



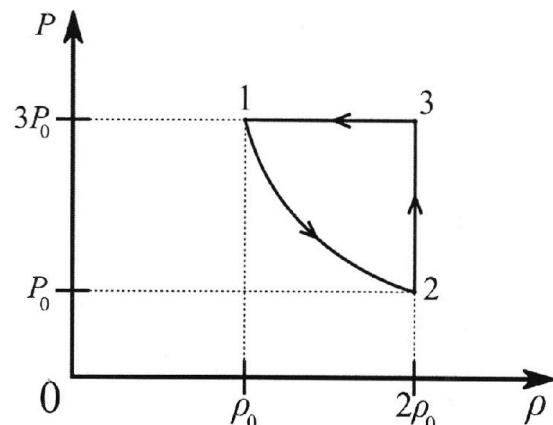
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Циклический процесс, проводимый с одноатомным идеальным газом, представлен на графике в координатах  $(P, \rho)$ , здесь  $P$  – давление,  $\rho$  – 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. Максимальная внутренняя энергия газа в процессе  $U_{MAX} = 4986$  Дж.



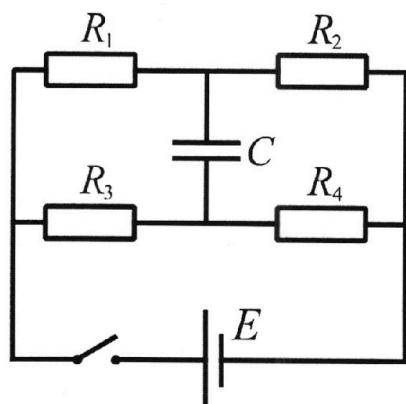
1. Постройте график процесса в координатах  $(P, V)$ .

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

2. Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3. Какое количество  $|\Delta Q|$  теплоты будет отведено от газа в начале 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  $E = 50$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 24$  Ом,  $R_3 = 18$  Ом,  $R_4 = 12$  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 наименьшая мощность сразу после замыкания ключа? Найдите эту мощность  $P_{MIN}$ .

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



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

**Вариант 10-05**



*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  $V_1 = 12 \text{ м/с}$  и  $V_2 = 8 \text{ м/с}$ . В процессе сближения ускорения материальных точек  $a_1 = 1,5 \text{ м/с}^2$  и  $a_2 = 0,5 \text{ м/с}^2$  постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

- При каком наименьшем начальном расстоянии  $L$  между точками не произойдет столкновение 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 моменту времени  $T$ , когда расстояние между точками будет наименьшим.

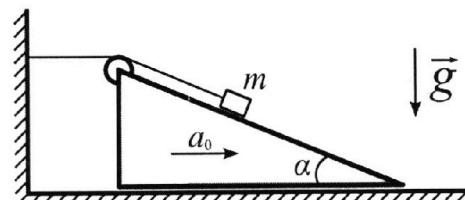
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $\tau = 3 \text{ с}$  мяч падает на площадку на расстоянии  $S = 60 \text{ м}$  от точки старта.

- Найдите  $\operatorname{tg}\alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\alpha$  к горизонту ( $V_0$  и  $\alpha$  найдены Вами при ответах на вопросы 1 и 2). Мяч летит навстречу ветру, дующему вдоль поверхности земли с постоянной горизонтальной скоростью. Через некоторое время мяч возвращается в точку старта со скоростью  $0,6V_0$ .

- Найдите продолжительность  $T$  такого полета. 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  $a_0 = 2 \text{ м/с}^2$  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  $\tau$  после начала движения брускок переместится по вертикали на  $H = 18 \text{ см}$ ? 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  $T$  силы натяжения нити.

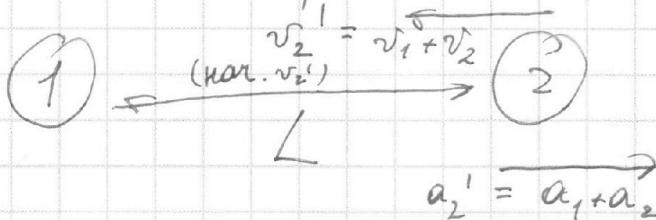
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Перейдем в СО первой точки. Она неинерциальна, поэтому вторая точка в ней движется с у-ением  $a_1 + a_2$  и скоростью  $v_1 + v_2$ . В другую сторону.



$v_2'$  — скорость второй точки в СО первой

Точки перестанут сближаться, когда  $v_2' = 0$  (I). При этом второй точке в СО первой приведем L. Используя формулу  $2aS = v_{\text{кон}}^2 - v_{\text{ нач}}^2$ :

$$-2(a_1 + a_2)L = 0^2 - (v_1 + v_2)^2$$

$$L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = 100 \text{ м}$$

Отсюда

За время  $T$   $v_2'$  станет равной нулю. Гл. е.:

$$T = \frac{v_2'}{a_1 + a_2} = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = 10 \text{ с}$$

Первая точка движется со скоростью  $v_1$  и у-ем  $-a_1$  в 1 СО, т.е. за время T:

$$S_1 = v_1 T - \frac{a_1 T^2}{2}$$

$t_0$  — время до остановки первой точки

$$t_0 = \frac{v_1}{a_1} = 8 \text{ с}$$



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**.

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

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

$t_0 < T$ , т.е.  $S_1$  складывается из модуль перемещение за время  $t_0$  и модуль перемещение за время  $T - t_0$  с начинта  $t_0$ .

~~8~~  $\frac{v_1}{2}$  - средняя скорость в за время  $t_0$ .

$$S_1 = \frac{v_1}{2} t_0 + \frac{a_1 (T - T_0)^2}{2} = 27 \text{ м}$$

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**.



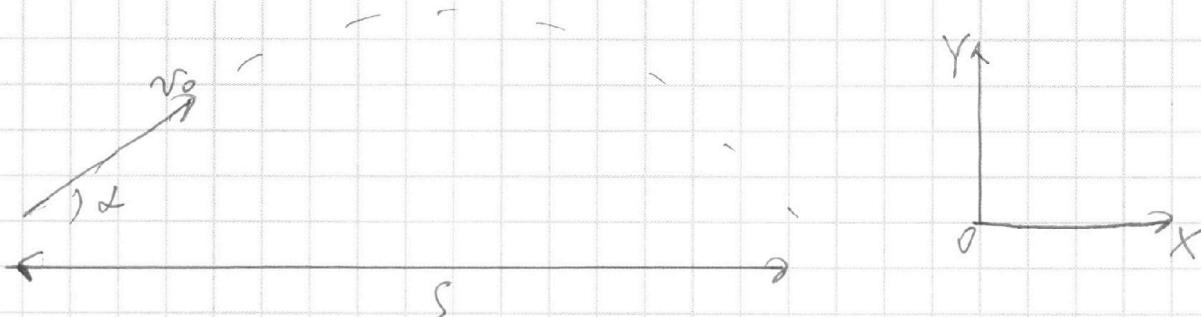






СТРАНИЦА  
1 из 1

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



За время  $t$  вертикальная скорость мяча  $v_y$  изменяется от  $v_0 \sin \alpha$  до  $-v_0 \sin \alpha$  с ускорением  $-g$ , т.е.:

$$v_y = \frac{2v_0 \sin \alpha}{t} \Leftrightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

Горизонтальная скорость мяча  $v_x$  постоянна и равна  $v_0 \cos \alpha$ , тогда:

$$v_0 \cos \alpha t = S \Leftrightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{S}{t}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} = \frac{gt^2}{2S} \approx$$

$$\boxed{\tan \alpha = \frac{3}{4}}$$

Из основного тригонометрического тождества:

~~$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$~~   $\cos^2 \alpha = \frac{1}{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{16}{25}$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$v_0 \cos \alpha t = S \Leftrightarrow v_0 = \frac{S}{\cos \alpha t} = 25 \text{ м/с}$$

$$\boxed{v_0 = 25 \text{ м/с}}$$

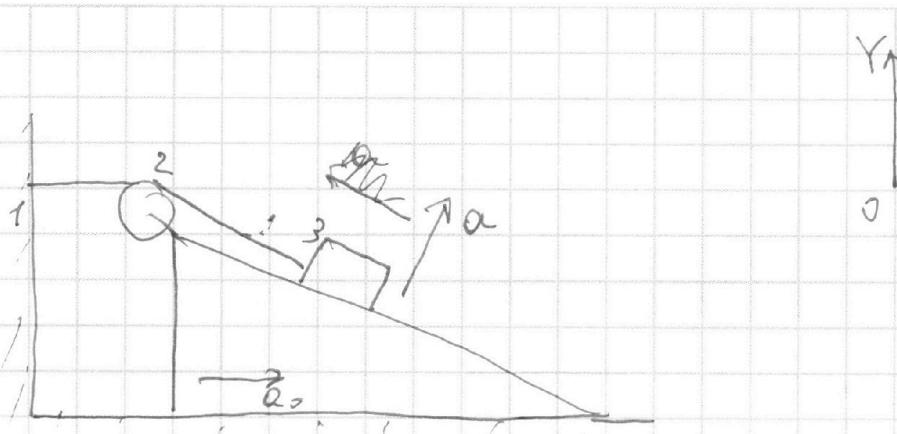


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

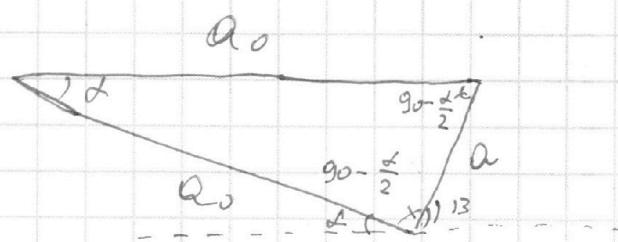
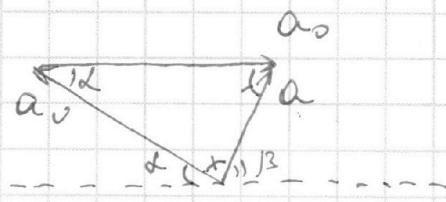
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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!



Участок штири 1-2 ~~расширяется~~ увеличивается с углом  $\alpha_0$ , тогда участок 2-3 уменьшается с углом  $\alpha_0$ , т.е. блок движется вверх вдоль подъемности клина с углом  $\alpha_0$ . Угол наклона  $\alpha = \alpha_0$  относительно дна. Тогда ~~если~~ вектор его угла  $\vec{\alpha}$ :  
 $\vec{\alpha} = \alpha_0 \hat{a}$



Гипр. равнодействующий  $\Rightarrow$  углы при основании равны  $90^\circ - \frac{\alpha}{2}$ . Тогда  $\angle 3 = 180^\circ - (90^\circ - \frac{\alpha}{2}) - \angle = 75^\circ$

SL. косинусов:

$$a^2 = 2a_0^2 - 2a_0^2 \cos \angle$$

$$a = \sqrt{2(1-\cos \angle)} \cdot a_0 = 2\sqrt{2-\sqrt{3}} \text{ м/с}^2 \text{ под углом } 75^\circ$$

$$a \approx 1 \text{ м/с}^2$$

к вертикали горизонтали



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 2

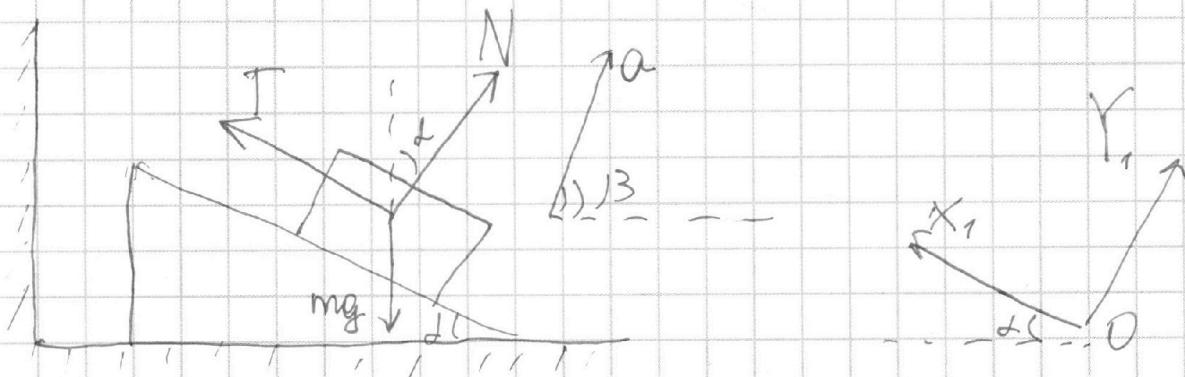
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$a_y = \cancel{a} \sin \beta$  — Вертикальное ускорение отпуска

$$H = \frac{a_y \tau^2}{2} \Leftrightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = 0,6 \text{ с}$$

$$\sin \beta = \sin 75^\circ = \cos 15^\circ = \sqrt{\frac{1 + \cos 30^\circ}{2}} = \sqrt{\frac{2 + \sqrt{3}}{4}}$$

$$\cos \beta = \sin 15^\circ = \cos 75^\circ = \sqrt{\frac{1 - \cos 30^\circ}{2}} = \sqrt{\frac{2 - \sqrt{3}}{4}}$$



II з. Найти силу на оси  $X_1$

$$T = m g \cos(180^\circ - (\alpha + \beta)) \quad (T - m g \sin \alpha = m \cos(180^\circ - (\alpha + \beta)))$$

Отсюда:

$$T - m g \sin \alpha = m \cos(180^\circ - (\alpha + \beta))$$

$$T = m(g \sin \alpha - \alpha \cos(\alpha + \beta)) = \frac{14 - 2\sqrt{3}}{5} \quad H \approx 2,1 \text{ кН}$$

Очевидно:

$$\begin{cases} \tau = 0,6 \text{ с} \\ a = 1 \text{ м/с}^2 \\ T = 2,1 \text{ кН} \end{cases}$$

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.



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

СТРАНИЦА  
1 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!

$$3P_0 = a + \frac{b}{P_0} \quad | \quad a = -P_0 \quad \Rightarrow \quad P = \frac{4P_0 P_0}{J^2} - P_0 \\ P_0 = a + \frac{b}{2P_0} \quad | \quad b = 4P_0 P_0 \quad (I)$$

$PV = JRT$  — уравнение состояния идеального газа

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Leftrightarrow \frac{JP}{RT} = \frac{m}{V} = P \quad (\text{m-масса газа})$$

$$\frac{PT}{P} = \frac{\mu}{R} = \text{const}$$

$$2-3: P = \text{const} \Rightarrow \frac{T}{P} = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$$

2-3 — изотерма.

3-1:  $P = \text{const}$  — изобары

1-2:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (II)$$

$$P(1) : P = \frac{4P_0 P_0}{(m/V)} \quad P_0$$

Из уравнений (II) и (I):  $\xrightarrow{\text{Преобразовать (I) в}} \frac{4P_0 P_0}{(m/V)} - P_0 = mP$  Учитывая то, что  $P = \frac{m}{V}$ :

$$P = \frac{4P_0 P_0}{m} V - P_0. \quad (III)$$

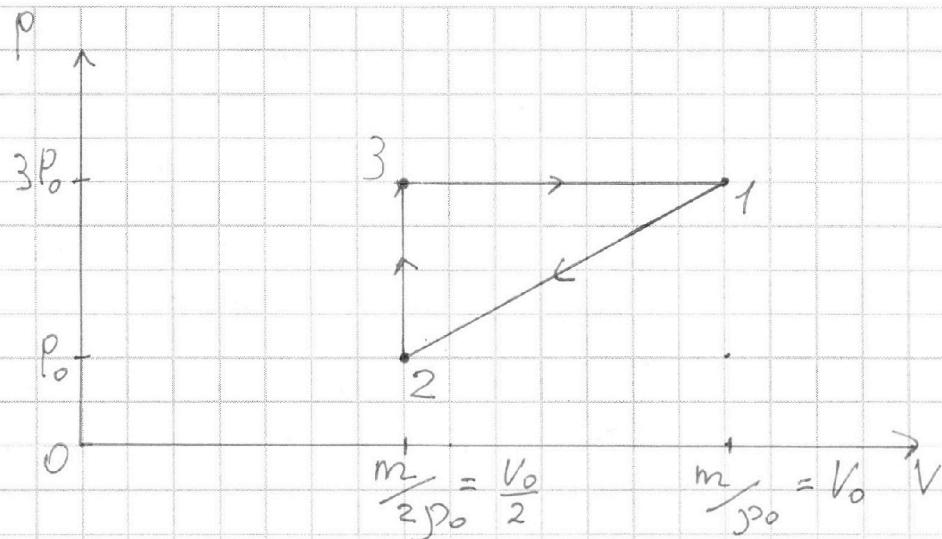
Видно, что  $P(V)$  в процессе 1-2 — линейное  
изотермическое. Построим график цикла:

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

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

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!



Однако  $\frac{m}{2P_0}$  и  $\frac{m}{P_0}$  найдены из (III).

$U = \frac{3}{2} \bar{V} RT = \frac{3}{2} \bar{P} V$ , т.е.  $U \sim \bar{P} V$ , т.е.  $U$  тем больше, чем дальше прямая линия на  $P(V)$ , однозначный переходящий из вершинами  $(0,0)$  и  $(P,V)$ . Видно, что максимальная  $U$  достигается в точке 1.

$$U_{\max} = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{9}{2} P_0 V_0 \Rightarrow P_0 V_0 = \frac{2}{9} U_{\max}$$

Найдем работу  $A$  как площадь внутри  $\Delta 123$ :

$$A = \frac{(3P_0 - P_0)(V_0 - \frac{V_0}{2})}{2} = 2P_0 V_0 = \frac{4}{9} U_{\max} = \cancel{554 \text{ дж}} \\ \cancel{108 \text{ дж}} \\ 2216 \text{ дж}$$

$$\boxed{A = 2216 \text{ дж}}$$

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

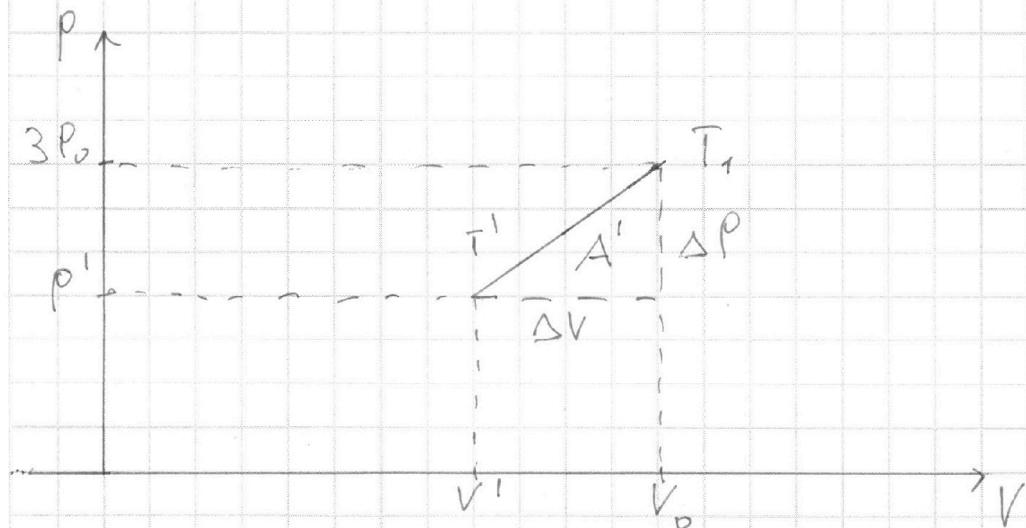
СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

Две точки 1:

$$U_{\max} = \frac{3}{2} \nabla R T_1 \Leftrightarrow T_1 = \frac{2 U_{\max}}{3 \nabla R} = 400 K$$

$$T' = T_1 - \Delta T = 399 K$$



В процессе 1-2 V уменьшается, т.е. сжатие начинается в точке 1. Согласно ГК и ГД:

$$\Delta Q = \Delta U + A'$$

$$\Delta U = -\frac{3}{2} \nabla R \Delta T \approx -12,47 \text{ Дж}$$

Дифференцируем (II)

$$\Delta P = \frac{U P_0 V_0}{m} \Delta V = K \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta(PV); \text{ m.r. } \Delta P \ll P_0, \Delta V \ll V_0;$$

$$\begin{aligned} \Delta(PV) &= 3P_0 \Delta V + V_0 \Delta P = 3P_0 \Delta V + V_0 (K \Delta V) = \\ &= \Delta V (3P_0 + KV_0) \end{aligned}$$

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.

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

$$\Delta U = \frac{3}{2} (3P_0 + KV_0) \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{2\Delta U}{3(3P_0 + KV_0)} \quad , \quad \Delta P = \frac{2K\Delta U}{3(3P_0 + KV_0)}$$

$$A' = \frac{\Delta P \Delta V}{2} = \frac{K \Delta V^2}{2} = \frac{2K \Delta U^2}{9(3P_0 + KV_0)^2}$$

$$K = \frac{4P_0V_0}{m^2} = 4P_0/V_0 = \frac{8}{9} U_{max} \approx 44,82 \text{ Дж}$$

$$\Delta Q = \Delta U \left( 1 - \frac{2K\Delta U}{9(3P_0 + KV_0)^2} \right)$$

$$\Delta Q = \Delta U \left( 1 - \frac{2K\Delta U}{9 \cdot 49 P_0^2} \right) \approx \Delta U \left( 1 - \frac{2 \cdot 4 \frac{P_0}{V_0} \Delta U}{9 \cdot 49 P_0^2} \right)$$

$$\Delta Q = \Delta U \left( 1 - \frac{4 \Delta U}{49 U_{max}} \right) \approx \Delta U, \text{ m.k. } U_{max} \gg \Delta U$$

$$\Delta Q = \Delta U = -12,47 \text{ Дж}$$

-12,5 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  
1 из 2

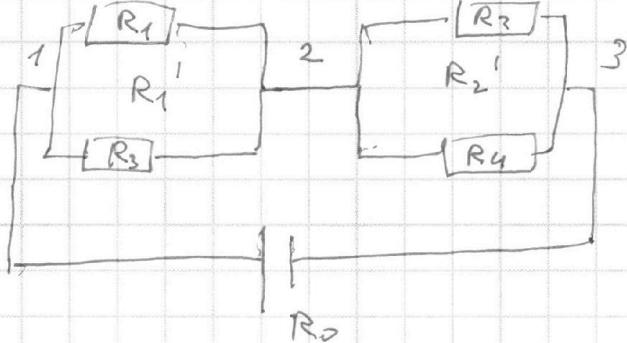
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Сразу после замыкания конденсатор можно считать перемычкой. Схема:

$R_1'$  - сопротивление участка 1-2

$R_2'$  - сопротивление участка 2-3

$R_o$  - сопротивление участка 1-3



Пользуясь формулами для послед. и паралл. соединений:

$$R_1' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 4,5 \Omega$$

$$R_2' = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 8 \Omega$$

$$R_o = R_1' + R_2' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 12,5 \Omega$$

$$I = \frac{E}{R_o} = 4 A$$

*i-такой*

$I_i$  - ток через сообр. резистор. по II з. Кирхгофа

для 1-2 и 2-3:  $\frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_1}$ ;  $\frac{I_2}{I_4} = \frac{R_4}{R_2}$

$R_3 > R_1$ ,  $R_2 > R_4$   $\Rightarrow I_3 < I_1$ ,  $I_2 < I_4$ , т.е.

$U_{12}$ ,  $U_{23}$  - падение напряжения для сообр. участков.

$$U_{12} = I R_1', \quad U_{23} = I R_2'$$



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!

$$I_1 + I_3 = I = I_2 + I_4 \text{ по З. Кирхгофа.}$$

Из записанных уравнений:

$$I_1 = 3A, I_2 = \frac{4}{3}A, I_3 = 1A, I_4 = \frac{8}{3}A$$

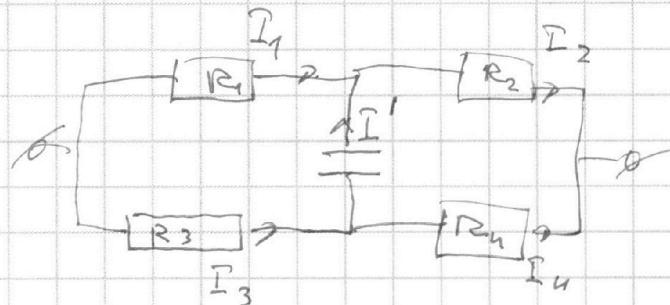
$P_i = I_i^2 R_i$  для каждого резистора:

$$P_1 = 54 \text{ Вт}, P_2 = 42,67 \text{ Вт}, P_3 = 18 \text{ Вт}, P_4 = 85,3 \text{ Вт}$$

$$\boxed{P_{\min} = P_3 = 18 \text{ Вт}}$$

Перерисуем схему:

$I'$  - ток через конденс.



По З. Кирхгофа:

$$I_1 + I' = I_2 \Rightarrow I' = I_2 - I_1 = -\frac{5}{3}A$$

$$|I'| = \frac{5}{3}A$$

$$|I'| = \boxed{\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{5}{3}A}$$



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

1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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

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



- 1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

Черновик  
№4

$$pV = \gamma RT = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p - \frac{m}{V} = \frac{\mu p}{RT} = \cancel{\beta} p$$

$$p = \frac{\beta RT}{M}, \quad \frac{\beta T}{p} = \frac{M}{R} = \text{const}$$

$$\frac{T}{p} = \text{const} - \text{изохора}$$

$$p = \text{const} - \text{изобара}$$

$$a + \frac{b}{p} = \frac{\beta RT}{M} = \frac{m RT}{MV} = \frac{\beta RT}{V} = p$$

$$\beta a + b = \beta p, \quad \frac{m}{V} a + b = \frac{m}{V} p$$

$$P \quad P$$

$$\frac{m a}{V} - \frac{m p}{V} = -b \Leftrightarrow m \frac{p-a}{V} = \text{const} \quad b$$

$$m(p-a) = bV; \quad m_p = bV + ma$$

$$p = \frac{b}{m} V + a$$

L



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

Черновик

$$T = mg \sin \alpha + m \alpha \cos 75^\circ = m \left( \frac{1}{2} g + \cos 75^\circ \cdot a \right)$$

$$T =$$

$$\cos 75^\circ - a = \sqrt{\frac{2-\sqrt{3}}{4}} \cdot 2 \sqrt{2-\sqrt{3}} = \sqrt{(2-\sqrt{3})^2} = 2-\sqrt{3}$$

$$T = m \left( \frac{1}{2} g + 2-\sqrt{3} \right) = m (5 + 2-\sqrt{3}) = m (7-\sqrt{3})$$

$$T = 0,9 (7-\sqrt{3}) = \frac{2}{5} (7-\sqrt{3}) = \frac{14-2\sqrt{3}}{5}$$

$$\sqrt{3}$$

$$1,7 < \sqrt{3} < 1,8$$

$$\sqrt{3} \approx 1,75$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 78 \\ \hline 144 \\ 126 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{14-3,5}{5} = \frac{10,5}{5} = 2,1 \text{ N}$$

$$2 \sqrt{2-1,75} = 2 \sqrt{0,25} = 1$$

$$I_1 = \frac{I}{R_1 + R_3} = 3 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \text{ A} \quad \frac{4}{3} \text{ A}$$

$$I_3 = I = \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 1 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{8}{3} \text{ A}$$

L



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!

CD Ион морса

Черновик

$$\sqrt{t} \cdot \frac{a_1 + a_2}{v_1 + v_2}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$U = \frac{A}{q} \quad I U = \frac{A}{t}$$

①

②

$$v_1 + v_2$$

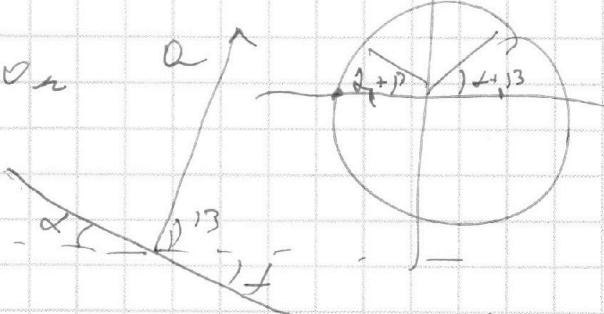
$$\frac{g \tau}{2} \cdot \frac{\tau}{5}$$

~~$$2(a_1 + a_2)L = (v_1 + v_2)^2 - 0^2 \quad 3P_0 = Q + 4P_0$$~~

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

$$-T = Q = -P_0$$

$$\frac{20^2}{2 \cdot 2} = \frac{400}{4} = 100 \text{ м}$$



$$v_1 = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2}$$

$$12 \cdot 10 - \frac{1,5 \cdot 100}{2} =$$

$$2P_0 = \frac{6}{P_0} - \frac{6}{2P_0} \quad 2P_0 = \frac{6}{2P_0}, \quad b = 4P_0 P_0$$

$$t_0 = \frac{v_1}{a_1} =$$

$$\frac{12}{1,5} = \frac{120}{15} = \frac{40}{5} = 8$$

$$\frac{12 \cdot 8 + 1,5(10 - 8)^2}{2} = 12 \cdot 4 + 1,5 \cdot 2$$

$$= 24 + 3 = 27$$

$$P_1 = q \cdot B = 54 \text{ Bm}$$

$$P_4 = \frac{256}{8} = 85,3 \text{ Bm}$$

$$P_2 = \frac{16}{3} \cdot 24 = \frac{16 \cdot 8}{3} = \frac{128}{3} \approx 42,7 \text{ Bm}$$

$$P_3 = 1 \cdot 98 = 18 \text{ Bm}$$

$$P_4 = \frac{64}{9} \cdot 12 = 64 \cdot \frac{4}{3}$$



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 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!

$$\frac{500}{125} = \frac{100}{25} = 4 \text{ Чертовин}$$

$$\frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 60} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$$

$$\sin 75^\circ = \cos 15^\circ = \sqrt{\frac{1 + \cos 30^\circ}{2}}$$

$$\frac{18 \cdot 68}{2942} = 4,5 \text{ м}$$

$$\frac{1}{\frac{9}{16} + 1} = \frac{16}{25}$$

$$\frac{24 \cdot 12}{363} = 8 \text{ м}$$

$$\frac{60}{\frac{4}{5} \cdot 3} - 20 \cdot \frac{5}{4} = 25$$

$$90 - 1 + \frac{1}{2} 90 - 30 + 15 = 75^\circ$$

$$2 \cdot \sqrt{2} - \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\sqrt{3} \approx$$

$$T - m g \sin \alpha = m a \cos 105^\circ = -m a \cos 45^\circ$$

$$\frac{2 \cdot 0,18}{2\sqrt{2-\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\frac{2+\sqrt{3}}{4}}} =$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 0,36}{\sqrt{(2-\sqrt{3})(2+\sqrt{3})}}} = \sqrt{\frac{0,36}{\sqrt{4-3}}} = 0,6$$

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

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$-A = \frac{1}{2} \Delta P \Delta V = \frac{1}{2} (3P_0 - P') (V_0 - V')$$

$$\Delta P = \frac{u P_0}{m} \Delta V$$

Черновик

$$-A = \frac{1}{2} \Delta P \Delta V = \left( \frac{u P_0}{m} + 1 \right) \frac{\Delta V}{2}$$

$$P = AV - B$$

$$\Delta \left( \frac{3}{2} PV \right) = -x$$

$$\Delta PV = -\frac{2}{3} x = P \Delta V + V \Delta P$$

$$4986 - 534 = 4486 - 54 = 4432$$

$$\Delta Q > \Delta U \left( 1 - \frac{8}{9} \frac{P_0}{V_0} \frac{x}{14} \right)$$

$$= 0.1 / \left( 1 - \frac{8 \cdot 14}{9 \cdot 49 P_0 V_0} \right) - \Delta U \left( 1 - \frac{8 \cdot 14}{9 \cdot 49 \cdot \frac{2}{3} (14)} \right)$$

=

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!

$$P = 4 P_0 \rho_0 \cdot \frac{V}{m} - P_0$$

$$\begin{array}{r} \overline{9942} \\ - \overline{9942} \\ \hline 0 \end{array}$$

$$m P = 4 P_0 \rho_0 V - m P_0 \quad \text{Черновик}$$

$$P = \frac{4 P_0 \rho_0}{m} V - P_0$$

$$\begin{array}{r} \overline{3} \\ \overline{2} \cdot \overline{8,31} = \overline{24,93} \\ \hline 2 \end{array}$$

$$P_0 = \dots V_1 - P_0$$

$$\approx 12,47$$

$$2P_0 = \frac{4 P_0 \rho_0}{m} V_1 \quad V_1 = \dots$$

$$1 = \frac{2 P_0 V_1}{m} \quad V_1 = \frac{m}{2 P_0}$$

$$V_2 = \frac{m}{P_0}$$

$\frac{3}{2}$

$$\frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} \cdot 3 P_0 \cdot V_0 = \frac{9}{2} P_0 V_0 = 4_{\max}$$

$$554 \cdot 2 = 1108$$

$$\begin{array}{r} \overline{9986} \\ - \overline{45} \\ \hline \overline{58} \\ - \overline{45} \\ \hline 36 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$T_1 = \frac{2 \cdot 9986}{3 \cdot 1 \cdot 8,31} = \frac{10000 - 28}{24,93}$$

$$T_1 = \frac{9952}{24,93} = 400K$$