



**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 $V_1 = 10 \text{ м/с}$ и $V_2 = 8 \text{ м/с}$. В процессе сближения ускорения материальных точек $a_1 = 0,4 \text{ м/с}^2$ и $a_2 = 0,2 \text{ м/с}^2$ постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

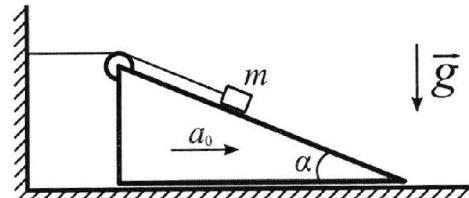
- При каком наименьшем начальном расстоянии L между точками не произойдет столкновения точек в процессе движения?
- Найдите показание T часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при $t = 0$ расстояние между точками было равно L .
- Найдите длину S_1 пути, пройденного первой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

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

- Найдите $t g \alpha$, здесь α – угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.
- Найдите модуль V_0 начальной скорости мяча. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $T = 3,2 \text{ с}$ 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 $\vec{F}_{\text{сопр}} = -k \cdot \vec{V}_{\text{отн}}$, где k – коэффициент пропорциональности, постоянная величина, $\vec{V}_{\text{отн}}$ – скорость мяча относительно воздушного потока.
- Клин с углом $\alpha = 30^\circ$ при вершине движется с ускорением $a_0 = 3 \text{ м/с}^2$ по горизонтальному столу (см. рис.). По гладкой наклонной плоскости клина скользит брускок массы $m = 0,4 \text{ кг}$, 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 $H = 20 \text{ см}$? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 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) , где P – давление, ρ – плотность газа. Количество вещества – один моль. В процессе 1-2 давление газа изменяется по закону $P = a + \frac{b}{\rho}$, где 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.

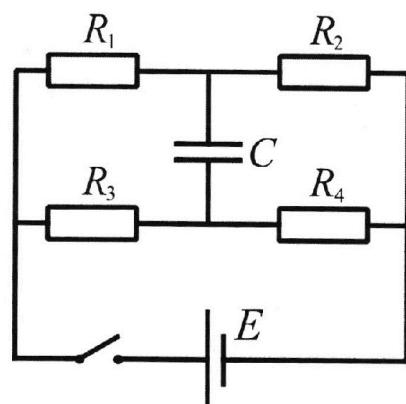
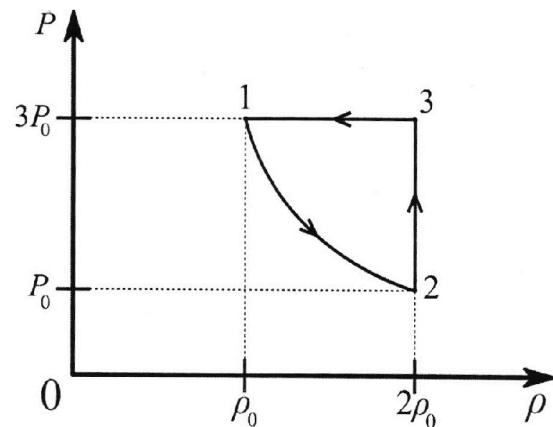
3. Какое количество $|\Delta Q|$ теплоты будет отведено от газа в конце процесса сжатия при уменьшении температуры на $|\Delta T| = 1$ К? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

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**.

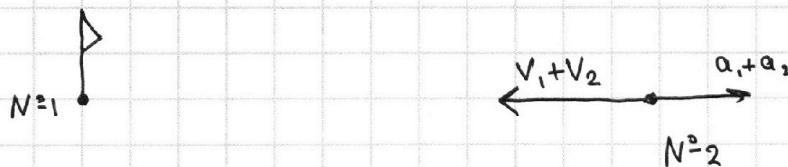
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 10

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!

Задача 1

Перешагив в систему отсчета материальной точки $N^{\circ} 1$ (в этой СО она покантил), а мат. точка номер $N^{\circ} 2$ движется со скоростью $\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$ и ускорением $\vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_2 - \vec{a}_1$)



1) Найти минимальное расстояние, чтобы не произошло столкновение в этой СО равнитах расстояния, которое проходит мат. точка $N^{\circ} 2$ до остановки. Остановка произойдет в момент времени $T = \frac{V_1 + V_2}{a_1 + a_2}$. (т.к в этот момент у точки $N^{\circ} 2$ в этой СО будет нулевая скорость)

$$\text{Для нахождения расстояния } L \text{ воспользуемся безвременной формулой } S = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2a} \Rightarrow L = \frac{(V_1 + V_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{(18 \text{ м})^2}{2 \cdot 0,6 \text{ м/с}^2} = 270 \text{ м}$$

2) А время T , как указано выше в решении равно $\frac{V_1 + V_2}{a_1 + a_2} = 30 \text{ с}$

3) Найдем для начала время движения мат. 1 до остановки в исходной системе отсчета. Это время равно $\frac{V_1}{a_1} = 25 \text{ с}$.

Путь до остановки равен $\frac{V_1^2}{2a_1}$, но еще он будет двигаться в течение времени $T - \frac{V_1}{a_1} = 5 \text{ с}$ с ускорением a_1 , с 0-ой начальной скоростью. и пройдет еще расстояние $\frac{a_1}{2} \cdot \left(T - \frac{V_1}{a_1}\right)^2$

$$\text{Подставляем } \text{для } S_1 = \frac{V_1^2}{2a_1} + \frac{a_1}{2} \left(\frac{V_1 + V_2}{a_1 + a_2} - \frac{V_1}{a_1} \right)^2 = 130 \text{ м}$$

Ответ:

$$L = \frac{(V_1 + V_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = 270 \text{ м} ; \quad S = \frac{V_1^2}{2a_1} + \frac{a_1 \left(\frac{V_1 + V_2}{a_1 + a_2} - \frac{V_1}{a_1} \right)^2}{2} = 130 \text{ м}$$

$$T = \frac{V_1 + V_2}{a_1 + a_2} = 30 \text{ с} ;$$



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"/> 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
7 ИЗ 10

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!

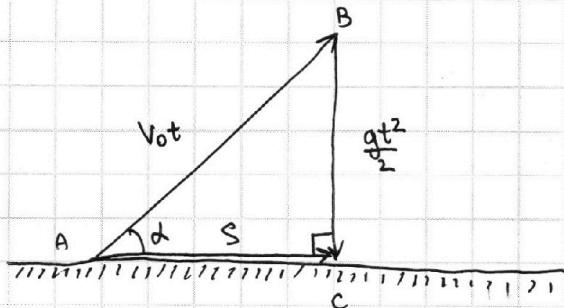
Задача 2

$t = 4\text{c}$

$$\vec{s}(t) = \vec{v}_0 t + \vec{g} \frac{t^2}{2}, \|\vec{v}(t)\| = \text{const} = v_0 \Rightarrow \vec{s}(t) = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}, \text{ где}$$

\vec{s} - вектор перемещения.

Маркируем векторный треугольник перемещений:



$\triangle ABC$ - прямоугольный

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{gt^2}{2S} = \frac{BC}{AC} = \frac{10 \cdot 16}{120} = \frac{4}{3}$$

$$1) \tan \alpha = \frac{4}{3}$$

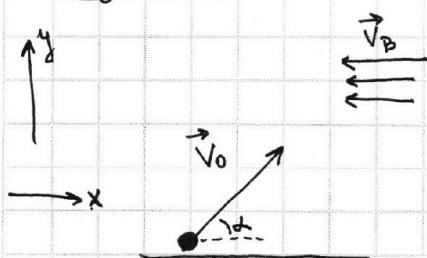
Теперь потребуется заменить, что если $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$, то $\sin \alpha = \frac{4}{5}$
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$

$$2) \cos \alpha = \frac{S}{v_0 t} = \frac{3}{5} \Rightarrow v_0 = \frac{5S}{3t} = \frac{5 \cdot 60}{3 \cdot 4} \text{ m/c} = 25 \text{ m/c}$$

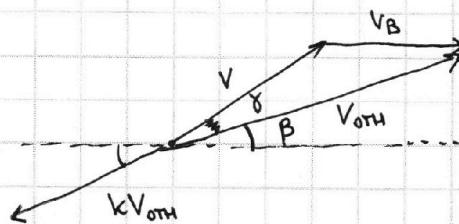
$$2) v_0 = 25 \text{ m/c}$$

Пункт 3

$T = 3.2\text{c}$



В системе отсчета ветра $\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_0 - \vec{V}_B$:



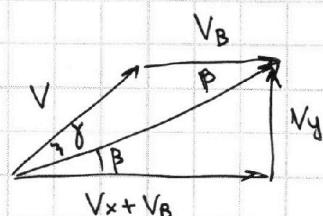
Второй Закон Ньютона: $(0x)$

$$m \frac{dV_x}{dt} = -k V_{\text{отн}} \cos \beta$$

Второй Закон Ньютона: $(0y)$

$$m \frac{dV_y}{dt} = -mg - k V_{\text{отн}} \sin \beta$$

Теперь заменим, что $V_{\text{отн}} \sin \beta = V_y$, а $V_{\text{отн}} \cos \beta = V_x + V_B$



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.

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

СТРАНИЦА
8 ИЗ 10

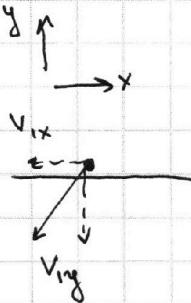
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Работаем с Oy :

$$m \frac{dv_y}{dt} = -mg - kV_y \quad | \cdot dt \Rightarrow m dv_y = -mg dt - kV_y dt$$

но $V_y \cdot dt = dy$ $\sum dy = 0$, т.к. мяч вернулся в ту же точку.

$$\Rightarrow m \sum dy = -mg \sum t - k \sum dy \Rightarrow m(V_{iy} - V_{oy}) = -mgT$$



$$V_{iy} = V_0 \sin \theta - gT = \frac{4}{5}V_0 - gT = -12 \text{ м/с}, \text{ что}$$

свидетельствует, что скорость направлена вниз

Возвращение к второму закону Ньютона

$$m \Delta V_x = -k(V_x + V_B) \Delta t \Rightarrow \frac{\Delta V_x}{\Delta V_y} = \frac{V_x + V_B}{V_y + \frac{mg}{k}}$$

$$m \Delta V_y = -(KV_y + mg) \Delta t$$

Теперь заменим, что $V_B = \text{const}$, $\frac{mg}{k} = \text{const}$

$$\Rightarrow \Delta(V_x + V_B) = \Delta V_x, \text{ а } \Delta(V_y + \frac{mg}{k}) = \Delta V_y \Rightarrow \frac{\Delta(V_x + V_B)}{\Delta(V_y + \frac{mg}{k})} = \frac{V_x + V_B}{V_y + \frac{mg}{k}}$$

Поменяв свою форму $\frac{\Delta A}{\Delta B} = \frac{A}{B} \Rightarrow \boxed{\frac{A}{B} = \text{const}}$; $\frac{A + \Delta A}{B + \Delta B} = \frac{A + \frac{A}{B} \Delta B}{B + \Delta B} =$

$$= \frac{\cancel{A} \left(1 + \frac{\Delta B}{B}\right)}{\cancel{B} \left(1 + \frac{\Delta B}{B}\right)} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_x + V_B}{V_y + \frac{mg}{k}} = \text{const}, \text{ в начальный момент}$$

$$V_x = V_0 \cos \theta; V_y = V_0 \sin \theta \Rightarrow \frac{V_0 \cos \theta + V_B}{V_0 \sin \theta + \frac{mg}{k}} = \frac{V_{ix} + V_B}{V_{iy} + \frac{mg}{k}}$$

$$\Rightarrow V_0 \cos \theta \left(V_{iy} + \frac{mg}{k} \right) + V_B \left(V_{iy} + \frac{mg}{k} \right) = V_{ix} \left(V_0 \sin \theta + \frac{mg}{k} \right) + V_B \left(V_0 \sin \theta + \frac{mg}{k} \right)$$

$$\Rightarrow V_B \left(V_0 \sin \theta - V_{iy} \right) = V_0 \cos \theta \left(V_{iy} + \frac{mg}{k} \right) - V_{ix} \left(V_0 \sin \theta + \frac{mg}{k} \right)$$

Второй закон Ньютона по оси X прошущим

$$m(V_{ix} - V_{icos \theta}) = -kV_B T + (-k \sum dx), \text{ также } \sum dx = 0, \text{ т.к.}$$

$$\text{мяч вернулся в ту же точку} \Rightarrow V_B = \frac{m(V_{icos \theta} - V_{ix})}{kT}$$



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

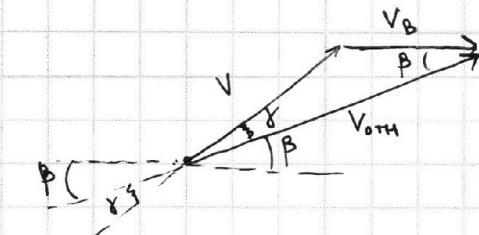
СТРАНИЦА
9 ИЗ 10

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!

Задача 2 (погонище)

$$\frac{m(V_{0\cos\alpha} - V_{ix})}{kT} (V_{0\sin\alpha} - V_{iy}) = V_{0\cos\alpha} \left(V_{iy} + \frac{mg}{K} \right) - V_{ix} \left(V_{0\sin\alpha} + \frac{mg}{K} \right)$$

Это не является быт здравии к и м, Тони быт в
Попробует помочь землемерную работу



$$m \ddot{V}_x = -k(V_x + V_B)$$

$$\Rightarrow m \ddot{V}_x = -k \dot{V}_x$$

$$mV_y = -kV_y - mg$$

$$\Rightarrow m\ddot{v}_y = -k\dot{v}_y$$

$$\frac{\dot{V}_x}{\dot{V}_y} = \frac{\dot{V}_x}{\dot{V}_{cy}}$$

$$\Delta F_{\text{con}} = -V_A t \cos y \cdot k (V \cos y + V_B \cos \beta) - \text{manetizatsjia}$$

Th. corycobs:

$$\frac{V_B}{\sin \gamma} = \frac{V}{\sin B} \Rightarrow V_B = V \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin B} \Rightarrow \cancel{\text{fcor}}$$

$$V_{1y} = -12 \text{ m/s}; \quad V_1 = \sqrt{V_{1y}^2 + V_{1x}^2}$$

Если же ω -таки в задаче дана одна маня цвентна, то V_x -выражается
из басмого уравнения сверху.



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
10 ИЗ 10

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!



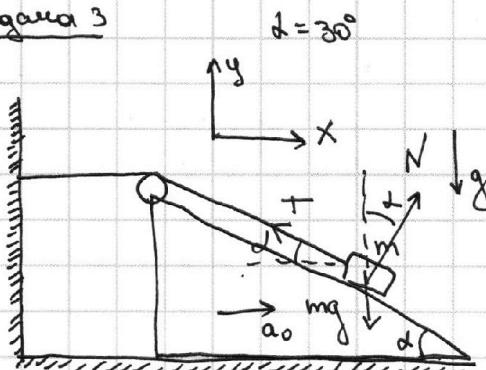
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
2 ИЗ 10

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!

Задача 3



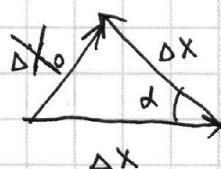
Вспомогательные методы решения:
за время Δt перемещение на $a_0 \Delta t^2 / 2$

Подение смещение пружина на два участка:

- по горизонтали вспомогательная
- вдоль поверхности клина

Смотрите рисунок:

$$\Delta X = \frac{a_0 \Delta t^2}{2}$$



При смещении с клином на ΔX , пружине
должен пройти вдоль поверхности клина
также на ΔX ввиду перекатывания
клина

Теорема Кошикуль для ускорений, т.к. $\Delta \ddot{X} = a_0$

$$a^2 = a_0^2 + a_0^2 - 2a_0 \cdot a_0 \cdot \cos\theta \Rightarrow a = a_0 \sqrt{2 - 2\cos\theta}$$

1) $a_y = \Delta \ddot{X} \cdot \sin\theta = a_0 \sin\theta$ (см. рисунок выше)

$$H = \frac{a_y \tau^2}{2} = \frac{a_0 \sin\theta \tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_0 \sin\theta}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{3 \cdot 0,5 \text{ м}^2/\text{s}^2}} = \sqrt{\frac{8}{30}} \text{ с}$$

Получим $\tau \approx 0,5 \text{ с}$ (разрешена погрешность 10%)

2) Как было сказано ранее $a = a_0 \sqrt{2(1-\cos\theta)}$. Тогда $a \approx 1,6 \text{ м}/\text{s}^2$
(разрешена погрешность 10%)

3) Рассставим силы действующие на брускок: \vec{mg} , \vec{T} , \vec{N} , где T -нормаль
записем второй зак. Ньютона на оси X и y .

$$max = N \sin\theta - T \cos\theta, \text{ где } a_x = a_0 (1 - \cos\theta); a_y = a_0 \sin\theta$$

$$may = N \cos\theta + T \sin\theta - mg$$

Домножим первое уравнение на $\cos\theta$, второе на $\sin\theta$, чтобы избавиться от T : $max \sin\theta + may \cos\theta = N(\sin^2\theta + \cos^2\theta) - mg \cos\theta$

$$\Rightarrow N = mg \cos\theta + m(a_0(1 - \cos\theta) \sin\theta + a_0 \sin\theta \cos\theta) = mg \cos\theta + ma_0 \sin\theta \approx 34 \text{ Н}$$

$$\text{Отвем: } \tau \approx 0,5 \text{ с}; a \approx 1,6 \text{ м}/\text{s}^2; N \approx 34 \text{ Н}$$

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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 из 10

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!

Задача 4

Закон Капенюка - Менделеева:

$$\Rightarrow P = \left(\frac{m}{V} \right) \cdot \frac{RT}{M} \Rightarrow P = \frac{P_0}{\frac{V_0}{V}} = \frac{m}{V}$$

$i=3$, т.к. газ - однодатчный

$pV = \lambda RT$, где $\lambda = \frac{m}{\mu}$; m - massa газа
 μ - молярная масса газа

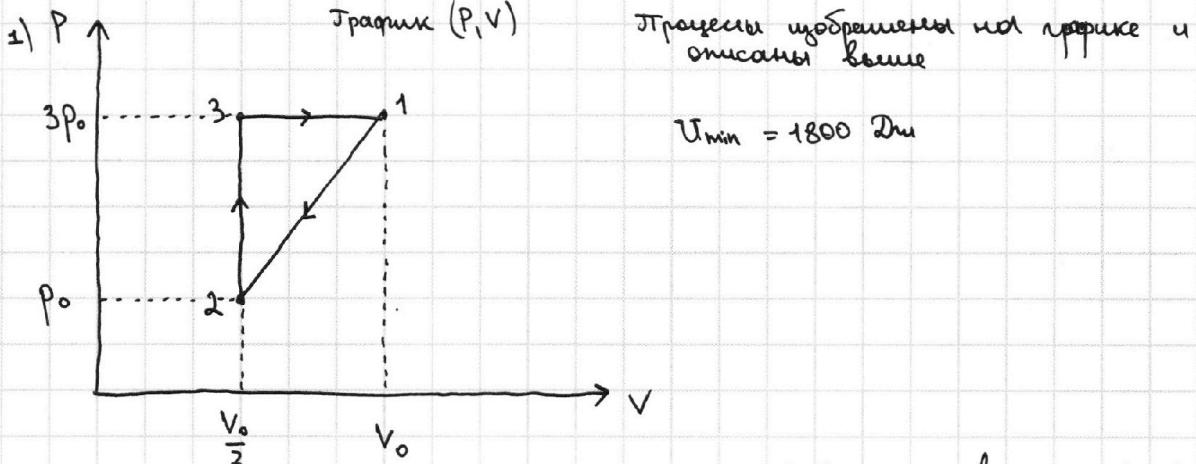
$$\Rightarrow P(p) = a + b \cdot \frac{V}{m} = a + \frac{b}{m} \cdot V. \quad \lambda = \text{const} \Rightarrow m = \text{const}$$

$$\Rightarrow P(V) = a + \frac{b}{m} V \quad P_0 = \frac{m}{V_0}; \quad 2P_0 = \frac{m}{\left(\frac{V_0}{2}\right)} \Rightarrow \text{В точке 2}$$

общий газ равен $\frac{V_0}{2}$; Траектория 1-2 линейная зависимость $P(V)$.

Процессы 2-3: $P=\text{const} \Rightarrow V=\text{const} \Rightarrow$ Процессы 2-3 - изохармы ~~изохармы~~

Процессы 3-1: $P=\text{const} \Rightarrow$ Процессы 3-1 - изобара



2) Считаемо соответствие процесса 1-2. Работа газа в этом случае вычисление $\int p(V)dV$, т.е. площадь под графиком. Фигура - трапеция с основаниями P_0 и $3P_0$, высотой $\frac{V_0}{2}$ $S = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{2} (P_0 + 3P_0) = P_0 V_0 = |A|$

Также понятно, что минимальная внутренняя энергия газа будет в точке 2, т.к. именно там произведение $P \cdot V$ минимально

$$U_{\min} = \frac{3}{2} \left(P_0 \cdot \frac{V_0}{2} \right) = \frac{3}{4} P_0 V_0 \Rightarrow P_0 V_0 = \frac{4}{3} U_{\min} = 2400 \text{ дж}$$

Таким образом \Rightarrow общее изменение и работа отрицательна

$$A = -P_0 V_0 = -2400 \text{ дж}$$

~~Проверка~~

Смотрите продолжение ↓



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
4 ИЗ 10

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!

Задача 4 (продолжение)

Прием, опровергающий приведенные способы, т.е. 1-2 имеют козерогущий характер изменения показателя $\frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{-\Delta p_0}{-\frac{V_0}{2}} = 4 \frac{p_0}{V_0}$

В конечном состоянии объем и давление газа равны $\frac{V_0}{2}$ и p_0

Также справедливо для малых приращений $\Delta T, \Delta V, \Delta P$ следующее равенство: $\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V}$ Доказательство: $PV = \gamma RT$
 $(P+\Delta P)(V_0 + \Delta V) = \gamma R(T + \Delta T)$

Вычитаем и делим обе части на PV . $\boxed{\Delta V < 0}$

$$|\Delta Q| = |\Delta U + \Delta A| = \left| -\frac{3}{2} \gamma R \Delta T + p_0 \Delta V \right| = |p_0 \Delta V| + \left| \frac{3}{2} \gamma R \Delta T \right|$$

$$\Delta P = 4p_0 \frac{\Delta V}{V_0} \quad \text{Подставим: } \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{4 \frac{p_0 \Delta V}{V_0}}{V_0 p_0} + \frac{\Delta V}{\frac{V_0}{2}} = \frac{6 \Delta V}{V_0}, \text{ где } T_0 - \text{температура}$$

$$\text{тогда газ в точке 2. } p_0 \cdot \frac{V_0}{2} = \gamma R T_0 \Rightarrow \frac{1}{T_0} = \frac{2 \gamma R}{p_0 V_0} \Rightarrow \Delta V = \frac{V_0 \Delta T}{6 T_0}$$

$$\Delta A + \Delta U = p_0 \cdot \frac{V_0 \Delta T}{6} \cdot \frac{2 \gamma R}{p_0 V_0} + \frac{3}{2} \gamma R \Delta T = \left(\frac{1}{3} + \frac{3}{2} \right) \gamma R \Delta T = \frac{11}{6} \gamma R \Delta T$$

$$|\Delta Q| = \frac{11}{6} \gamma R \cdot |\Delta T| = 15,235 \text{ Дж}$$

Ответы: 1) см. рисунок; 2) -2400 Дж; $|\Delta Q| = 15,235 \text{ Дж}$



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

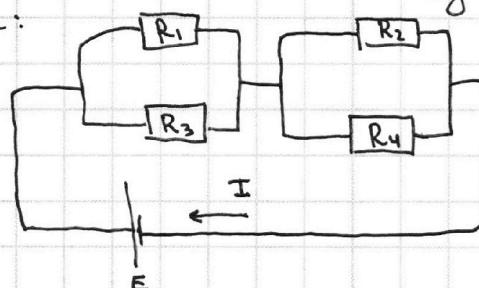
СТРАНИЦА
5 ИЗ 10

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!

Задача 5

Так как заряд конденсатора в начальный момент нулевой, то он представляет собой контур нулевого сопротивления, поэтому его можно заменить на провод (в начальный момент

Позитиву зберігаємо від середньої норми залишкового кисню
вимірювати:



$$R_s = 20 \text{ m}$$

$$f_2 = g_{\text{Dm}}$$

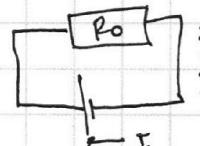
$$R_3 = 6 \text{ } \Omega_m$$

$$R_y = 40\text{m}$$

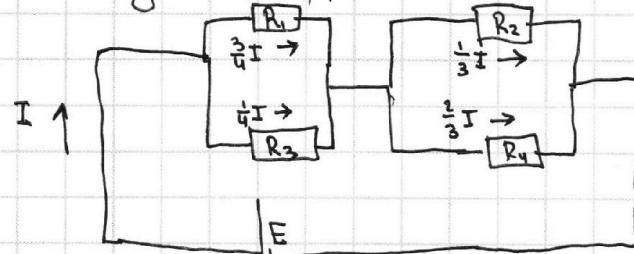
эквивалентное сопротивление ячейки: $R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$

$$\text{Возьмем } R_0: \quad R_0 = \frac{2 \cdot 6}{8} \Omega_M + \frac{8 \cdot 4}{12} \Omega_M = \frac{25}{6} \Omega_M \quad R_1 + R_3 \quad R_2 + R_4$$

$$1) \quad I = \frac{E}{R_0} = \frac{75}{\frac{25}{3}} \text{ A} = 18 \text{ A} \quad \left\{ \text{Ergebnis stimmt überein} \right.$$



2) Напиши схему все pay , начиная с токи на регистрах:



$$I_{R_1} = I - \frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{3}{4} I ; \quad I_{R_3} = I - I_{R_1} = \frac{1}{4} I$$

$$I_{R_2} = I \frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{3} I; \quad I_{R_4} = I - I_{R_2} = \frac{2}{3} I$$

Такие заявления, что напряжения на резисторах 1 и 3 одинаковы так же как и на резисторах 2 и 4, потому что 4 вариантов максимальной мощности симметрия только два варианта - где ток больше $I_{R_1} > I_{R_2}$ и $I_{R_1} > I_{R_3}$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
6 ИЗ 10

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_{R_1} - мощность на резисторе R_1 .

P_{R_4} - мощность на резисторе R_4 .

$$P_{R_1} = U_{R_1} I_{R_1} = I_{R_1}^2 \cdot R_1 ; P_{R_4} = I_{R_4}^2 \cdot R_4$$

Вычислим P_{R_1} и P_{R_4} :

$$P_{R_1} = \left(\frac{3}{4}I\right)^2 R_1 = \frac{9I^2 R_1}{16} = 364,5 \text{ Вт}$$

$$P_{R_4} = \left(\frac{2}{3}I\right)^2 R_4 = \frac{4I^2 R_4}{9} = 576 \text{ Вт}$$

$$P_{R_4} > P_{R_1}$$

→ Максимальная мощность, развиваемая на резисторе, будет выделяться на R_4 . Она равна $P_{MAX} = 576 \text{ Вт}$

3) $\Delta Q = I_K \Delta t$, где I_K - ток через конденсатор

→ $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = I_K$. То есть нужно найти ток через конденсатор сразу после замыкания клемм. Это правило Кирхгофа: сумма втекающих токов равна сумме вытекающих токов получим, что I_K течет вниз и равен $I_{R_1} - I_{R_2} = \frac{3}{4}I - \frac{1}{3}I = \frac{5}{12}I = 7,5 \text{ А}$

$$I_K = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = 7,5 \text{ А}$$

Ответы: 1) $I = 18 \text{ А}$; 2) $P_{MAX} = 576 \text{ Вт}$; $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 7,5 \text{ А}$

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**.



- 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!

80 - 32

$$\frac{m dv_x}{dt} = -k dx - k V_B dt$$

$$\frac{m dv_x}{dt} = -k(V_x + V_B)$$

$$V_x = \text{const}$$

$$\frac{dp}{dv} = \frac{4p_0}{V_0}$$

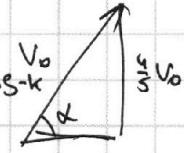
$$g = \text{const}$$

$$\frac{\Delta V_x}{\Delta g} = \frac{\Delta p}{p_0} + \frac{2\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta T}{T_0}; \quad \frac{6\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta T}{T_0}; \quad \Delta T = \frac{V_0 \Delta T}{6T_0}$$

$$m dv_x = -k dx - k V_B dt$$

$$p = \frac{m}{V}$$

$$m(V_{BIX} - V_{ox}) = \frac{1}{3} S \cdot k$$



$$\sin \alpha$$

$$1 + \frac{1}{6g^2 k} = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$1 + \frac{9}{16}$$

$$= 16000$$

$$\frac{3}{2} \frac{p_0 V_0}{4} = U_{min} \frac{U_0}{4} \cdot 4p_0 = p_0 V_0$$

$$\frac{4}{3} U_{min}$$

$$T_0 = \frac{p_0 \cdot V_0}{2JR} \Rightarrow \Delta V = \Delta T \frac{V_0}{6 \cdot p_0 V_0} 2JR = \frac{JR \Delta T}{3p_0} \quad p_0 \Delta V = \frac{1}{3} JR \Delta T$$

$$\frac{3}{2} \frac{JR \Delta T}{2} + \frac{1}{3} JR \Delta T$$

$$\sum \frac{V_x + V_B}{p} = 1$$

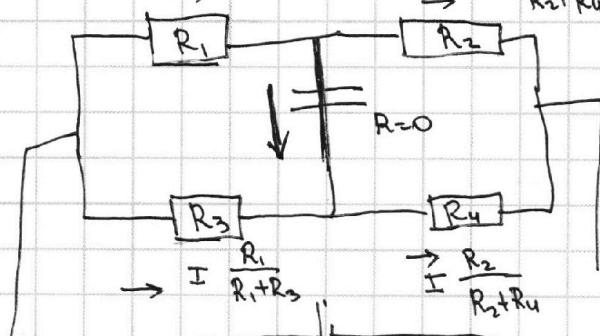
$$\frac{R_3}{R_1+R_3} + \frac{2}{6} = \frac{11}{6}$$

$$R_1 = 20M$$

$$R_2 = 80M$$

$$\frac{11}{6} \frac{16}{18} R_3 = 60M$$

$$R_4 = 40M$$



$$I_{coll} = I \left(\frac{R_1}{R_1+R_3} - \frac{R_2}{R_2+R_4} \right)$$

$$\frac{2}{2+6} - \frac{8}{8+4} = \frac{1}{4} - \frac{2}{3}$$

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1+R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2+R_4}$$

$$\frac{2 \cdot 6}{2+6} + \frac{8 \cdot 4}{8+4} = \frac{12}{8} + \frac{32}{12} = \frac{3}{2} + \frac{8}{3}$$

$$\sum \frac{V_x + V_B}{p} = 1$$

$$V_{at} \cdot$$

$$\frac{V_B + V_{000}}{p} = 1$$

$$A = V_{at} \frac{V_{000} + V_{000}}{p}$$

$$A = \frac{V_{000} + V_{000}}{p}$$

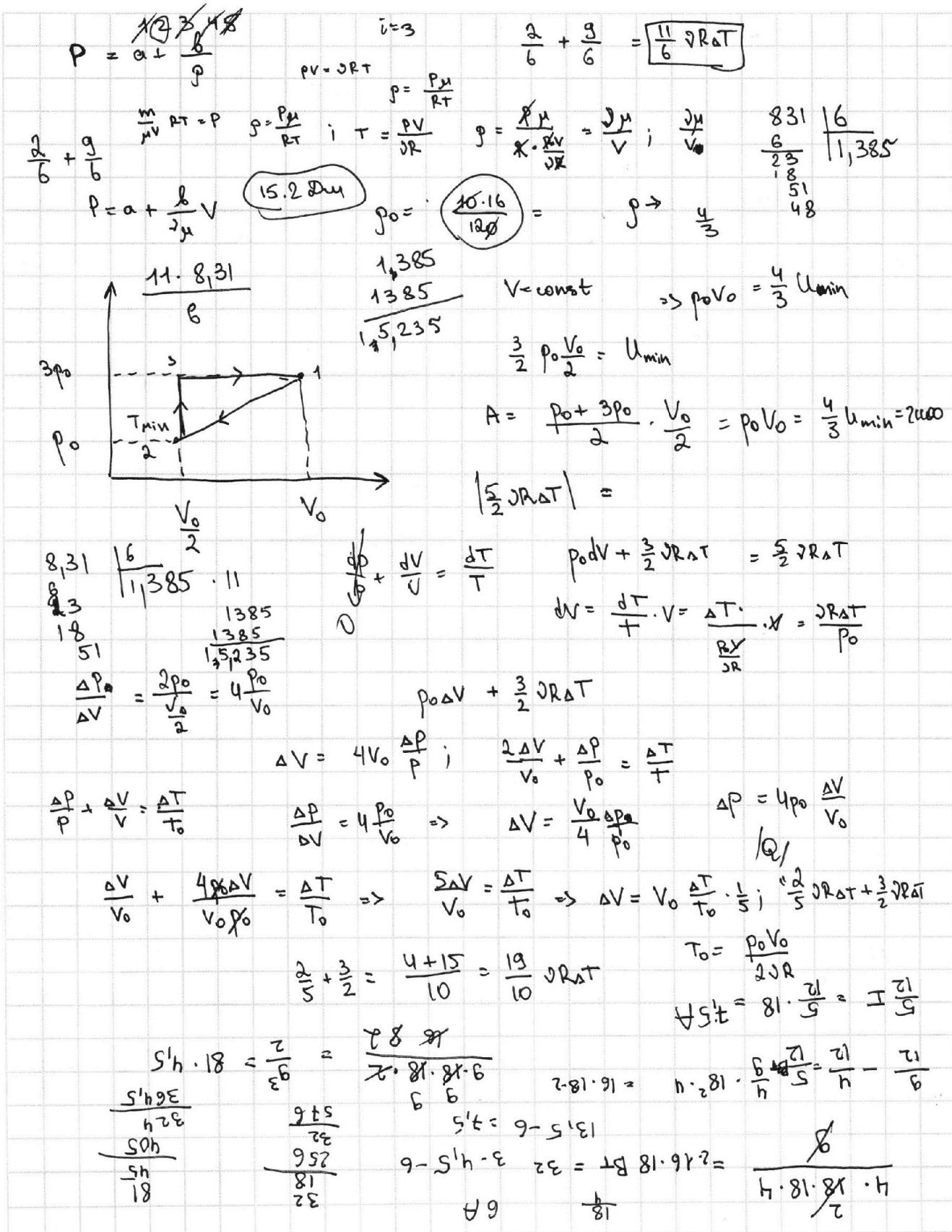


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

$N^{\circ} 1$ $\frac{u}{12}$ v_1 a_1 $L = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2a_1 + 2a_2}$ v_2 a_2

$\frac{6}{8} = \frac{3}{4} I$

8 со 3:

$L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)}$; $T = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2}$; $T_{\text{окт}} = \frac{v_1}{a_1} = \frac{10}{4} = 25 \text{ c}$

$T = \frac{18 \text{ m/c}}{0,6} = 30 \text{ c}$; $S = \frac{v_1^2}{2a_1} + \frac{a_1}{2} \left(\frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} - \frac{v_1}{a_1} \right)^2$

$\frac{10^2}{8} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ m}$ $\frac{0,2 \cdot 5^2}{2} = 2,5 \text{ m}$

$\frac{(10+8)^2}{2 \cdot 0,6} = \frac{18 \cdot 18 \cdot 10}{2 \cdot 8} = 15 \cdot 18$ $\frac{18 \cdot 18 \cdot 10}{2 \cdot 6} = \frac{18}{270}$ $150 + 8 \cdot 15$

$\frac{10}{4} = 25$ $\frac{18 \text{ m/c}}{8} \cdot 10$

$S = \frac{5 \cdot 5}{2} \cdot 0,4 + \frac{10^2}{2 \cdot 0,4} = \frac{1000}{8} + \frac{5 \cdot 5 \cdot 0,4}{2} = 125 + 5 < 130 \text{ m}$

$N^{\circ} 2$

α $v_0 t$ $\frac{g t^2}{2}$ s

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{gt^2}{2s} = \frac{10 \cdot 4 \cdot 4}{2 \cdot 60} = \frac{16}{12}$

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$

$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5} = \frac{3}{\sqrt{10}}$

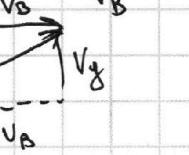
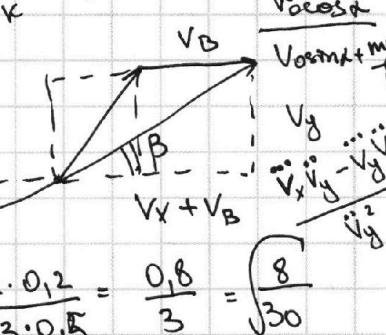
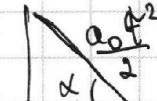
$\Rightarrow S = \frac{3}{5} v_0 t = V_0 = \frac{5S}{3t} = \frac{25}{9} \cdot \frac{5 \cdot 60}{12} = 25 \text{ m/c}$



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

СТРАНИЦА
— 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!

$40 \cdot 0,7 + 6 = 28 + 6 = 34 \text{ H}$ $\frac{3}{2} + \frac{8}{3} = \frac{17}{6}$

 $m\ddot{a} = m\vec{g} - k(\vec{V} - \vec{V}_B)$
 $\sqrt{2-\sqrt{3}} = \sqrt{0,27}$
 $\frac{2 \cdot 6}{2+6} + \frac{8 \cdot 4}{12} = \frac{12}{8} + \frac{32}{12}$
 $I = \frac{25}{25} \cdot 6 = 18 \text{ A}$
 $0,7 \cdot 40 + 12 \cdot \frac{1}{2}$
 $m \frac{dV_x}{dt} = -k(V_x + V_B) \Rightarrow m dV_x = -kdx - kV_B dt$
 $m \frac{dV_y}{dt} = -mg - kV_y \Rightarrow m dV_y = -mgdt - kdy$
 $m(V_x - V_{0\cos\alpha}) = -kV_B t$
 $\frac{0,4}{\frac{3}{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{30}}; \frac{2 \cdot 1,4}{5,5} \cdot \frac{2,8}{5,5}$
 $6 + 28$
 $m(V_y - V_{0\sin\alpha}) = -mg t$
 $V_{0\cos\alpha} \frac{mg}{k} = V_x V_{0\sin\alpha} + V_x \frac{mg}{V_{0\cos\alpha}}$
 $V_{0\cos\alpha} = \frac{V_x V_{0\sin\alpha} + V_x \frac{mg}{V_{0\cos\alpha}}}{V_{0\sin\alpha} + \frac{mg}{k}}$
 $V_x = \frac{mg}{k} V_{0\cos\alpha}$
 $m \frac{dV_x}{dt} = -k \frac{V_{0\sin\alpha} + \frac{mg}{k} \sqrt{(V_y)^2 + (V_x + V_B)^2}}{250} \cdot \cos\alpha$
 2604

 $\frac{2 \cdot 0,2}{3 \cdot 0,5} = \frac{0,8}{3} = \frac{8}{30}$
 $m \frac{dV_y}{dt} = -kV_y - mg dt$
 $\frac{53}{159} = 0,34$
 $0,27 + 26,5 = 27$
 $\frac{0,8}{3} \sin\alpha = H$
 $\Rightarrow r = \sqrt{\frac{2H}{a \cos\alpha}} = \frac{2 \cdot 0,2}{3 \cdot 0,5} = \frac{2}{3}$
 $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{30}}$
 H

 $\frac{dV_x}{dt} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
 $\Delta x =$
 $90 - \frac{\alpha}{2}$
 $\frac{0,8}{3}$
 $\sqrt{2a^2 - 2a^2 \cos\alpha} = a \sqrt{2(1-\cos\alpha)}$
 $3 \cdot \sqrt{2-1,73} = 3 \cdot \sqrt{0,27}$
 $\frac{525}{1575}$
 $T \sin\alpha + N \cos\alpha - mg = ma \cdot \cos\alpha$
 $N \sin\alpha - T \cos\alpha = ma \cdot \sin\alpha$
 $N - mg \cos\alpha = m(a \sin\alpha(1-\cos\alpha) + a \sin\alpha \cdot \cos\alpha)$
 $N - mg \cos\alpha = m a \sin\alpha$
 $N = ma \sin\alpha + mg \cos\alpha$
