



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.

1. При каком наименьшем начальном расстоянии L между точками не произойдет столкновения точек в процессе движения?

2. Найдите показание T часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при $t = 0$ расстояние между точками было равно L .

3. 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.

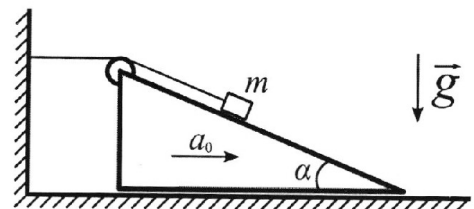
1. Найдите $tg\alpha$, здесь α – угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.

2. 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 .

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



1. За какое время τ после начала движения брусок переместится по вертикали на $H = 20$ см? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

2. Найдите модуль a ускорения бруска в лабораторной системе отсчета.

3. Найдите модуль N силы, с которой клин действует на брусок.



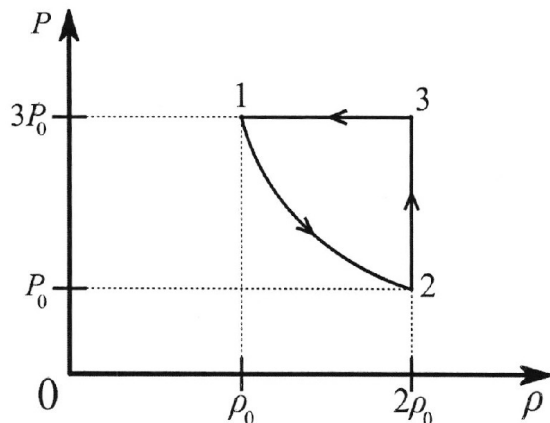
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



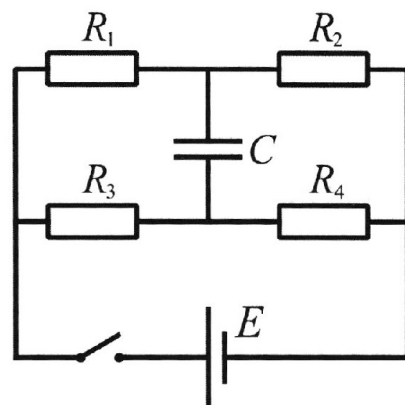
1. Постройте график процесса в координатах (P, V) .

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?

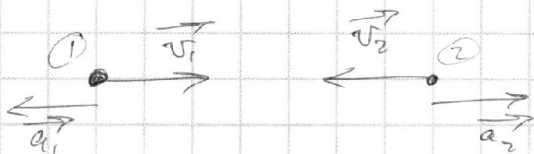


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

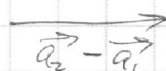
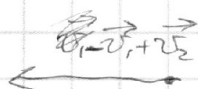
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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



Перейдем в систему отсчета, связанную с 1-ой точкой.



В начальный момент ~~какой~~ точка 2 движется со скоростью, по модулю равной $v_1 + v_2$.

Ускорение 2-й точки противоположно скорости в начальный момент и равно по модулю $a_1 + a_2$.

~~Чтобы найти~~ ~~расстояние~~ При начальном расстоянии L между точками 2-я точка остановится прямо перед точкой 1 и пойдет движение в противоположную сторону.

Найдем расстояние, которое пройдет в данной системе отсчета 2-я точка до остановки

$$L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{18^2}{2 \cdot 0,6} = \frac{3 \cdot 18 \cdot 18}{2 \cdot 0,6} = 270 \text{ м}$$

Найдем время, через которое 2-я точка остановится в данной СО.

$$T = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = \frac{18}{0,6} = 30 \text{ секунд}$$



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



СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Возвращаясь в лабораторную систему отсчёта.

Расстояние, пройденное точкой 1 за время T :

$$S_1 = v_1 T - \frac{a_1 T^2}{2} = 10 \cdot 30 - \frac{0,4 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 300 - 180 = \underline{120 \text{ м}}$$



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.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

Рассмотрим движение по горизонтали

$$v_0 \cos \alpha = v_0$$

Проекция $\vec{v}_0$ на ось x равна $v_0 \cos \alpha$

Проекция $\vec{v}_{от}$ скорости $\vec{v}_{от}$ на ось x равна $v_0 \cos \alpha = v_0$, где v_0 - скорость ветра

В данной СО, чтобы найти

в ту же точку,

~~Д.г.п. на ось ox : $m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -k \frac{\Delta x}{\Delta t}$~~ необходимо, чтобы

целый пролет равенся $v_0 T$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -k \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Продифференцируем все выражения:

$$m \frac{dv}{dt} = -k \frac{dx}{dt}$$

Д.г.п. на ось ox : $ma = -kv$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -k \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Продифференцируем

$$m \frac{dv_{Kx}}{dt} = -k (v_{0x} v_{Kx} - v_0 \cos \alpha - v_{0x}) = k v_0 T$$

$$v_{Kx} = v_{0x} - v_0$$

Удобно. Если человек устал в ту же точку, то в конце его скорость должна быть вертикальной $\Rightarrow$

$\Rightarrow v_1 \neq v_{Kx} = v_{0x}$ Отсюда с помощью преобразований и преобразований: скорость при падении $v_{Kx} = 5 \frac{m}{s}$

$$v_1 = \sqrt{v_{Kx}^2 + v_{Ky}^2} = 13 \frac{m}{s}$$

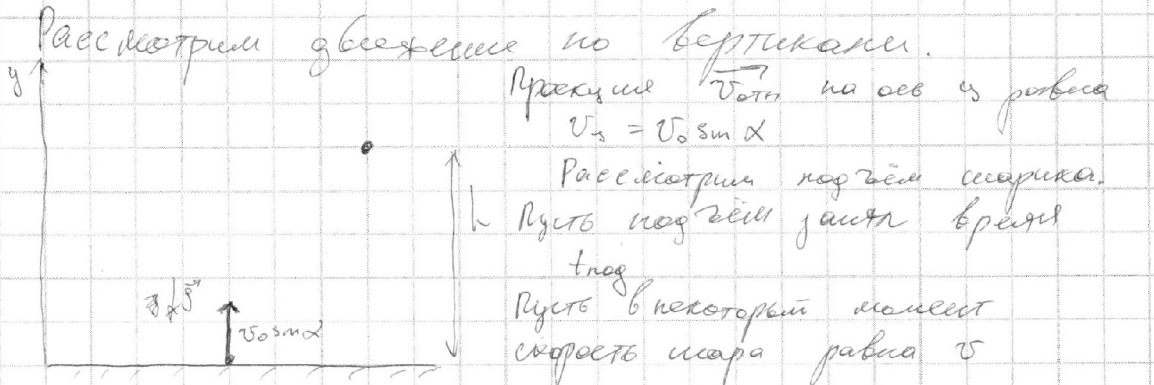


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



И з.Н. на ось Oy: $ma_y = -kv - mg$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{k}{m} \frac{\Delta y}{\Delta t} - g \quad \Delta t \rightarrow 0$$

$\Delta v = -\frac{k}{m} \Delta y - g \Delta t$ Пусть шар падает на малую высоту h
просуммируем все малые изменения $\Delta v, \Delta y, \Delta t$:

$$-v_0 \sin \alpha = -\frac{k}{m} h - g t_{\text{пад}} \Rightarrow \frac{k}{m} h = v_0 \sin \alpha - g t_{\text{пад}}$$

Рассмотрим спуск. Пусть спуск занял время $t_{\text{сп}}$
Пусть у земли имеет имен скорость $v_{\text{кз}}$. $v_{\text{кз}}$ направлена вниз

И з.Н. на ось Oy: $ma = kv - mg$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{k}{m} \Delta y - mg \Rightarrow \Delta v = \frac{k}{m} \Delta y - g \Delta t$$

просуммируем все малые изменения

$$-v_{\text{кз}} = +\frac{k}{m} h - g t_{\text{сп}} \Rightarrow +v_{\text{кз}} = g t_{\text{сп}} - v_0 \sin \alpha + g t_{\text{пад}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (v_{\text{кз}} + v_0 \sin \alpha) = g(t_{\text{сп}} + t_{\text{пад}}) = gT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{кз}} = gT - v_0 \sin \alpha = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ направлена вниз}$$

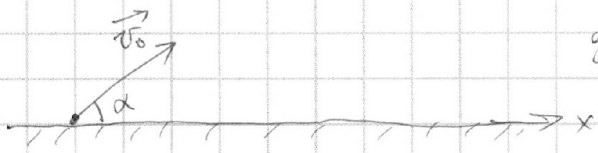
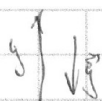


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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



время полёта:

$$\bar{t} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow \bar{t}^2 = \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

дальность полёта:

$$S = (v_0 \cos \alpha) \cdot \bar{t} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

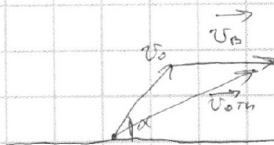
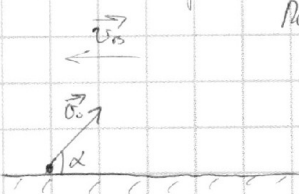
$$\left. \begin{aligned} g^2 \bar{t}^2 &= 4 v_0^2 \sin^2 \alpha \\ g S &= 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{g \bar{t}^2}{S} = 2 \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{g \bar{t}^2}{2 S}$$

$$\tan \alpha = \frac{10 - 4 \cdot 4}{2 \cdot 64} = \frac{16}{128} = \frac{1}{8}$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{8^2} + 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{64}{64 + 1} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{8}{\sqrt{65}} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{65}}$$

$$v_0 = \frac{S}{\bar{t} \cos \alpha} = \frac{64}{4 \cdot \frac{8}{\sqrt{65}}} = \frac{64 \cdot \sqrt{65}}{32} = 2\sqrt{65} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Рассмотрим движение с ветром
Крейсер в со ветра.





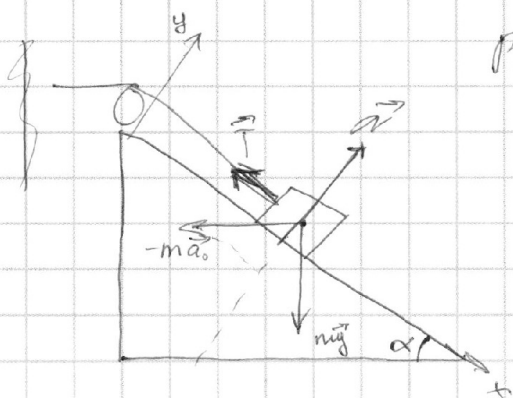
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 из 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!



В НЕСО, связанной с
клином:

Введем оси x и y , как
на рисунке.

По оси y ~~клин~~ брусок в
данной СО не движется.

Тогда $ma_0 \sin \alpha + mg \cos \alpha = N$

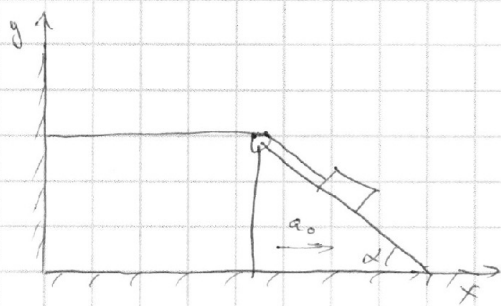
$$N = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} + 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,6 + 2\sqrt{3} \quad \text{отб.} \quad N \approx 4 \text{ Н}$$



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

1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



Пусть клин проехал расстояние Δx за малое время Δt

Тогда длина горизонтального участка пути увеличилась на Δx , а длина наклонного участка пути уменьшилась на Δx . $\Rightarrow$ брусок ~~не~~ ~~предвинулся~~ относительно клина на расстояние Δx . Так как ускорение клина горизонтально, то вертикальное смещение бруска равно относительно клина равно вертикальному смещению бруска относ лабораторией с.о. Обозначим это смещение Δy

$\Delta y = \Delta x \sin \alpha$ из условия целостности нити.

Пусть a_y - вертикальная составляющая ускорения бруска. Обажды продифференцируем по времени полученное выражение получим:

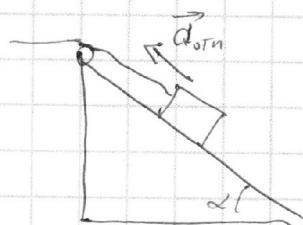
$$a_y = a_0 \sin \alpha = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$H = \frac{a_y T^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \sqrt{\frac{2H}{a_0 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{1,5}} = \sqrt{\frac{4}{15}} \text{ сек.}$$

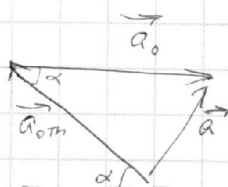
Так как смещение бруска относительно клина равно смещению клина за малый промежуток времени, то ускорение бруска относительно клина равно ускорению клина.

$$a_{\text{отн}} = a_0$$

Тогда ускорение $\vec{a}$ в лабораторной с.о. равно $\vec{a}_{\text{отн}} + \vec{a}_0$



в с.о., связанной с клином



по т. косинусов:

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{a_0^2 + a_{\text{отн}}^2 - 2a_0 a_{\text{отн}} \cos \alpha} = \\ &= \sqrt{2a_0^2 - 2a_0^2 \cos \alpha} = \\ &= a_0 \sqrt{2 - 2\cos \alpha} = 3 \sqrt{2 - \sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 2,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Зависимость $p(p)$ на ур. 1-2:

$$\begin{cases} 3p_0 = a + \frac{b}{p_0} \\ p_0 = a + \frac{b}{2p_0} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -p_0 \\ b = 4p_0 p_0 \end{cases} \Rightarrow p(p) = -p_0 + \frac{4p_0 p_0}{p}$$

Кон-во газа и его масса не меняется $\Rightarrow$
 $\Rightarrow pV = \text{const}$, где V - объем газа

Продеее 3-1: убедиться. Пусть V_3 - объем газа в точке 3
 $pV = \text{const} \Rightarrow$
 $\Rightarrow p_0 V_0 = 2p_0 V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{V_0}{2}$

Продеее 2-3: Мощность и масса газа не меняется $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ продеее продолжается.

Продеее 1-2: $pV = \text{const} \Rightarrow pV = p_0 V_0 \Rightarrow p = \frac{p_0 V_0}{V}$

$$p(p) = -p_0 + \frac{4p_0 p_0}{p} = -p_0 + \frac{4p_0 V_0}{V_0}$$

$p(V) = -p_0 + \frac{4p_0 V_0}{V_0}$ - зависимость p от V на участке

1-2. Линейная зависимость

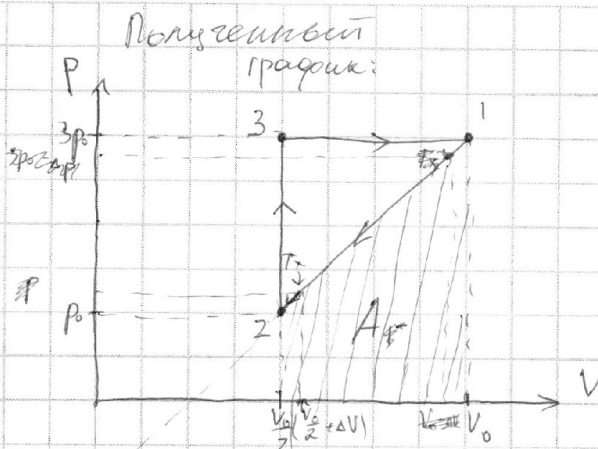


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



В процессе 1-2 газ сжимается

Работа газа равна площади под графиком.

Газ сжимается $\Rightarrow$ работа отрицательная.

Найдем работу, как площадь трапеции

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

$$p_0 \frac{V_0}{2} = \nu R T_2$$

Точка 2 - точка с наименьшим $pV \Rightarrow$ т. 2 - точка наименьшей

температуры

$$U_{\min} = \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{4} p_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\rightarrow A = -\frac{4}{3} U_{\min} = -2100 \text{ Дж}$$

Найдем ~~температуру~~ ~~температуру~~ в конце процесса 1-2:
Рассмотрим точку, находящуюся ближе точки 1.

$$3p_0 V_0 = \nu R T_1, \quad T_1 - \text{температура в точке 1}$$

$$(3p_0 - \Delta p) \left(\frac{V_0}{2} + \Delta V \right) = \nu R T_x$$

Пренебрегаем малым вторым членом ΔV^2

$$p_0 (3V_0 - 4\Delta V) = \nu R T_x$$

$$4p_0 \Delta V = \nu R \Delta T, \quad \text{где } \Delta T \rightarrow T_1 - T_x$$

$$Q = A_r + \Delta U$$

$$A_r = \frac{3p_0 + (3p_0 - \Delta p)}{2} \cdot \Delta V = (3p_0 - \frac{\Delta p}{2}) \Delta V \approx 3p_0 \Delta V = \frac{3}{4} \nu R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$



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 3

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

~~$$Q = \left(\frac{3}{4} + \frac{3}{2} \right) \nu R \Delta T = \frac{9}{4} \nu R \Delta T$$~~

Рассмотрим процесс 1-2 вблизи точки 2

$$\frac{p_0 V_0}{2} = \nu R T_2 \quad (1)$$

$$\left(-p_0 + \frac{1}{2} p_0 \frac{\Delta V + \frac{V_0}{2}}{V_0} \right) \left(\frac{V_0}{2} + \Delta V \right) = \nu R T_x$$

Пренебрегаем малыми величинами ΔV^2

$$p_0 \left(\frac{V_0}{2} + 3\Delta V \right) = \nu R T_x \quad (2) \quad \Delta T = T_x - T_2$$

Вычитая (2) из (1)

$$3p_0 \Delta V = \nu R \Delta T$$

~~$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = A + \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$~~

$$A = \frac{p_0 + p_0 + 4p_0}{2} \Delta V = \frac{p_0 \Delta V}{2} = \frac{1}{6} \nu R \Delta T$$

$$\Delta U = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

~~$$Q = \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{6} \right) \nu R \Delta T = \frac{5}{3} \nu R \Delta T = \frac{5}{3} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 1 \approx \frac{415}{30} \text{ Дж}$$~~

⇒ Стержень нагревается

~~$$Q = \frac{5}{3} \nu R \Delta T$$~~



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

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!

Мощности, рассеивающиеся на резисторах:

на 1-м: $P_1 = I_1^2 R_1 = 13,5 \cdot 13,5 \cdot 2 = 364,5 \text{ Вт}$

на 2-м: $P_2 = I_2^2 R_2 = 6 \cdot 6 \cdot 8 = 288 \text{ Вт}$

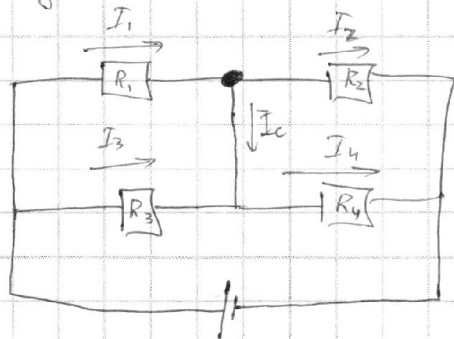
на 3-м: $P_3 = I_3^2 R_3 = 4,5 \cdot 4,5 \cdot 6 = 121,5 \text{ Вт}$

на 4-м: $P_4 = I_4^2 R_4 = 12 \cdot 12 \cdot 4 = 576 \text{ Вт}$

$P_{\max} = P_4 = 576 \text{ Вт}$ на 4 резисторе

$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ равно в начальный момент времени току,

который бы тек через перемычку, если бы мы установили её вместо конденсатора



$$I_c = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Используя 1-го закона Кирхгофа для обобщенного узла:

$$I_1 = I_2 + I_c \Rightarrow I_c = I_1 - I_2$$

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



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
☒

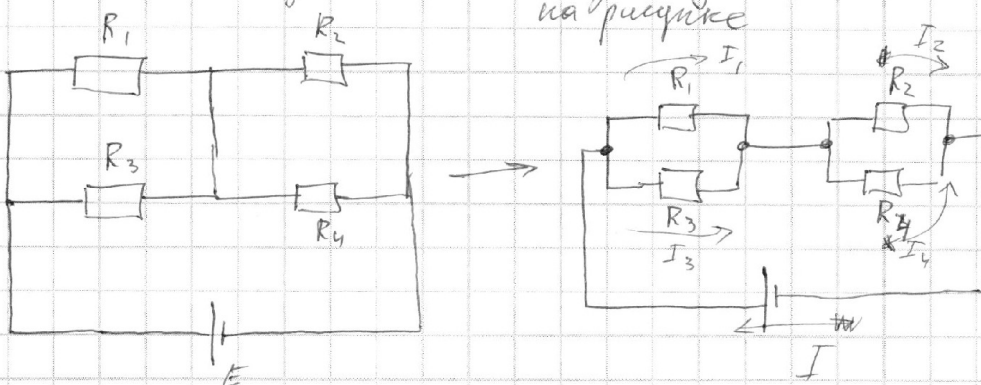
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

Условно конденсатор не разрезан $\Rightarrow$
потенциалы точек, к которым присоединен
конденсатор равны $\Rightarrow$ в начальный момент
времени конденсатор будет вести себя, как
обычный соединительный провод. Запишем его
на рисунке



Сопротивление цепи в начальный момент времени

$$R_0 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{25}{6} \text{ Ом}$$

Ток в цепи ~~по закону Ома~~: $I = \frac{E}{R_0} = \frac{75}{\frac{25}{6}} = 18 \text{ А}$

Ток в цепи равен току через источник

Пусть I_1, I_2, I_3, I_4 — токи через 1-й, 2-й, 3-й, 4-й
резисторы соответственно.

$$\begin{cases} I_1 + I_3 = I \\ I_1 R_1 = I_3 R_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 = 13,5 \text{ А} \\ I_3 = 4,5 \text{ А} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 + I_4 = I \\ I_2 R_2 = I_4 R_4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_2 = 6 \text{ А} \\ I_4 = 12 \text{ А} \end{cases}$$



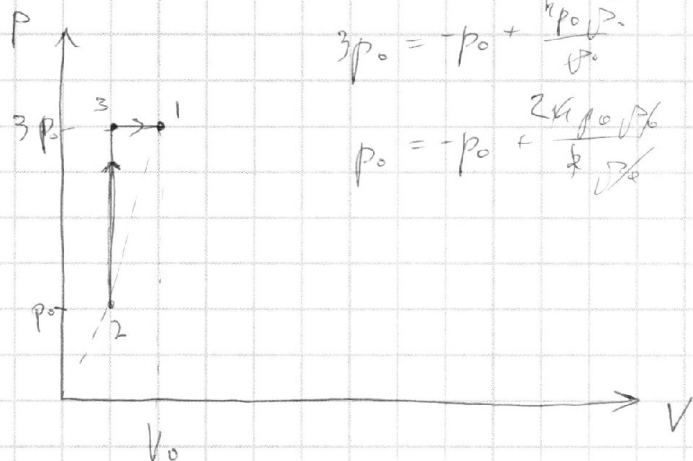
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$



$$\rho RT = pM \quad \rho T = \text{const} \quad \rho V = \text{const} \quad T = \text{const}$$

$$2\rho_0 = a + \frac{b}{2\rho_0}$$

$$3\rho_0 = -\rho_0 + \frac{4\rho_0 V_0}{V}$$

$$\rho_0 = -\rho_0 + \frac{2\rho_0 V_0}{V}$$

$$3\rho_0 = a + \frac{b}{\rho_0}$$

$$2\rho_0 \rho_0 = 2\rho_0 a + b$$

$$2\rho_0 \rho_0 = 2\rho_0 a + b$$

$$4\rho_0 \rho_0 = b$$

$$3\rho_0 = a + \frac{4\rho_0 V_0}{V}$$

$$\rho = -\rho_0 + \frac{4\rho_0 \rho_0}{V}$$

$$pV = RT \quad a = -\rho_0$$

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho V = m = M = \text{const}$$

$$\rho_0 = \frac{3\rho_0 M}{RT_1}$$

$$\rho_0 V_0 = 2\rho_0 V_x$$

$$\rho_0 = \frac{3\rho_0 M}{RT_1}$$

$$1-3 \text{ изобара } \rho V = \text{const}$$

$$2-3 \text{ : может const}$$

$$\frac{P}{T} = \text{const} \Rightarrow \text{изохора}$$

$$P = -\rho_0 + \frac{4\rho_0 \rho_0}{V}$$

$$= -\rho_0 + \frac{4\rho_0 \rho_0}{V} V = -\rho_0 + 4\rho_0 \frac{V}{V_0}$$

$$pV = \text{const} = \rho_0 V_0$$

$$\rho = \frac{\rho_0 V_0}{V}$$

$$3\rho_0 = 4\rho_0 \frac{V}{V_0}$$



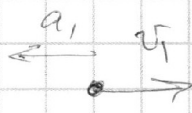
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

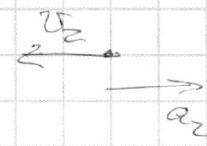
Черновик



$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 8 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 4,5 \\ \hline 135 \\ 101 \\ \hline 114,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13,5 \\ 27 \\ \hline 945 \\ 270 \\ \hline 364,5 \end{array}$$

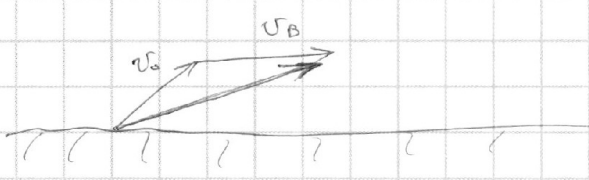
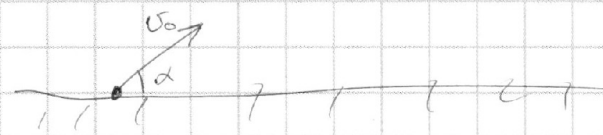
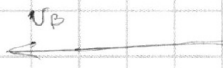


$v_1 + v_2$

$a_1 + a_2$

$$L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)}$$

$$\begin{array}{r} \times 144 \\ 4 \\ \hline 576 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 2 \cdot 6 \\ 8 \end{array} + \frac{8 \cdot 4}{12} =$$
$$= \frac{12}{8} + \frac{8 \cdot 2}{12} =$$

$$= \frac{4 \cdot 3}{2} + \frac{8}{3} =$$
$$= \frac{9 + 16}{6} = \frac{25}{6}$$

$$\begin{array}{r} \times 83 \\ 842 \end{array} + \frac{8 \cdot 4}{23} =$$
$$= \frac{3}{2} + \frac{8}{3} = \frac{9 + 16}{6}$$

$$x_1 + x_3 = 18$$

$$x_1 = 3x_3$$

$$4x_3 = 18$$

$$x_3 = \frac{18}{4} = \frac{9}{2} = 4,5$$

$$x_2 + x_4 = 18$$

$$2x_2 = 4x_4$$

$$3x_2 = 18$$



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
☐

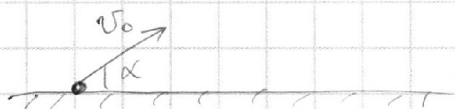
7
☐

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

$$T = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$



$$S = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

180 75

$$gT = 2v_0 \sin \alpha$$

$$gS = 2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

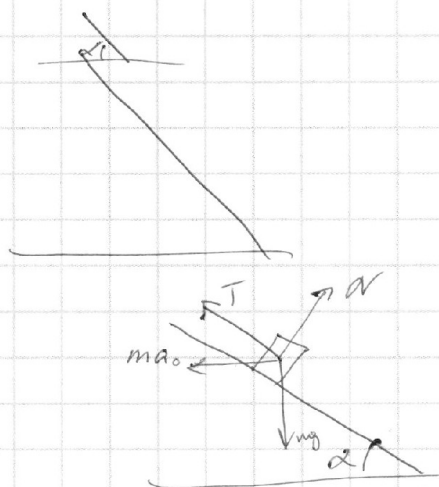
$$g^2 T^2 = 4v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$\frac{g^2 T^2}{S} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{v_0 \cos \alpha} = 2 \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{gT^2}{2S} =$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{16}{9} + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{9}{25} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5}$$





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
☐

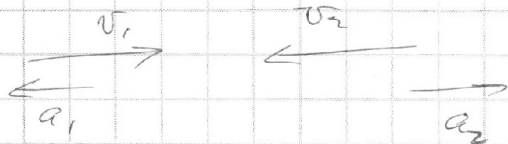
5
☐

6
☐

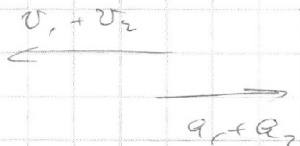
7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{18^2 + 8^2}{2 \cdot 0,6} = 270$$



$$T = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = \frac{18 + 8}{0,6} = 30$$

$$S_1 = v_1 T - \frac{a_1 T^2}{2} = 18 \cdot 30 - \frac{0,6 \cdot 30 \cdot 30}{2} = 300 - 180$$

$$\begin{array}{r} \times 13,5 \\ 2,7 \\ \hline 945 \\ 270 \\ \hline 3645 \end{array}$$

$$0,6 + 2 \cdot 1,7$$

$$0,6 + 3,4$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 27 \\ \hline 135 \\ 108 \\ \hline 1215 \\ \times 144 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$2 - 1,7 = 0,3$$

$$\left(-p_0 + 4p_0 \frac{\frac{V_0}{2} + \Delta V}{V_0}\right) \left(\frac{V_0}{2} + \Delta V\right) = 0RT_x$$

$$\begin{aligned} p_0 \left(-1 + \frac{2V_0 + 4\Delta V}{V_0}\right) \left(\frac{V_0}{2} + \Delta V\right) &= \\ = p_0 \frac{(V_0 + 4\Delta V) \left(\frac{V_0}{2} + \Delta V\right)}{V_0} &= \frac{V_0^2}{2} + 2V_0\Delta V + 4\Delta V^2 = \frac{V_0^2}{2} + 3V_0\Delta V = \\ &= \frac{V_0^2}{2} + 3\Delta V \end{aligned}$$

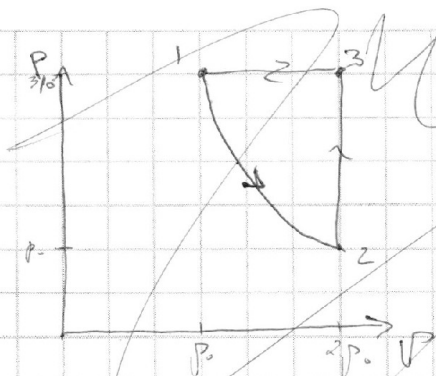


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Каждый процесс (P, V) (на графике 1-2):

$$\begin{cases} 3p_0 = a + \frac{b}{p_0} \\ p_0 = a + \frac{b}{2p_0} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = -p_0 \\ b = 4p_0 p_0 \end{cases}$$

$$P(p) = -p_0 + \frac{4p_0 p_0}{p}$$

кон-во газа не меняется $\Rightarrow$ не меняется масса $\Rightarrow$
 $\Rightarrow pV = \text{const}$, где V - объем газа, p - его плотность в некотором положении цикла.

Процесс 3-1: изобарный, V_3 - объем в положении 3
Исходя из того, что $pV = \text{const}$:

$$p_0 V_0 = 2p_0 V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{V_0}{2}$$

Процесс 2-3: Т.к. масса газа и его масса не меняются, то не меняется и его объем $\Rightarrow$ процесс 2-3 изохорный.

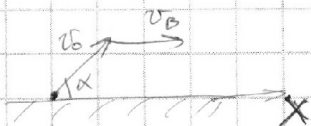
Процесс 1-2: $pV = \text{const} \Rightarrow p_0 V_0$ (где положение в точке 1) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow p = \frac{p_0 V_0}{V} \text{ - зависимость } p \text{ от } V \text{ в процессе 1-2}$$

$$P(p) = -p_0 + \frac{4p_0 p_0}{p} = -p_0 + \frac{4p_0 p_0 \cdot V}{p_0 V_0} = -p_0 + 4p_0 \frac{V}{V_0} -$$

- зависимость давления от объема на графике 1-2.
Как видно, зависимость линейная.

$$v_{x0} = v_0 \cos \alpha + v_y$$



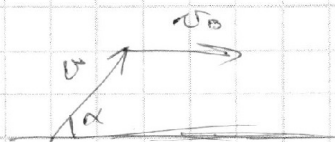


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{3p_0 - \Delta p}{2}$$

$$v = v_0 \cos \alpha + v_B$$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = k \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$m(v_0 \cos \alpha + v_B) = k v_B T$$

$$p(V) = -p_0 + \frac{4p_0 V_0}{V_0}$$

$$p_0 \left(-1 + 4 \frac{V_0 - \Delta V}{V_0} \right) / (V_0 - \Delta V)$$

$$= p_0 \frac{3V_0 - \Delta V}{V_0} / (V_0 - \Delta V) =$$

$$= \frac{(3V_0 - \Delta V)(V_0 - \Delta V)}{V_0} =$$

$$= \frac{3V_0^2 - 4V_0 \Delta V + \Delta V^2}{V_0}$$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

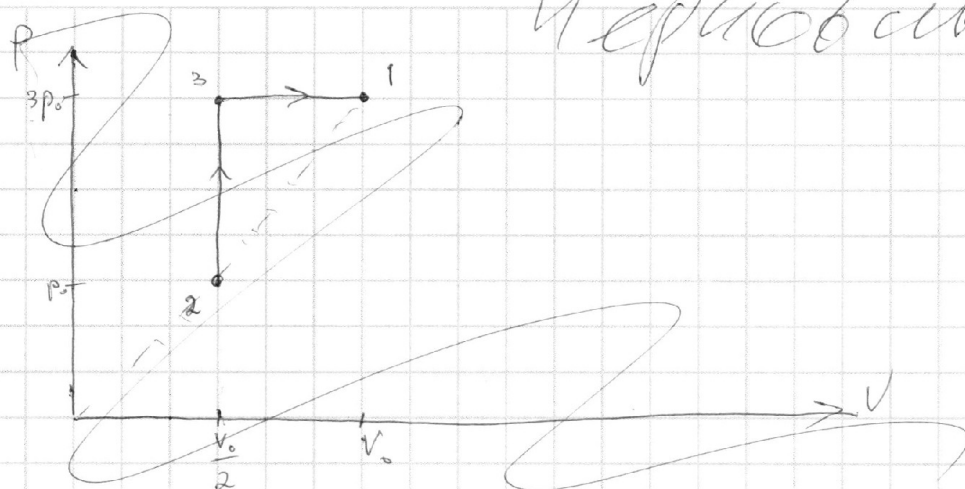
6
☐

7
☐

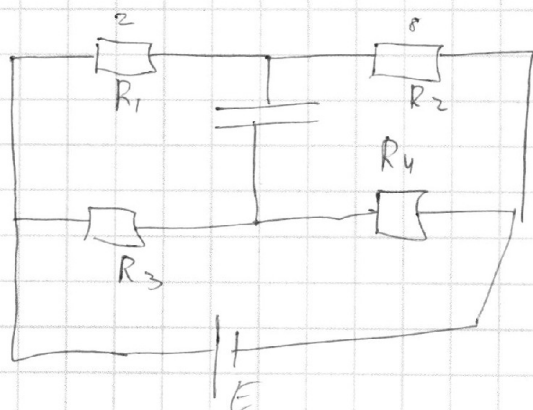
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$3p_0 = -p_0 + 4p_0$$



$$v_0 \cos \alpha = v_R$$

$$v_y = \frac{k}{m} h - g t_{\text{вз}}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{k}{m} h - g t_{\text{вз}}$$

$$v_0 \sin \alpha - g t_{\text{вз}} = \frac{k}{m} h$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g T$$

$$25 \cdot \frac{4}{5} - 10 \cdot 3,2 =$$

$$= 20 - 32 = -12$$



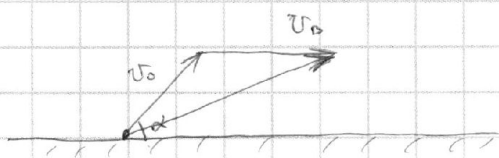
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$ma_y = kv - mg$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{k}{m} \frac{\Delta x}{\Delta t} - g$$

$$\Delta v = \frac{k}{m} \Delta x - g \Delta t$$

$$v_y = \frac{k}{m} h_{neg} - g t_{neg}$$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -k \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$x(t) = (v_0 \cos \alpha + v_B) t$$

$$p_0 \left(-1 + \frac{4\Delta v + 2v_0}{v_0} \right) = p_0 \frac{4\Delta v + v_0}{v_0}$$

$$ma_y = kv + mg$$

$$4,5 / 3$$

$$\frac{3+6}{7}$$

$$ma_y = kv + mg$$

$$a_y = \frac{k}{m} v + g$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{k}{m} \frac{\Delta x}{\Delta t} + g \Delta t$$

$$v_0 = \frac{k}{m} h + g t_n$$

$$a =$$

$$ma_y = -kv + mg$$

$$\frac{4,5}{3}$$

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$ma_y = -kv - mg$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{k}{m} \frac{\Delta x}{\Delta t} - g$$

$$\Delta v = -\frac{k}{m} \Delta x - g \Delta t$$

$$-v_0 \sin \alpha = -\frac{k}{m} h_{neg} - g t_{neg}$$

$$F_{comp} = k \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \Delta x$$

$$p_0 \Delta v = \frac{1}{4} D R \Delta T$$

$$p_0 \frac{(4\Delta v + v_0)(\frac{v_0}{2} + \Delta v)}{v_0} = \frac{2v_0 \Delta v + \frac{v_0^2}{2} + v_0 \Delta v}{v_0} = \frac{3k\Delta v + \frac{v_0^2}{2}}{v_0} = \frac{v_0}{2} + 3\Delta v$$