

**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.

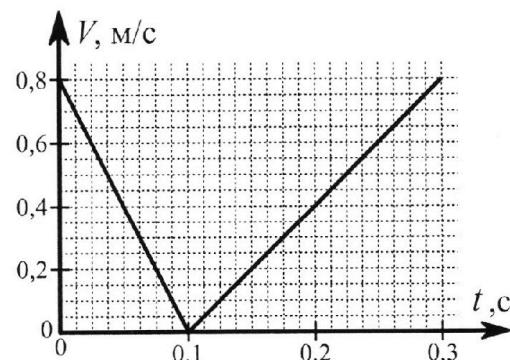
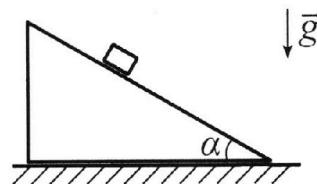
1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

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 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



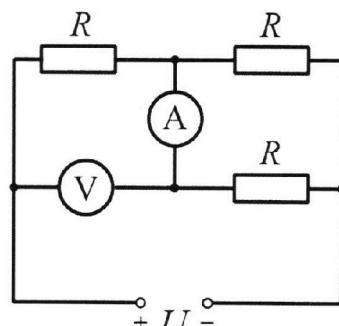
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

№ 1

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с.}$$

$$T = 2 \text{ с.}$$

$$s - ?$$

$$F - ?$$

$$A - ?$$

Если присмотреться, то функция
линейная, поэтому график

$$v(t) = 4 \left(1 - \frac{t}{2}\right) = 4 - 2t.$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = v_0 - \left(\frac{v_0}{T} t\right)$$

Это функциональное движение.

Чтобы найти перемещение

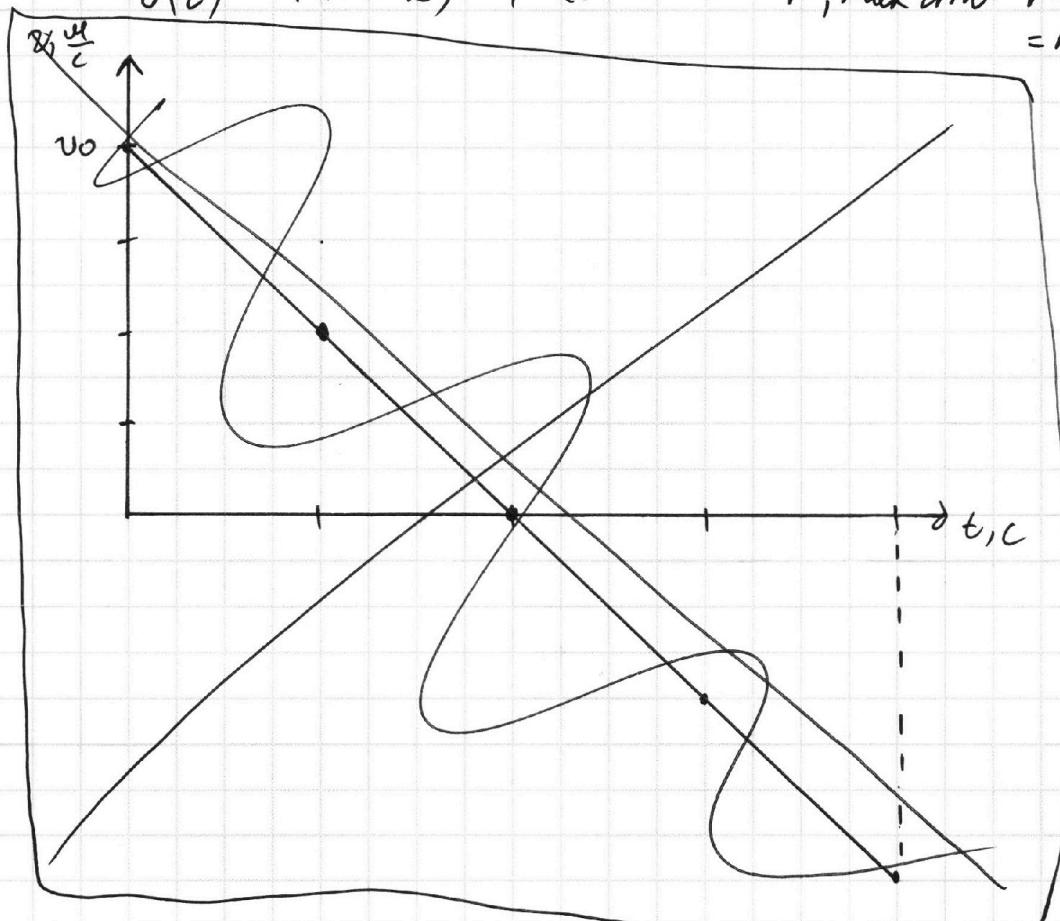
надо или поинтегрировать,
и построить график.

Вот это -

это чистое,
одномерное всплеск
движения

в горизонтальной плоскости
чтобы есть только одна
F, так что F = ma =

$$= m \frac{v_0}{T} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н.}$$



т.к. мы делим вектор \vec{v}_0 на скаляр, то \vec{v} не
меняет своего направления в процессе движения



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**.

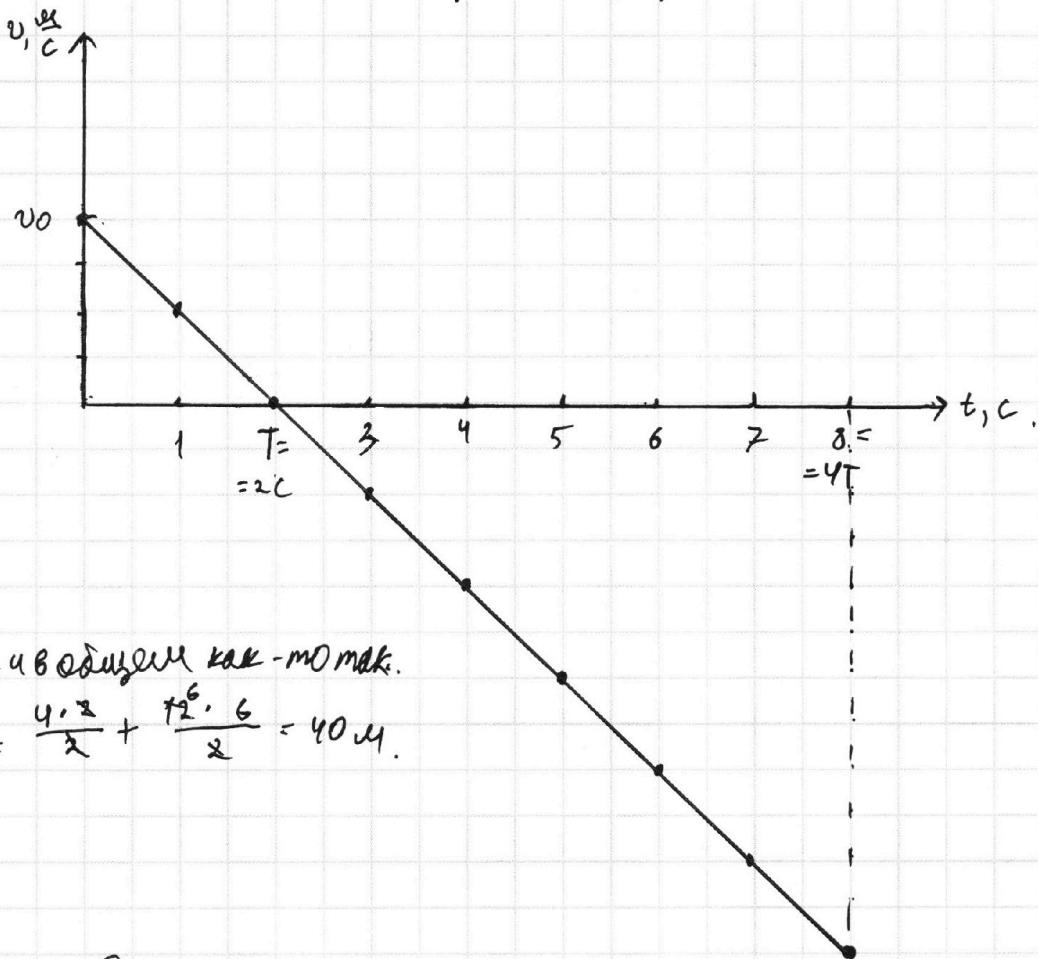
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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 (продолжение)

Попытайтесь построить график № 3.



Найдем как - то так.

$$S = \frac{4 \cdot 2}{2} + \frac{12 \cdot 6}{2} = 40 \text{ м.}$$

Ответ: $S = 40 \text{ м.}$

$$F = 0,4 \text{ Н.}$$

$$A = 2,4 \text{ дж.}, 1,2 \text{ дж.}$$

Найдем работу:

$$A = F \cdot S, \text{ где } S = 1c \cdot \frac{(v_0 + v_2)}{2} =$$

$$A = 8 \cdot 0,4 = \frac{3}{2} v_0 \cdot 1c =$$

$$= 2,4 \text{ дж.}, \quad = 6 \text{ дж.}$$

$$= 1,2 \text{ дж.}, \text{ где } S =$$

$$= 1c \cdot \left(\frac{2+4}{2} \right) c =$$

$$= 3 \text{ дж}$$

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 1

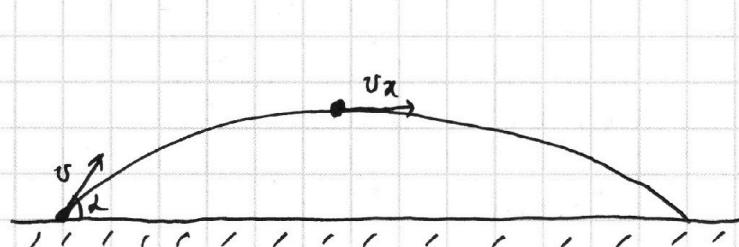
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2 - „Дороги меня добрый кирпич (lite version)“

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

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T = 4 \text{ s}.$$



A-?

S-?

R-?

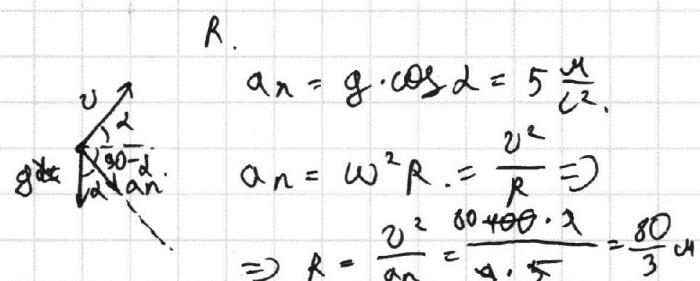
Разложим v на вертикальную и горизонтальную проекции, увидим, что g направлена против v_y , а значит $v_{\max} = v$; $v_{\min} = v_x = v \cos \alpha_2$.

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v}{v \cos \alpha_2} = \frac{1}{\cos \alpha_2} = n = 2 \Rightarrow \cos \alpha_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha_2 = 60^\circ$$

П.к. все это происходит на горизонтальной плоскости, то $v_y = 0$ в момент $T/2 = 2 \text{ s}$, а значит действительное тяготение:

$$\frac{v_y}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow \frac{v \cdot \sin \alpha_2}{g} = \frac{T}{2} \Rightarrow v = \frac{Tg}{2 \sin \alpha_2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

H	S
$\frac{T}{2} \cdot v_y = H$	$T \cdot v_x = S$.
$2 \cdot \frac{20}{3} \cdot 0 = H$	
$\frac{T}{2} \cdot v \cdot \sin \alpha_2 =$	$T \cdot v \cos \alpha_2 =$
$= 2 \cdot \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$	$= v^2 \cdot \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} =$
$= 20 \text{ m}$	$= \frac{40\sqrt{3}}{3} v$.



R.

$$a_n = g \cdot \cos \alpha_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(\frac{20\sqrt{3}}{3})^2}{g \cdot 5} = \frac{80}{3} \text{ m}$$

Однако: $H = 20 \text{ m}$

$$S = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ m}.$$

$$R = \frac{80}{3} \text{ m}.$$

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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

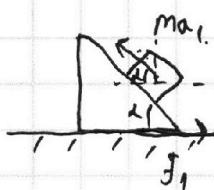
СТРАНИЦА
25 ИЗ 2

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 (продолжение).

2 случая нахождения шайбы на санах.

I



$$|f_1| = |m\vec{a}_1 \cdot \cos\alpha_1| = m\alpha_1 \sqrt{1 - \sin^2\alpha_1} = \\ = 0,2 \cdot 8 \cdot \sqrt{1 - 0,2^2} = 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{пр}} = f_1 = 1,28 \text{ Н.}$$

II



$$|f_2| = |m\vec{a}_2 \cdot \cos\alpha_2| = \\ = 0,2 \cdot 4 \cdot \sqrt{1 - 0,2^2} = \\ = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{пр}} = f_2 = 0,64 \text{ Н.}$$

А теперь время найти μ .

$$f_1 = \mu_1 N_1.$$

$$\mu_1 = \frac{f_1}{N_1} = \frac{1,28}{2mg - m\alpha_1 \cdot \sin\alpha_1} =$$

$$= \frac{1,28}{2 \cdot 2 - 0,2 \cdot 8 \cdot 0,6} = \frac{1,28}{4 - 0,96} = \frac{1,28}{3,04} =$$

$$= \frac{64}{152} = \frac{32}{76} = \\ = \frac{16}{38} = \frac{8}{19}$$

$$f_2 = \mu_2 N_2.$$

$$\mu_2 = \frac{f_2}{N_2} = \frac{0,64}{2mg + m\alpha_2 \cdot \sin\alpha_2} =$$

$$= \frac{0,64}{2 \cdot 2 + 4 \cdot 0,2 \cdot 0,6} = \frac{0,64}{4 + 0,48} = \frac{64}{448} =$$

$$= \frac{1}{7}$$

сам засо
засо
менные сан
это , а значит.

$$\mu \in \left(\frac{64}{448}; +\infty \right).$$

$$\frac{64}{448} < \mu \quad \mu > \frac{1}{7}.$$

Ответ! $\sin\alpha_1 = 0,6$; $F_{\text{пр}} = 1,28 \text{ Н}$; $\mu > \frac{1}{7}$.



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 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.

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

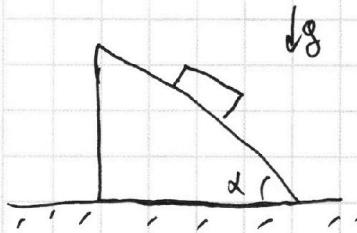
$$M = 2 \text{ м} = 0,4 \text{ кг.}$$

$$m = M = 0,2 \text{ кг}$$

$$\sin \alpha - ?$$

$$F_{\text{нр}} - ?$$

$$\mu - ?$$



⇒



Ищем 2 случая

Рассмотрим для обоих случаев
2 закона Ньютона:

$$\begin{cases} Ma_1 = f + m g x. \\ Ma_2 = m g x - f \end{cases} \quad | + \quad \begin{aligned} M(a_1 + a_2) &= 2m g x. \\ a_1 + a_2 &= 2g \sin \alpha. \\ \sin \alpha &= \frac{a_1 + a_2}{2g}, \text{ где} \end{aligned}$$

а₁ и а₂ можно найти
из графика как модуль
членов квадратичной.

$$a_1 = \frac{0,8}{0,11} = 8 \frac{m}{s^2}; a_2 = \frac{0,8}{0,12} = \frac{8}{12} = 4 \frac{m}{s^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{8 + \frac{8}{12}}{10} = \frac{8 + 2}{10} = \frac{10}{10} = 1.$$

$$\sin \alpha = \frac{8 + 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6.$$

Но 20-го то
ошибки,
написано.



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
18 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!

№ 4 - „Живой электрик – проверенный электрик”

$$R = 100 \Omega$$

$$U = 30 V$$

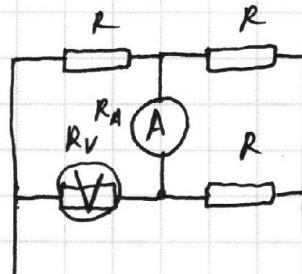
$$R_V \gg R$$

$$R_A \ll R$$

$$I = ?$$

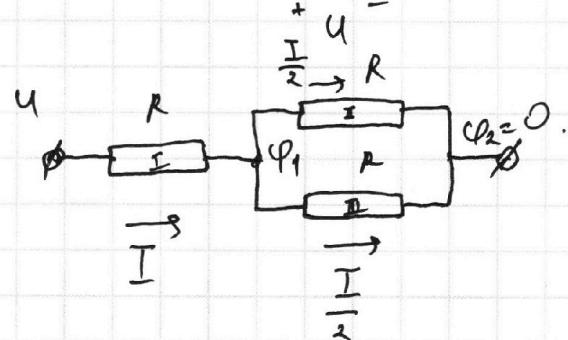
$$U_B = ?$$

$$P = ?$$



Приборы идеальные!

А значит переделаем схему с учетом этого, вольтметр – разрыв, амперметр – проводник.



Из этой схемы получаем, что $U_B = U - \varphi_1 = U$,
(падение напряжения потенциометра на I резистор)

$$I = \frac{U}{R_{\text{паралл}}} = \frac{U}{1,5R} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5} = 0,2 A.$$

$$U_B = R \cdot I = 0,2 \cdot 100 = 20 V$$

$$\begin{aligned} P &= U \cdot I_n = I_n^2 \cdot R = I^2 \cdot R + 2 \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R = I^2 \cdot R + 2 \cdot \frac{I^2}{4} \cdot R = \\ &\quad n - \text{коэф} \\ &= \frac{3}{2} I^2 \cdot R = \frac{3 \cdot 0,04 \cdot 100}{2} = \\ &= \frac{3 \cdot 4^2}{2} = 6 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

Ответ: $I = 0,2 A$.

$$U_B = 20 V$$

$$P = 6 \text{ Вт.}$$

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 21

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!

№5 - "лед и вода, тоска и треска"

$$t_0 = t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_{B0} = m_{u0}$$

$$\eta = \frac{m_u}{m_B} = \frac{g}{7}$$

Заметим что лед по итогу стало больше, значит вода замерзла, значит $t_1 < 0$ (скоро всего сильно меньше),

Запишем уравнение теплового равновесия:

$$\sum Q = 0.$$

$$\delta - ?$$

$$t_2 - ?$$

$$Q_B + Q_{B \rightarrow u} + Q_u = 0.$$

П.к. в равновесии в системе есть лед, то $t = 0^\circ\text{C}$

$$\begin{cases} Q_B = c_B m_{B0} \cdot (t_1 - t) \\ Q_{B \rightarrow u} = \lambda \Delta m_{B0} \delta m_{B0} \\ Q_u = c_u m_{u0} (t_2 - t) \end{cases}$$

Также все хорошо, найдем δ :

$$\eta = \frac{m_u}{m_B} = \frac{m_{u0} + \delta m_{B0}}{m_{B0} - \delta m_{B0}}$$

$$\frac{g}{7} = \frac{m_{u0} + \delta m_{B0}}{m_{B0} - \delta m_{B0}} = \frac{1 + \delta}{1 - \delta}$$

$$g - g\delta = 7 + 7\delta$$

$$2 = 16\delta \Rightarrow \delta = \frac{1}{8}.$$

Всё было прекрасно.

$$t_2 = \frac{c_B m_{B0} (t - t_1) - \lambda \delta m_{B0} + c_u m_{u0} t}{c_u m_{u0}}$$

$$t_2 = \frac{c_B (t - t_1) - \lambda \delta + c_u t}{c_u}, \text{ поэтому, подставим числа.}$$

$$t_2 = \frac{4,2 \cdot 10^3 (0 - 10) - \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^3 \cdot 10 + 0}{2,1 \cdot 10^3} = \frac{-42 - 336 \cdot \frac{1}{8}}{2,1} =$$

$$= \frac{-42 - 42}{2,1} = \frac{-84}{2,1} = \frac{-840}{21} = -40.$$

Ответ: $\delta = \frac{1}{8}$

$$t_2 = -40$$



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 7СТРАНИЦА
_ 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!

$$M=0,2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

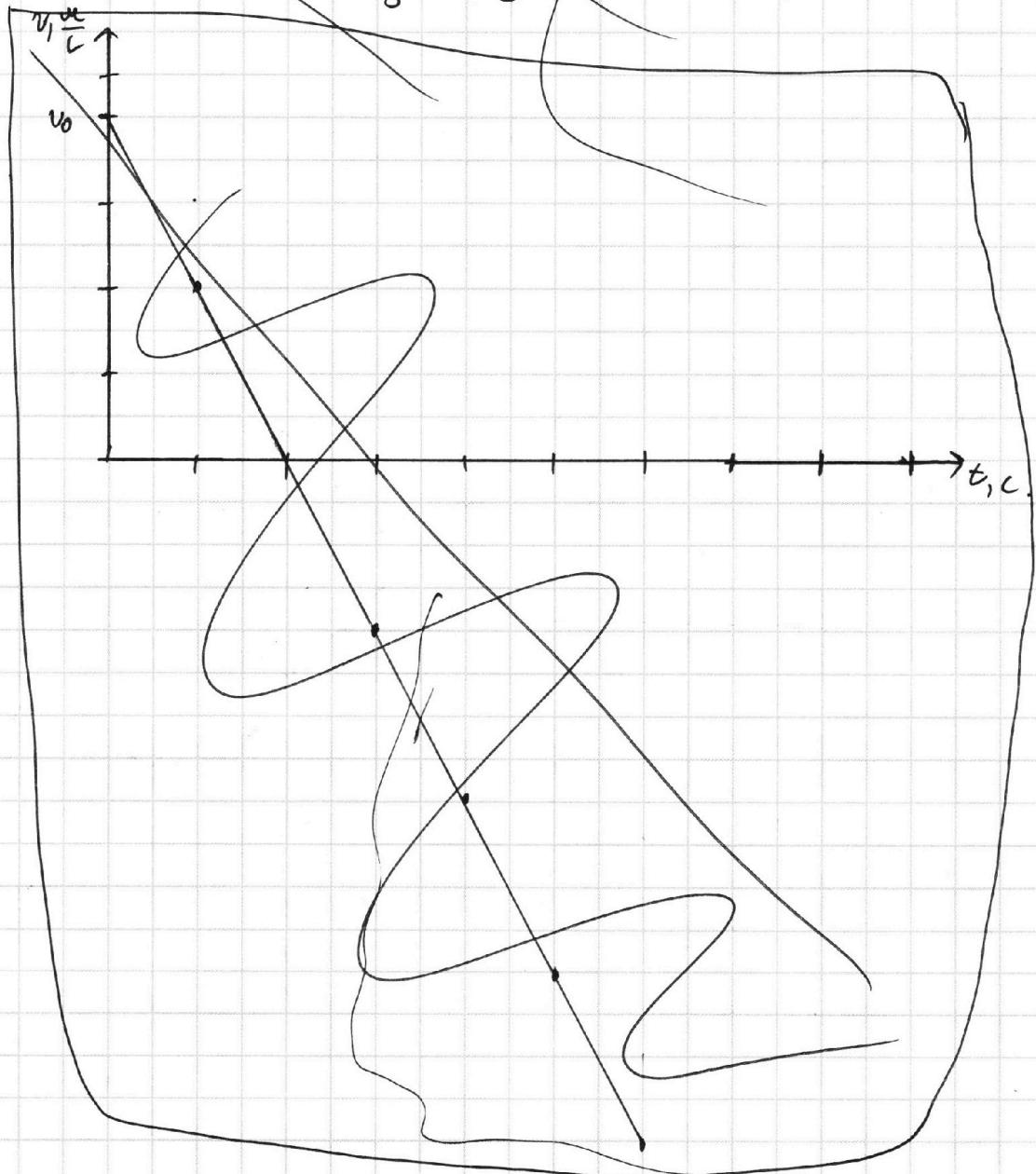
$$T = 2 \text{ с}$$

№

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = v_0 - \left(\frac{v_0}{T} \cdot t\right)$$

~~построил график движения по этой функции, найдем площадь под графиком и так найдем путь.~~

~~- вот это & это ускорение, создаваемое внешней силой~~

$$v(t) = 4 \left(1 - \frac{t}{2}\right) = -2t + 4.$$




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**.

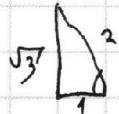
- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

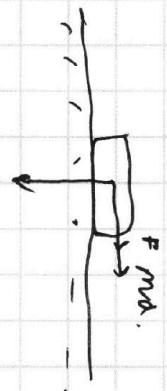
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Черновик.

№



$$\sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3}$$



$$\begin{aligned} S(t) &= k(1 - 0,5x) \\ y(x) &= k(1 - 0,5x) \\ &= 0,5k(-x + 2) = 2(-x + 2) = -2x + 4. \end{aligned}$$

$$S = 0,4 \cdot x - 4 \cdot 2 - \frac{0,9 \cdot 4^2}{2} + \frac{36 \cdot 0,4}{2} \cdot 1.$$

$$8 - 0,8 + 1,8.$$

26 сон правиль

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

$$\begin{array}{r} 9,6 \\ 4 - 0,90 \\ \hline - 400 \\ 96 \\ \hline 304 \end{array}$$

$$\frac{69}{448} = \frac{8}{56} \quad \frac{1}{7}$$