



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

Вариант 10-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Две материальные точки движутся по одной прямой навстречу друг другу. В момент времени $t = 0$ скорости материальных точек $V_1 = 10$ м/с и $V_2 = 8$ м/с. В процессе сближения ускорения материальных точек $a_1 = 0,4$ м/с² и $a_2 = 0,2$ м/с² постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

- При каком наименьшем начальном расстоянии L между точками не произойдет столкновения точек в процессе движения?
- Найдите показание T часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при $t = 0$ расстояние между точками было равно L .
- Найдите длину S_1 пути, пройденного первой материальной точкой к тому моменту времени, когда расстояние между точками будет наименьшим.

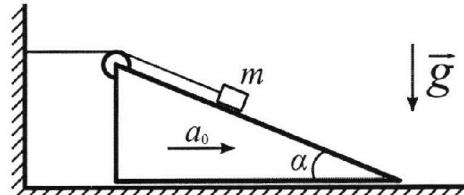
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $\tau = 4$ с мяч падает на площадку на расстоянии $S = 60$ м от точки старта.

- Найдите $\tan \alpha$, здесь α – угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.
- Найдите модуль V_0 начальной скорости мяча. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

Футболист наносит удар по мячу и сообщает ему начальную скорость V_0 , направленную под углом α к горизонту (V_0 и α найдены Вами при ответах на вопросы 1 и 2). Мяч летит навстречу ветру, дующему вдоль поверхности земли с постоянной горизонтальной скоростью. Через $T = 3,2$ с после удара мяч возвращается в точку старта с неизвестной скоростью V_1 .

- Найдите скорость V_1 мяча в момент возвращения в точку старта. Силу сопротивления, с которой воздушный поток действует на мяч, считайте пропорциональной относительной скорости $\vec{F}_{\text{сопр}} = -k \cdot \vec{V}_{\text{отн}}$, здесь k – коэффициент пропорциональности, постоянная величина, $\vec{V}_{\text{отн}}$ – скорость мяча относительно воздушного потока.

3. Клин с углом $\alpha = 30^\circ$ при вершине движется с ускорением $a_0 = 3$ м/с² по горизонтальному столу (см. рис.). По гладкой наклонной плоскости клина скользит брускок массы $m = 0,4$ кг, скрепленный с легкой нерастяжимой нитью, которая перекинута через гладкий блок на клине и прикреплена к вертикальной стенке. Отрезок нити от стенки до блока считайте горизонтальным, отрезок нити от блока до бруска считайте параллельным наклонной плоскости клина.



- За какое время τ после начала движения брускок переместится по вертикали на $H = 20$ см? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- Найдите модуль a ускорения бруска в лабораторной системе отсчета.
- Найдите модуль N силы, с которой клин действует на брускок.



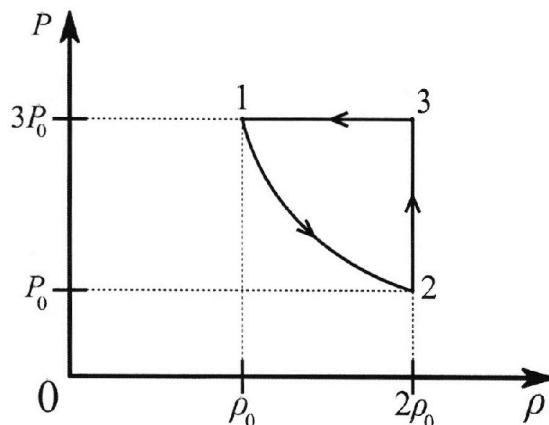
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 10-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Циклический процесс, проводимый с одноатомным идеальным газом, представлен на графике в координатах (P, ρ) , здесь P – давление, ρ – плотность газа. Количество вещества – один моль. В процессе 1-2 давление газа изменяется по закону $P = a + \frac{b}{\rho}$, здесь a и b – постоянные. Наименьшая внутренняя энергия газа в процессе $U_{MIN} = 1800$ Дж.



1. Постройте график процесса в координатах (P, V) .

В состоянии 1 объем газа V_0 , давление газа $3P_0$.

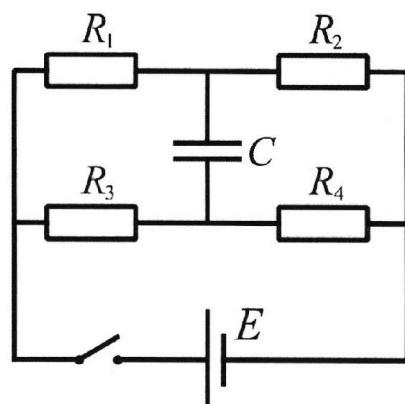
2. Найдите работу A газа в процессе сжатия.

3. Какое количество $|\Delta Q|$ теплоты будет отведено от газа в конце процесса сжатия при уменьшении температуры на $|\Delta T| = 1$ К? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи $E = 75$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 8$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 4$ Ом. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. До замыкания ключа заряд конденсатора нулевой. Ключ замыкают.

1. Найдите силу I тока, текущего через источник сразу после замыкания ключа.

2. На каком резисторе рассеивается наибольшая мощность сразу после замыкания ключа? Найдите эту мощность P_{MAX} .



3. С какой скоростью $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ будет расти заряд конденсатора сразу после замыкания ключа?

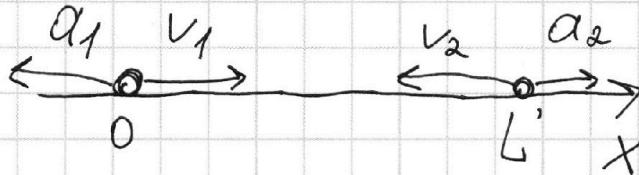


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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



1) Т.к. $t=0$, то в момент времени t' :

$$v_{1x} = v_1 - a_1 t', \quad v_{2x} = -v_2 + a_2 t'$$

Пусть координата 1-й материальной точки в момент времени t равна x_1 , координата 2-й точки L' , тогда:

$$x_1 = v_1 t' - \frac{a_1 t'^2}{2}; \quad x_2 = L' - v_2 t' + \frac{a_2 t'^2}{2}$$

расстояние между точками:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = L' - (v_1 + v_2)t' + \frac{t'^2}{2}(a_1 + a_2)$$

Столкновение не произойдёт, если для любого $t' \geq t$ $\Delta x \geq 0$

$\Delta x(t')$ - парабола ветвями вверх, тогда

ее минимум достигается при

$$t' = -\frac{-(v_1 + v_2)}{2 \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2}} = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2}, \text{ при нём:}$$

$$\Delta x = L' - \frac{(v_1 + v_2)^2}{a_1 + a_2} + \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} \geq 0$$



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

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

$$L' > \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{\frac{(10+8)^2 \frac{m}{s^2}}{0,4+0,2} = \frac{324}{1,2} m = 270 m}{}$$

$$\begin{array}{r} 324 \\ - 24 \\ \hline 84 \\ - 84 \\ \hline 0 \end{array} \quad \text{то } L_{\text{min}} = 270 \text{ м}$$

2) как уже писалось ранее, расстояние

между любыми точками наименьшее

$$\text{при } t' = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = 30 \text{ с при } L' \geq L_{\text{min}}$$

3) подставим t' в уравнение $x_1(t)$:

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1 \cdot \frac{(v_1 + v_2)}{a_1 + a_2} - \frac{a_1 (v_1 + v_2)^2}{2 (a_1 + a_2)^2} = \\ &= 10 \frac{m}{s} \cdot 30 \text{ с} - \frac{0,4 \frac{m}{s^2}}{\frac{100^2}{100^2 + 120^2}} \cdot 100 \cdot 30^2 \text{ с}^2 = \\ &= 300 \text{ м} - 0,2 \cdot 30^2 \text{ м} = 1440 \text{ м} \end{aligned}$$

~~Учебка развернется до конца разворота.~~

$$x'_1 = \frac{v_1 t'}{2 a_1} = \frac{100}{2 \cdot 0,4} \text{ м} = 125 \text{ м}$$

Точки 1 решен: $x'_1 + (x'_1 - x_1) = 400 \text{ м}$

Ответ: 1) $L = 270 \text{ м}$ 2) $t' = 30 \text{ с}$ 3) ~~1440 м~~ $S_1 = 120 \text{ м}$

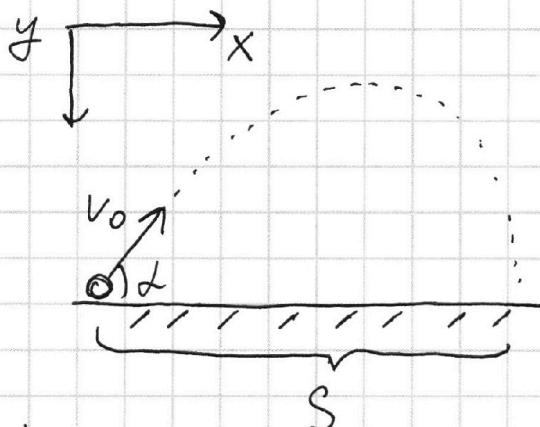


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



ось x - горизонтально
ось y - вертикально

$$V_x = V_0 \cos \alpha = \text{const}$$

время полёта равно

1) Установлено время подъёма и
равно: $T = 2 \cdot \frac{|V_{y0}|}{g} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$

$$S = V_x T = \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\begin{cases} T = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} \\ S = \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow \frac{T^2}{S} = \frac{4 V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{2 g^2 \cdot V_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} =$$

$$= \frac{2 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{g T^2}{2 S} = \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 16 m^2}{2 \cdot 60 m} =$$

$$= \frac{160}{120} = \frac{4}{3}$$

$$2) |V_{y0}| = \frac{g T}{2} = 20 \frac{m}{s} \Rightarrow V_x = \frac{V_{y0}}{\operatorname{tg} \alpha} = 15 \frac{m}{s}$$

$$V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} \frac{m}{s} = 25 \frac{m}{s}$$

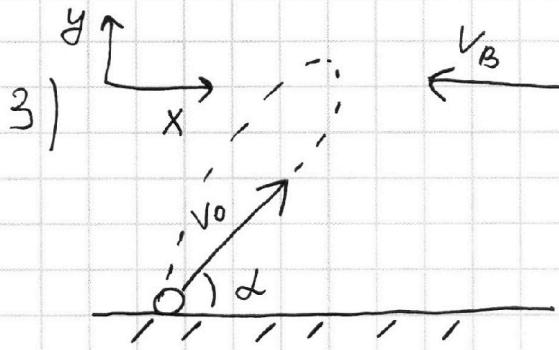


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



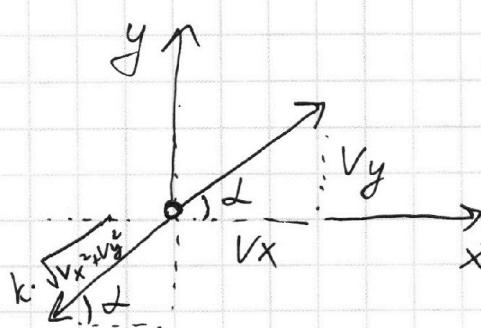
нужна скорость
ветра равна v_B
и направлена
на встречу мячу.

Если скорость мяча в некоторый
момент времени равна v , то

$$v_{\text{отн}} = (v_x + v_B)$$

$$v_{\text{отн}} = v_y$$

Рассмотрим движение под действием
силы $\vec{F}_{\text{сопр}} = -k \vec{v}_{\text{отн}}$:



из рисунка $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$,

$$\text{откуда } F_x = -k v_x,$$

$$F_y = -k v_y, \text{ т.е.}$$

движение по осям x и y независимы.

Занимем изменения импульсов по
оси: (в пункте (3) время полёта T обозначен
за 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
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!

$$\cancel{\Delta p_x = \int_{0}^{\gamma} -k(V_x + V_B) d\gamma} = -k \cancel{dx} \quad \text{т.к. } V_x d\gamma = dx$$

~~Δx - это изменение координаты вдоль оси x, который~~

~~Δx, который~~

$$\Delta p_x = \int_{0}^{\gamma} -k(V_x + V_B) d\gamma = -k \left(\int_{0}^{\gamma} V_x d\gamma + \int_{0}^{\gamma} V_B d\gamma \right)$$

т.к. $V_x d\gamma = \cancel{dx}$, то:

$$\Delta p_x = -k(\Delta x + V_B \cdot \gamma), \text{ т.к. вернется}$$

вернулся в исходную точку, то

$$\Delta x = 0 :$$

$$\Delta p_x = -V_B \cdot \gamma \cdot k \Rightarrow \cancel{\Delta p_x}$$

$$m(V_0 \cos \alpha + V_{1x}) = -V_B \cdot \gamma \cdot k \Rightarrow V_B = \frac{m(V_0 \cos \alpha - V_{1x})}{k \gamma}$$

$$V_{1x} = +V_0 \cos \alpha - \frac{k}{m} \cdot V_B \cdot \gamma$$

$\Delta p_y = -mg \gamma$, т.к. $\Delta y = 0$, форма получена

аналогично Δp_x :

$$\Delta p_y = - \int_0^\gamma mg \gamma + \int_0^\gamma -kV_y d\gamma = -mg \gamma$$

$$\text{Откуда } V_{1y} = V_{0y} - g \gamma = -12 \frac{m}{s}$$

$$m \Delta x = -k(V_x + V_B) = -kV_x - \frac{m(V_0 \cos \alpha - V_{1x}) \cdot k}{k \gamma}$$



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
ЧИЗ 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!

посмотрим подробнее на процесс
поднятия и спуска, как было выведено
 ранее:

$$V_{1y}' = V_{0y} - g t - ky, \text{ откуда}$$

$$y = \frac{V_{0y} - V_{1y}' - g t_{\text{спуск}}}{k}, \quad V_{1y}' = 0, \quad y = h - \text{ высота}$$

погрешка:

$$h = \frac{V_{0y} - g t_{\text{спуск}}}{k}, \quad \text{при спуске:}$$

$$-h = \frac{0 - V_{1y} - g t_{\text{спуск}}}{k}$$

$$V_{0y} - g t_{\text{спуск}} = V_{1y} + g (T - t_{\text{спуск}})$$

сравнировав ЗСЭ на оси, можно получить:

$$\frac{m}{2} (V_{1x}^2 - V_{0x}^2) = -mgx - k \int_0^t |V_x| dx = k V_x \cdot x =$$

$$= -mgx - k \int_0^t V_x^2 dt - KV_x \cdot x$$

$$\frac{m}{2} (V_{1x}^2 - V_{0x}^2) = -\frac{k}{3} (V_{1x}^3 - V_{0x}^3)$$

$$-\frac{128}{64} \frac{152}{144} \frac{152}{144}$$

$$\frac{m}{2} (V_{1y}^2 - V_{0y}^2) = -k \int_0^t V_y^2 dt - mgx$$

$$640 \quad 784$$

$$\frac{m}{2} (V_{1y}^2 - V_{0y}^2) = -\frac{k}{3} \cdot (V_{1y}^3 - V_{0y}^3), \text{ откуда}$$

$$\frac{3m}{2k} = \frac{V_{1y}^3 - V_{0y}^3}{V_{1y}^2 - V_{0y}^2} = \frac{20^3 - 12^3}{20^2 - 12^2} = \frac{20^2 + 20 \cdot 12 + 12^2}{20 + 12} = \frac{400 + 240 + 144}{32} = 24,5$$

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
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!

$$\frac{v_{1x}^3 - v_{0x}^3}{v_{1x}^2 - v_{0x}^2} = \frac{v_{1y}^3 - v_{0y}^3}{v_{1y}^2 - v_{0y}^2} \quad k_2 = -\frac{12}{20} = -\frac{3}{5}$$

$$nycg \quad v_{1x} = k_1 v_{0x}; \quad v_{1y} = k_2 v_{0y}$$

$$\left(\frac{k_1^3 - 1}{k_1^2 - 1} \right) v_{0x} = \left(\frac{k_2^3 - 1}{k_2 - 1} \right) \cdot v_{0y}$$

$$\frac{k_1^2 + k_1 + 1}{k_1 + 1} = \frac{4}{3} \left(\frac{k_2^2 + k_2 + 1}{k_2 + 1} \right)$$

$$\frac{k_1^2}{k_1 + 1} = \frac{4}{3} \left(\frac{k_2^2}{k_2 + 1} + 1 \right) - 1 = \frac{4}{3} \left(\frac{9/25}{2/5} + 1 \right) - 1 = \\ = \frac{4}{3} \left(\frac{9}{10} + 1 \right) - 1 = \frac{4 \cdot 19}{30} - 1 = \frac{46}{30}$$

$$k_1^2 - \frac{46}{30} \cdot k_1 - \frac{46}{30} = 0$$

$$k_1 = \frac{\frac{46}{30} + \sqrt{\frac{46^2}{30^2} + \frac{4 \cdot 46}{30}}}{2} =$$

$$= \frac{\frac{46}{30} + \frac{1}{30} \sqrt{46^2 + 46 \cdot 120}}{2} = \frac{\frac{46}{30} + \frac{1}{30} \sqrt{46 \cdot 166}}{2} \approx$$

$$\frac{46 - 7 \cdot 13}{60} = -\frac{45}{60} = -\frac{3}{4} \text{ km}$$

$$v_{1x} = -\frac{3}{4} v_{0x} = -\frac{15 \cdot 3}{4} = -\frac{45}{4} = -11,25$$



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
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!

$$V_1 = \sqrt{12^2 + 11,25^2} \text{ м/c}$$

Ответ: $\tan \alpha = \frac{4}{3}; V_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}},$

$$V_1 = \sqrt{12^2 + 11,25^2} \text{ м/c}.$$

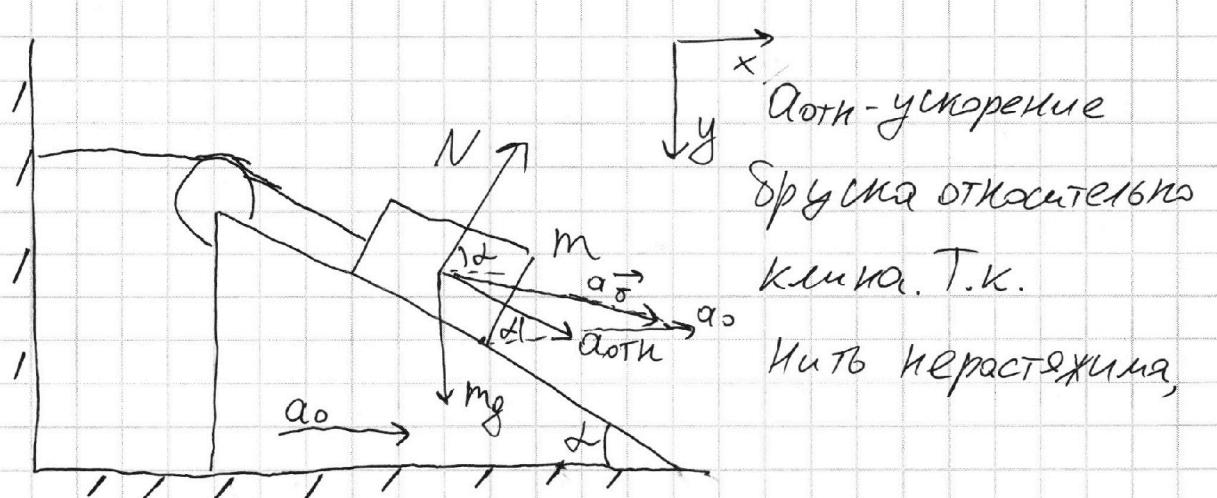


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



TO $a_{\text{отк}} = a_0$ (с ускорением a_0

увеличивается отрезок нити сева от

блока, а с ускорением $a_{\text{отк}} - \text{отрезок}$

нити справа от блока, отсюда и

равенство). Ускорение бруска в А.С.О.:

$$\vec{a}_0 = \vec{a}_0 + \vec{a}_{\text{отк}}, \text{ заметим, что}$$

$a_{0y} = a_0 \cdot \sin \alpha$, и т.к. в момент времени $t=0$

$$V_0 = 0, \text{ TO } H = \frac{a_0 \sin \alpha \cdot \gamma^2}{2}, \text{ откуда}$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{2H}{a_0 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{0,8}{3}} c = \frac{2}{\sqrt{10}} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} c =$$

$$= \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{10}} c \approx \frac{2 \cdot 1,41}{1,71 \cdot 3,2} \approx \frac{2 \cdot 1,4}{1,4 \cdot 3,2} c = \frac{14}{17 \cdot 1,6} c = \frac{140}{176} c = \frac{140}{272} c$$

$$0,5 c$$



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 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!

2) Из теоремы Кошинаусов:

$$\begin{aligned} a^2 &= a_0^2 + a_0^2 - 2a_0^2 \cdot \cos(180 - \alpha) = \\ &= 2a_0^2(1 + \cos\alpha) = 2a_0^2 \cdot \left(\frac{2 + \sqrt{3}}{2}\right) = \\ &= a_0^2(2 + \sqrt{3}) \Rightarrow a = a_0 \cdot \sqrt{2 + \sqrt{3}} \approx \\ &\approx a_0 \cdot \sqrt{3,71} \approx 1,8a_0 = 5,4 \frac{m}{c^2} \end{aligned}$$

3) Запишем 2-й закон Ньютона для друса

в проекции на x :

$$N \cdot \cos\alpha + mgs \sin\alpha = ma_0 \cdot (1 + \cos\alpha)$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{m}{\cos\alpha} (-g s \sin\alpha + a_0 (1 + \cos\alpha)) \approx \\ &\approx \frac{0,4}{1,2} \cdot (-5 + 3(1 + 1,2)) \text{Н} = \frac{9,9}{1,2} \cdot 3,1 = \\ &= 1,24 = 0,2 \frac{kg}{m} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\gamma \approx 0,5 c$; 2) $a \approx 5,4 \frac{m}{c^2}$;

3) $N \approx 0,2 \frac{kg}{m}$.

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**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 9

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!

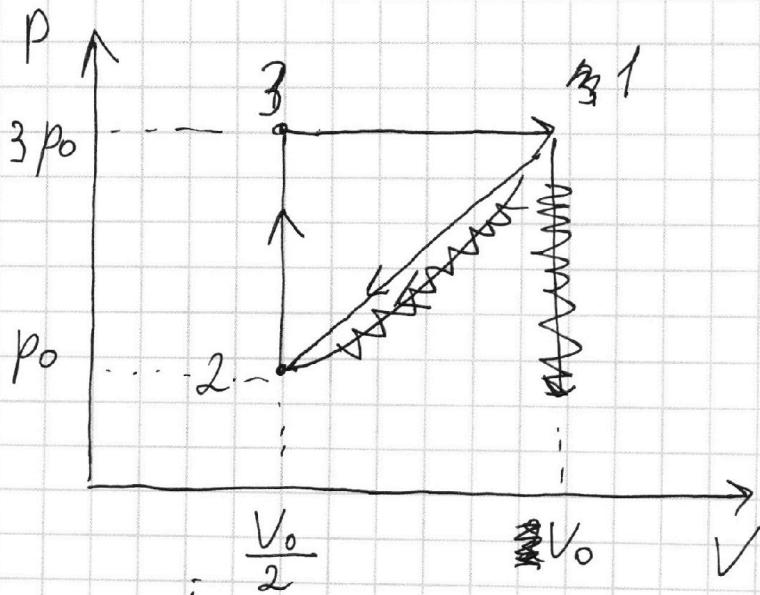
$pV = \vartheta kT$ - состояния идеального газа
yp.

$$p = \frac{\vartheta kT}{\mu}$$

1) процесс 1-3: изобарный, $V_1 > V_3$, т.к. $p_1 = p_3$

процесс 2-3: $p = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const}$,

т.к. $V = \vartheta k \frac{T}{p}$, то $V = \text{const}$, $p_2 < p_3$



т.к. $V \cdot p = m$,

то $p \cdot V = \text{const}$,

т.к. $\frac{p_{23}}{p_1} = 2$,

то $\frac{V_1}{V_3} = 2$

$$U = \frac{i}{2} \vartheta k T \cdot i = 3:$$

$$U = \frac{3}{2} \vartheta k T = \frac{3}{2} pV, \text{ т.к. в точке 2}$$

минимально и давление, и температура,



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

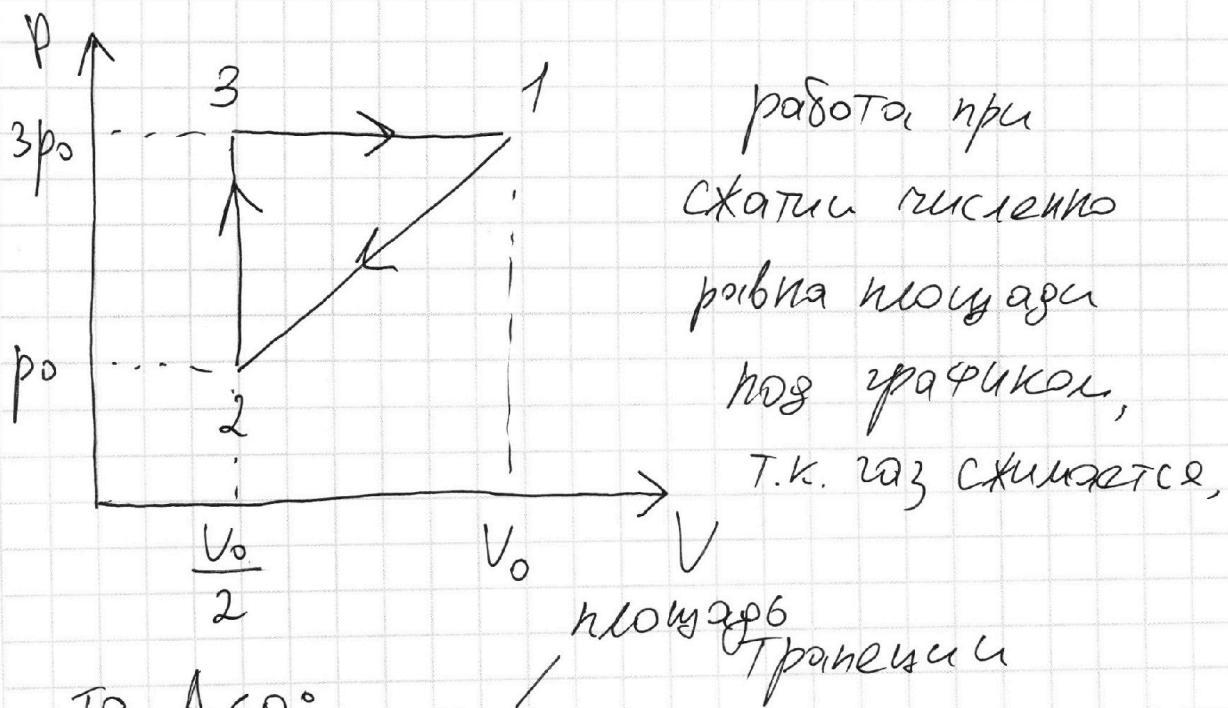
то внутренних энергиях в ней минимальна:

$$U_{min} = \frac{3}{2} \frac{p_0 V_0}{2} = \frac{3 p_0 V_0}{4} \Rightarrow p_0 V_0 = \frac{4}{3} U_{min}$$

для процесса 1-2:

$$P = a + \frac{b}{V} = a + \frac{b}{m} \cdot V, \text{ т.е. } \text{на}$$

PV диаграмме это выражение - прямая
но всякий случай перерисую график:



то A CO:

$$A = \left(V_0 - \frac{V_0}{2} \right) \cdot \frac{p_0 + 3p_0}{2} = -p_0 V_0 = -\frac{4}{3} U_{min} =$$

$$= -2400 \text{ Дж.}$$



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
3 из 4

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

$P = a + \frac{b}{m} \cdot V$, но 2-м тонким восстановившись
a и $\frac{b}{m}$:

$$P = p_0 + 4p_0 \cdot \left(\frac{V_0 - \frac{V_0}{2}}{V_0} \right) = p_0 + 4p_0 \cdot \frac{V - \frac{V_0}{2}}{V_0} = \\ = 4p_0 \cdot \frac{V}{V_0} - p_0 = p_0 \left(\frac{4V}{V_0} - 1 \right),$$

$$\text{т.е. } a = -p_0; \frac{b}{m} = \frac{4p_0}{V_0}$$

но 1-му налагу термодинамики:

$$\delta Q = \delta U + \delta A$$

$$\delta U = \frac{3}{2} \vartheta k_B T \quad \delta A = P \cdot dV$$

~~$$\frac{\partial U}{\partial T} = C_V, \frac{\partial A}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} - P = C_V - P$$~~

$$PV = \vartheta RT$$

$$dp \cdot V + dV \cdot p = \vartheta R dT$$

$$dp = p_0 \cdot \frac{4dV}{V_0}$$

$$dV \left(p + \frac{4p_0 \cdot V}{V_0} \right) = \vartheta R dT$$

$$pdV = A = \frac{\vartheta R dT}{1 + \frac{4p_0 V}{p_0 V_0}}, b \text{ тонкое 2}$$

$$P = p_0; V = \frac{V_0}{2} \Rightarrow A = \frac{\vartheta R dT}{1 + 2} = \frac{\vartheta R dT}{3}$$



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

СТРАНИЦА
Ч ИЗ Ч

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!

$$Q = \frac{3}{2} \vartheta R \Delta T + \frac{\vartheta k_B T}{3} = \frac{11}{6} \vartheta R \Delta T, \text{ при}$$

$$\vartheta = 1 \text{ Моль: } |8Q| = \frac{11}{6} \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

$$8,31 \text{ Дж} / 6 \approx 1,4 \text{ Дж}$$

$$|8Q| \approx 11 \cdot 1,4 \text{ Дж} = 15,4 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = -2400 \text{ Дж}$, $Q \approx 15,4 \text{ Дж}$

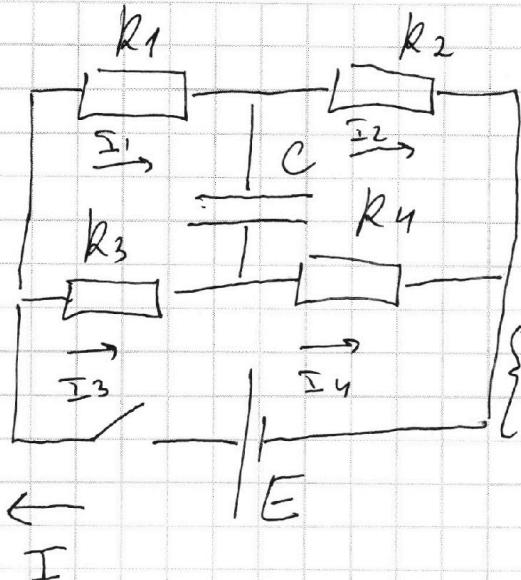


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



т.к. б. наше

конденсатор не

заряжен, то $U_C = 0$,

$$\begin{cases} I_1, R_1 = I_3, R_3; \\ I_1 + I_3 = I; \end{cases}$$

$$I_1 + I_1 \cdot \frac{R_1}{R_3} = I \Rightarrow I_1 = \frac{I \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \frac{3I}{4}$$

$$I_3 = \frac{I}{4}, \text{ аналогично: } \begin{cases} I_2 R_2 = I_4 R_4 \\ I_2 + I_4 = I \end{cases}$$

$$I_2 = \frac{I \cdot R_4}{R_2 + R_4} = \frac{I}{3} \Rightarrow I_4 = \frac{2I}{3}$$

$$E = I_1 R_1 + I_2 R_2 = I \left(\frac{3R_1}{4} + \frac{2R_2}{3} \right)$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{\frac{3R_1}{4} + \frac{2R_2}{3}} = \frac{E}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}} = \frac{75V}{0.125 \left(\frac{12}{8} + \frac{32}{12} \right)} = \\ &= A \cdot \frac{75}{\frac{36+64}{24}} = A \cdot \frac{75}{100} \cdot 24 = 18A \end{aligned}$$

$$P = UI = I^2 R$$



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

Мощность, выделяемая на резисторах сразу после включения:

$$P_1 = \frac{9}{16} I^2 \cdot R_1 = \frac{9}{8} I^2 \cdot \Omega \text{н}$$

$$P_2 = \frac{I^2}{9} \cdot R_2 = \frac{8}{9} I^2 \cdot \Omega \text{н}$$

$$P_3 = \frac{I^2}{16} \cdot R_3 = \frac{3}{8} I^2 \cdot \Omega \text{н}$$

$$P_4 = \frac{4I^2}{9} \cdot R_4 = \frac{16}{9} I^2 \cdot \Omega \text{н}$$

Наибольшая мощность выделяется на 4-м резисторе и равна:

$$P_4 = \frac{16}{9} I^2 \cdot R_4 = \frac{16}{9} \cdot 18^2 = 2 \cdot 16 \cdot 18 = 9 \cdot 2^6 = \\ = 9 \cdot 64 = 576 \text{ Вт.}$$

Скорость зарядки конденсатора

рабка „току“ через него в час. может.

$$\text{Время. } \frac{\Delta Q}{\Delta t} = I_C = |I_2 - I_1| = | \frac{1}{3} - \frac{3}{4} | = \\ = | \frac{5}{12} | = 4,5 \text{ А}$$

Ответ: 1) $I = 18 \text{ А}$, 2) $P_{\max} = P_4 = 576 \text{ Вт}$,

$$3) \frac{\Delta Q}{\Delta t} = I_C = 4,5 \text{ А.}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

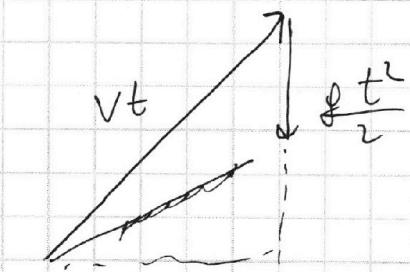
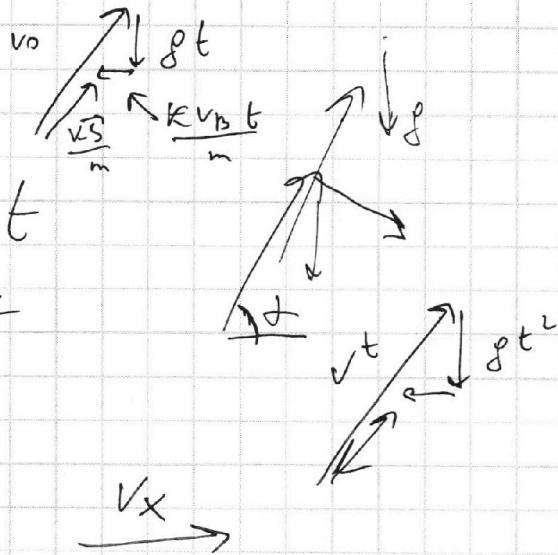
$$a_x = -k(v_x + v_b)$$

$$v_x \approx -k$$

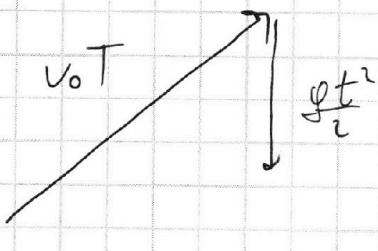
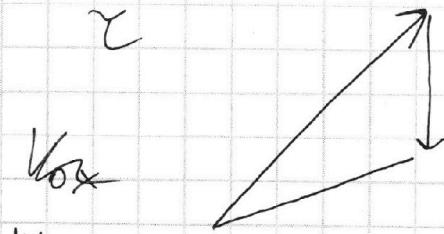
$$v_{x0} v_x - v_{x0} = -kx - kv_b t$$

$$v_{ix} = v_{ox} - \frac{kx}{m} - \frac{kv_b t}{m}$$

$$v_{iy} = v_{oy} - gt - \frac{k}{m} y$$



$$a_x = -k(v_x + v_b)$$



$$v_i - v_0 = -kx - kv_b \cdot t$$

$$v_i = v_0 - kv_b \cdot t$$

$$v_i = v_0 - \frac{g}{2} t - ky$$

$$k \geq v_0$$

$$y = \frac{v_0 - v_i - gt}{k}$$

$$\delta p \quad \vec{\Delta v} = -\frac{k}{m} \vec{s}$$

$$F = -k \vec{v} \quad -\frac{kv_b t}{m} \quad -\frac{k \vec{s}}{m}$$



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.

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!

