = \mu N_1 - \text{шина}\\ \text{да скользит}$$

$$\begin{cases} N_1 = N_1' = mg \cos \alpha \\ F_{mp1} = \mu N_1 \\ F_{mp1}' = \mu N_1' \end{cases} \Rightarrow F_{mp1} = F_{mp1}' = \mu N_1 = mg \cos \alpha \cdot \mu$$

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.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 6

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!

Синус трения и реакции опоры (нормальной) после остановки сохранили своё значение (по модулю).

$$\begin{cases} + \quad \sum mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = m \alpha_1 \\ - \quad mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m \alpha_2 \end{cases}$$

$$2g \sin \alpha = \alpha_1 + \alpha_2; \quad \sin \alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2g};$$
$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ - то определено.}$$

из графика видно:

$$\begin{cases} \alpha_1 = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_1 = \frac{0,8 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = 8 \text{ м/с}^2 \\ \alpha_2 = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_2 = \frac{0,8 \text{ м/с}}{(0,3 - 0,1) \text{ с}} = 4 \text{ м/с}^2 \end{cases}$$

Хотя и $\vec{\alpha}_1 \uparrow \vec{\alpha}_2$, мы рассчитывали их модули, поэтому знак проекции не учитывается.

$$\sin \alpha = \frac{8+4}{2 \cdot 10} = 0,6$$

$$\boxed{\sin \alpha = 0,6}$$

Синус, действующий на кинематике:

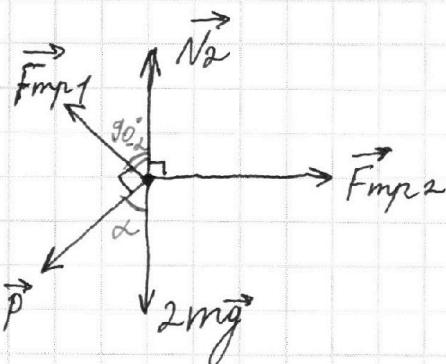
для ~~$t \in [0,1] \text{ с}$~~ $t \in [0; 0,1] \text{ с}$:

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

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

СТРАНИЦА
4 ИЗ 6

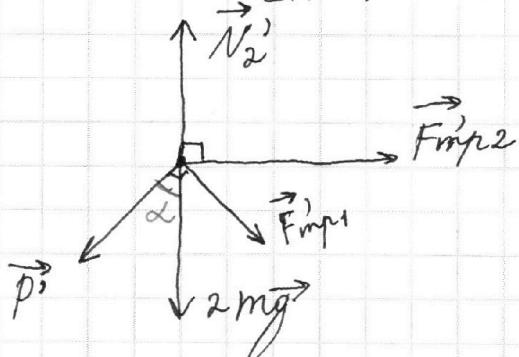
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{cases} P = N_1 \\ F_{mp1} \end{cases}$$

- сила со стороны
стороной
плоскости
(правило по II
закону Ньютона
сказки, действ. на
плоскость)

для $t \in [0,1; 0,3] \text{ с.}$



$$\begin{cases} P' = N'_1 = N = P \\ F'_{mp1} = F_{mp1} \end{cases}$$

(получено ранее)

II з - и динамика (в проекциях на оси Ox и Oy):

$$\begin{cases} ① \begin{aligned} 2mg + P \cos \alpha &= N_2 + F_{mp1} \cos(90^\circ - \alpha) \\ -F_{mp2} + F_{mp1} \sin(90^\circ - \alpha) + P \sin \alpha &= 2m \cdot A_1 \end{aligned} \\ ② \begin{aligned} 2mg + P \cos \alpha &= N'_2 + F_{mp1} \cos(90^\circ - \alpha) \\ -F'_{mp2} - F_{mp1} \sin(90^\circ - \alpha) + P \sin \alpha &= 2m \cdot A_2 \end{aligned} \end{cases}$$

A_1 и A_2 - ускорения клина до и после остановки плоскости.

$$P = N_1 = mg \cos \alpha; F_{mp1} = \mu mg \cos \alpha$$



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
5 из 6

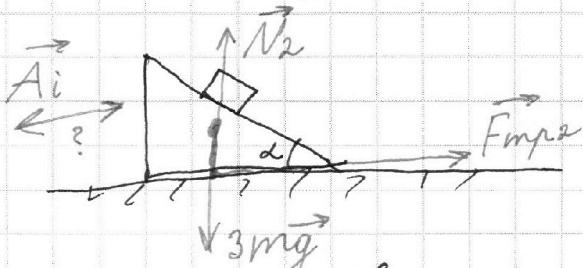
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2mg + mg \cos^2\alpha = N_2 + F_{mp2} \sin\alpha$$

$\cancel{mg \cos\alpha}$

$$2mg + mg \cos^2\alpha = \mu mg \sin\alpha \cos\alpha + N_2$$

Рассмотрим шайбу и груз как одну систему! Многие внутренние силы (трение и реакции опор) не учитываем.



По II з-ну Ньютона (в проекциях):

$$(3mg = N_2 = \text{const.}) \Rightarrow N_2 = N_2' = 3mg$$

$$\begin{cases} F_{mp2} = 3m A_1 & - \text{до остановки} \\ F_{mp2}' = 3m A_2 & - \text{после остановки} \end{cases}$$

шайба

$$2mg + mg \cos^2\alpha = 3mg + \mu mg \cos\alpha \sin\alpha$$

$$- F_{mp2} + \mu mg \cos^2\alpha + mg \sin\alpha \cos\alpha = 2 \cdot \frac{F_{mp2}}{3}$$

$$2mg + mg \cos^2\alpha = 3mg - \mu mg \cos\alpha \sin\alpha$$

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
6 из 6

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!

Частица движется по поклонящемуся клинику!

$$F_{mp2} \leq M_k N_2$$

Клиника поклоняется:

$$(F_{mp})_{\max} = P \sin \alpha + F_{mp1} \cos \alpha$$

- максимальная
достигнутая
в этом
случае

$$(F_{mp})_{\max} = mg \cos \alpha \sin \alpha + \mu mg \cos^2 \alpha$$

$$(F_{mp})_{\max} = mg \cos \alpha (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

М - коэффиц. тр. между частицей и клиникой

$$\mu = (g \cdot \sin \alpha - \alpha_2) \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sin \alpha = 0,6 \\ \cos \alpha = 0,8 \end{array} \right\}$$

$$\mu = (10 \cdot 0,6 - 4) \cdot \frac{1}{0,8} = \frac{2}{0,8} = \frac{20}{8} = 2,5$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$

- - -



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**.

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

$$N4.$$

$$R = 100 \Omega$$

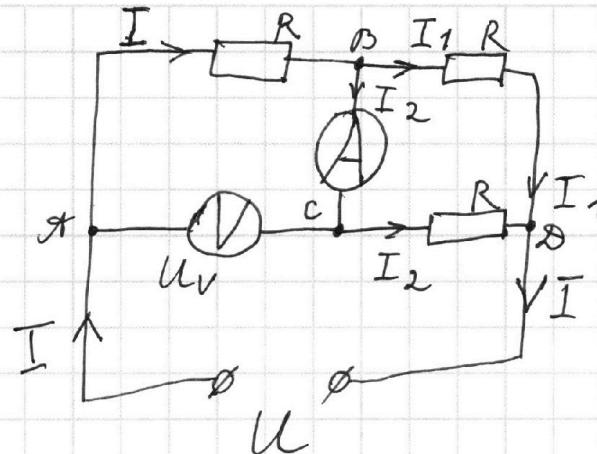
$$U = 30 \text{ В}$$

$$R_A \ll R$$

$$R_V \gg R$$

$$I - ? \quad U_V - ?$$

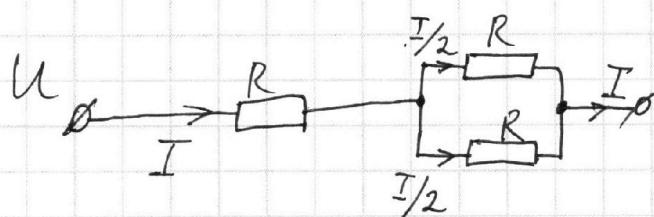
$$R - ?$$



По условию амперметр и вольтметр идеальные ($R_V \gg R$, $R_A \ll R$). Значит,

так что в вольтметре $I_V \rightarrow 0$; напряжение на амперметре $U_A \rightarrow 0$;

Перестроим схему в эквивалентную, убрав приборы с учётом их идеальности (вольтметр — разрыв цепи, амперметр — соед. в один узел).



$$\text{Полное } R_0 = R + \frac{R}{2}; \\ R_0 = \frac{3}{2}R - \text{эквивалентное сопротивление цепи.}$$

$$U = R_0 \cdot I - но з-ну она$$

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!

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{\frac{3}{2}R} = \frac{2U}{3R};$$

$$I = \frac{2}{3} \cdot \frac{30\Omega}{100\Omega} = 0,2 \text{ A}$$

I = 0,2 A

По II правилу Кирхгофа для контура ABCA:

$$RI + U_A^0 - U_V = 0$$

$$RI = U_V \Rightarrow U_V = 100 \Omega \cdot 0,2 \text{ A} = 20 \text{ В} \text{ (напряжение вольтметра)}$$

U_V = 20 \text{ В}

* По резистору R в контуре ABCA течет

именно ток I, т. к. по I правило Кирхгофа (для узла A): $I_R = I - I_V^0$; $I_R = I$ — ток на резисторе.

Мощность, рассеивавшуюся в цепи, рассчитаем из з-на Джоуля-Ленца для всей цепи:

$$P = U \cdot I; P = 0,2 \text{ A} \cdot 30 \text{ В} = 6 \text{ Вт}; \boxed{P = 6 \text{ Вт}}$$

Очевидно:
 1) $I = 0,2 \text{ A}$
 2) $U_V = 20 \text{ В}$; 3) $P = 6 \text{ Вт}$



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!

$$N5.$$

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

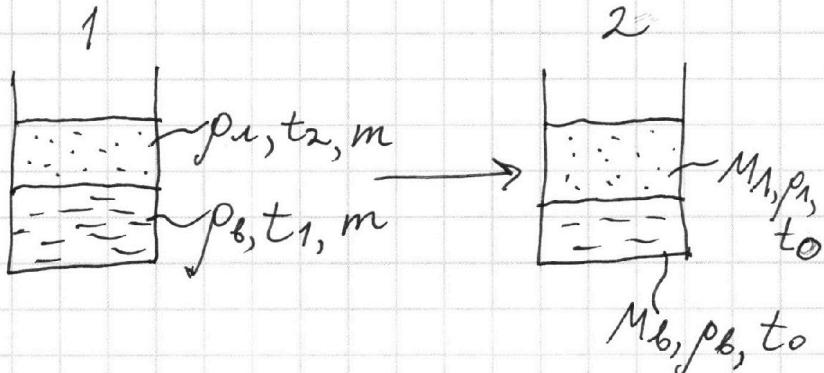
$$t_1 = +10^\circ\text{C}$$

$$m_A = m_B = m$$

$$\frac{M_A}{M_B} = n = \frac{9}{7}$$

$$\delta - ?$$

$$t_2 - ?$$



Изначально в калориметре равные массы льда и воды $m_B = m_A = m$;

Начинается теплообмен между водой и льдом, в ходе которого лёд нагревается до t_0 , а вода остывает до t_0 и начинает замерзать (замерзает вода, а не тает лёд именно потому, что $M_A > M_B$; M_A и M_B - массы льда и воды после установления теплового равновесия).

По з-ку сохр. массы останов и в конце:

$$m_A + m_B = M_A + M_B; \quad m_A = m_B = m; \quad M_A = n \cdot M_B = \frac{9}{7} M_B$$

$$m + m = M_B + n M_B;$$



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!

$2m = (n+1)M_B$; $M_B = \frac{2}{n+1}m$ — осталось боя в конце.

Потом в лед превратилось $m - M_B$,

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

$$\delta = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{9}{7}-1}{\frac{9}{7}+1} = \frac{2/7}{16/7} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\boxed{\delta = \frac{1}{8}}$$

Уравнение теплового баланса:

$$c_u m_u (t_0 - t_2) = c_B m_B (t_1 - t_0) + \lambda \cdot \delta m_B$$

$$m_u = m_B = m$$

у

$$c_u (t_0 - t_2) = c_B (t_1 - t_0) + \delta \cdot \lambda$$

$$t_2 = t_0 - \frac{c_B (t_1 - t_0) + \delta \cdot \lambda}{c_u}$$

$$t_2 = 0 - \frac{\frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot (10-0) + \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^3}}{2,1} = 0 - \frac{42 + 42}{2,1} = 0 - \frac{840}{21} = -40^\circ C$$

$$\boxed{t_2 = -40^\circ C}$$

Ответ: 1) $\delta = \frac{1}{8}$

2) $t_2 = -40^\circ C$