



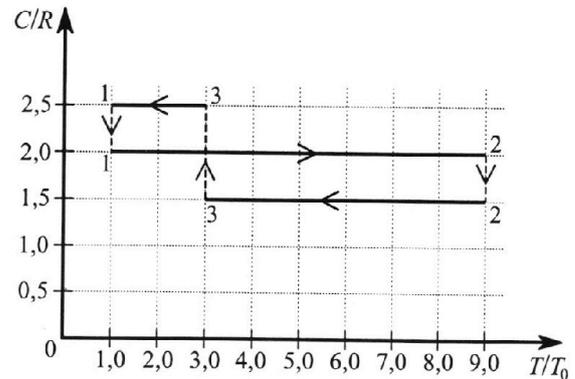
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 3$  моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 270 \text{ K}$ .

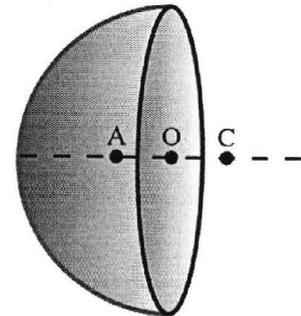


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу  $A_1$  газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 250 \text{ кг}$  за  $N = 15$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О скорость частицы равна  $V$ . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость  $V_O$  частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость  $V_C$  частицы в точке С.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



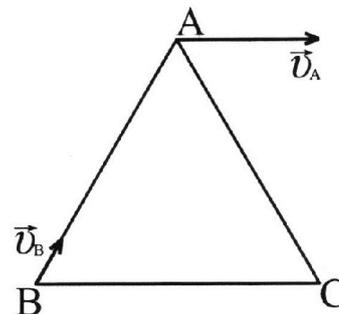
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,8$  м/с, а скорость  $\vec{v}_B$  вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника  $a = 0,4$  м.



1. Найдите модуль  $v_B$  скорости вершины B.
2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

Пчела массой  $m = 60$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

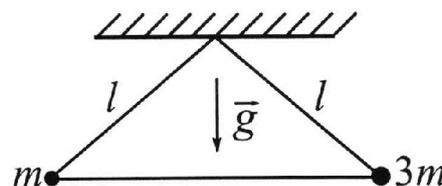
3. Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте  $H$  разорвался фейерверк, если известно, что на высоте  $h = 11,2$  м фейерверк летел со скоростью  $V = 4$  м/с? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте  $H$  фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 16$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 80$  г и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .
2. Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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 черновой и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 1

Дано:

$$v_d = 0,8 \text{ м/с}$$

$$a = 0,1 \text{ м/с}^2$$

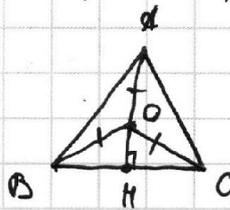
$$1) v_B = ?$$

$$2) r = ?$$

$$3) R = ?$$

Решение:

1) П.к. треугольник вырезали из однородного листа металла, его центр масс находится в центре треугольника. Пусть центр - т. O; O - равноудалена от A, B и C, тогда:



Проведём высоту AH, угол  $\angle OBH = 30^\circ$  найдём

$$\cos \angle OBH = \frac{BH}{OB} \Rightarrow OB = \frac{BH}{\cos 30^\circ} = \frac{a/2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{a}{\sqrt{3}}; \text{ Пусть } OB = r, \text{ тогда } OA = OC = OB = r$$

П.к. треугольник сохраняет свою целостность, скорость любой его точки можно представить, как векторную сумму:

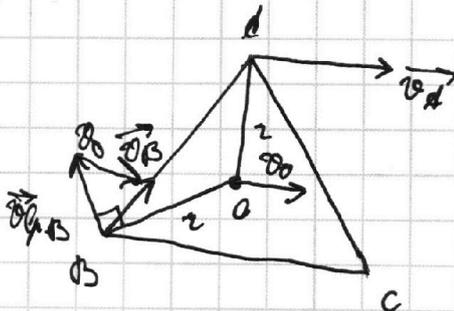
$$\vec{v}_O + \vec{v}_B \neq$$

(ск. у. м. н. с.)

Скорость вращ. этой точки вокруг точки O в CO, связь с а, р, г. O - центр масс

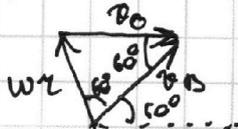
Пусть  $\omega$  - скорость вращения треугольника вокруг точки O, тогда:

П.к. для точки A  $\vec{v}_A$  совпадает



с  $\vec{v}_A$ ;  $\vec{v}_O$  так же по направлению с  $\vec{v}_A \Rightarrow$  Пусть  $\vec{v}_O$  - ск. у. м. перпенд. AC в сторону C. Тогда для точки A:  $v_A = \omega r + v_O = 0,8 \text{ м/с}$

Для точки B:



Из геометрии вект. м.р.:  $\omega r = v_O = v_B$

$$\Rightarrow \begin{cases} \omega r + v_O = v_A \\ \omega r = v_O \\ v_O = v_B \end{cases} \Rightarrow v_B = \frac{v_A}{2} = \frac{0,1 \text{ м/с}}{2}$$

ск. и. стр.



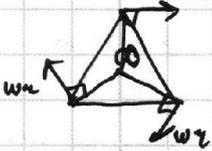
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) Перейдём в  $O$ , ось с центра масс, тогда:



Площа:  $4 \cdot 2\pi = 8\pi$

$$4 \cdot 2\pi = \omega \cdot r \Rightarrow r = \frac{8\pi}{\omega}$$

где  $\omega$  из пред. пункта:

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{v_d}{2r} = \frac{v_d \sqrt{3}}{2a} \Rightarrow r = \frac{16\pi a}{v_d \sqrt{3}} = \frac{16\pi a}{v_d \sqrt{3}} = \\ &= \frac{16 \cdot 0,1\pi}{2,8 \cdot \sqrt{3}} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} = \frac{8\pi\sqrt{3}}{3} \text{ c} \end{aligned}$$

3) П.к. пла где сила на пластинку (в любой момент времени  $\vec{v}_m = \vec{v}_c$ )  $\Rightarrow \vec{a}_m = \vec{a}_c$

П.к. С движ вокруг точки  $O$ ;  $\vec{a}_O = 0$ :

$$a_c = a_{ц.д.} = \frac{v_c^2}{r} = \omega^2 r \Rightarrow a_m = \omega^2 r \Rightarrow \text{по 2.3. \#}: F_{п/г м} = m \cdot a_m$$

$$\Rightarrow R = m \omega^2 r = \frac{m \cdot 64\pi^2 \cdot 3a}{9 \sqrt{3}} = \frac{64 \cdot 3}{9 \sqrt{3}} \cdot m \pi^2 a = \frac{64 \sqrt{3}}{9} m \pi^2 a$$

$$= \frac{m \cdot 16^2 \pi^2 a^2}{9 \sqrt{3}} = \frac{m v_d^2 \cdot 3 a}{4 a^2 \sqrt{3}} = \frac{3 \sqrt{3} m v_d^2}{4 a}$$

$$= \frac{3 \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 0,64}{4 \cdot 1} = 180 \sqrt{3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} = 72 \sqrt{3} \cdot 10^{-3} = 7,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$

Ответ:  $v_d = 0,1 \text{ м/с}$ ;  $r = \frac{8\pi\sqrt{3}}{3} \text{ c}$ ;  $R = 7,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-2} \text{ Н}$ .



1  2  3  4  5  6  7

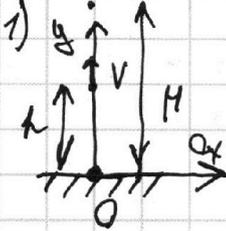
СТРАНИЦА  
7 ИЗ 2

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

№1

Дано:  
 $h = 11,2 \text{ м}$   
 $V = 4 \text{ м/с}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $V_0 = 16 \text{ м/с}$   
 $H = ?$   
 $L_{\text{max}} = ?$

Решение:



Введем  $Oy$  как показано на рисунке (O - на земле - ось прыгунья, ось верха до уровня  $Ox$  - прыгунья). Тогда, т.к. траектория прыгунья до взрыва строго вертикальна.

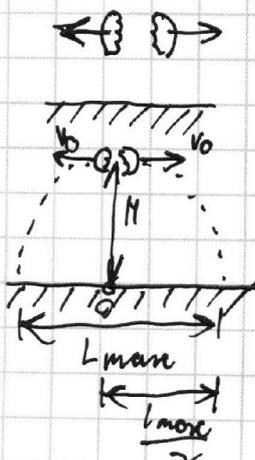
$H = h + Vt - \frac{gt^2}{2}$  (т.к. из этой H - высшая точка траектории, t - время от момента, когда прыгунья был на высоте h, до момента, когда он оказался на высоте H)

$$H = h + \frac{2V^2}{2g} - \frac{g}{2} \frac{V^2}{g^2}$$

$$H = h + \frac{2V^2 - V^2}{2g} \Rightarrow H = h + \frac{V^2}{2g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = 11,2 \text{ м} + \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 11,2 \text{ м} + 0,8 \text{ м} = \underline{\underline{12 \text{ м}}}$$

2) Рассмотрим момент разрыва прыгунья в CO, связ с у.к. прыгунья: Тогда в момент разрыва, т.к. скачки одинаковы, оба разлетятся в разные стороны (одинаковой скоростью). Тогда, т.к. прыгунья разорвался так, что L макс - макс, вектора их скоростей параллельны земле:



Тогда, т.к. у.к. не движется в точке H (скорость = 0 в верхней точке траектории)  $V_0$  - скорости скачков сразу после разрыва в CO, связ с землей, тогда: т.к. ситуация симметрична относительно  $Oy$ , разл. только левый прыгунья, пусть он приземлится на расстоянии  $\frac{L_{\text{max}}}{2}$  от точки O (точка старта). Тогда:

$$\begin{cases} 0 = H - \frac{gT^2}{2} \\ \frac{L_{\text{max}}}{2} = V_0 T \end{cases} \Rightarrow$$

См. см. см.



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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow \begin{cases} T = \sqrt{\frac{2H}{g}} \\ L_{\max} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \end{cases} & \Rightarrow L_{\max} = 2 \cdot 16 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = \\ & = 32 \text{ м/с} \cdot \sqrt{24} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \text{ с} = \\ & = \cancel{32 \cdot \sqrt{24}} \text{ м} = \\ & = \cancel{32 \sqrt{24}} \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \text{ м} = \underline{\underline{32 \sqrt{24} \text{ м}}} \end{aligned}$$

Ответ:  $H = 12 \text{ м}$ ;  $L_{\max} = 32 \sqrt{24} \text{ м}$ .



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  
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!

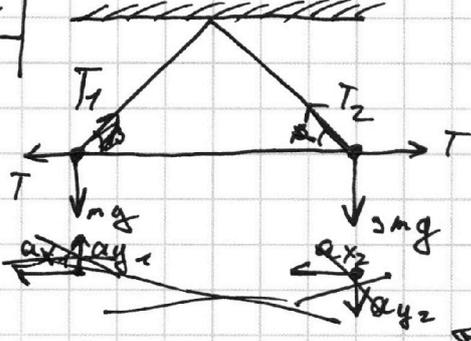
№ 3

Дано:  
 $m = 80 \text{ г}$   
 $3m; l;$   
 $l = 1,2 \text{ л}$

Решение:

1) Расставим силы, действующие на каждый шарик. Пусть  $T_1$  — сила натяжения левой нити;  $T_2$  — правой, тогда:

$\sin \alpha$  — ?  
 $a_2$  — ?  
 $T$  — ?



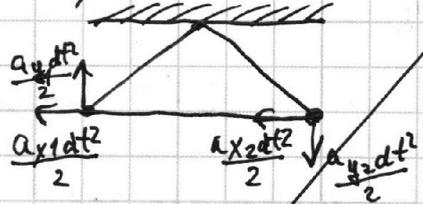
Пусть  $\beta$  — угол между нитью и вертикалью в точках подвеса; тогда:  $\cos \beta$   
Пусть  $a_{x1}; a_{y1}$  — ускорения левого шарика в проекциях на горизонталь и вертикаль осей;  $a_{x2}; a_{y2}$  — правого, тогда по 2 ЗФ:

$$\begin{cases} 3mg - T_2 \sin \beta = 3m a_{y2} \\ T_2 \cos \beta - T = 3m a_{x2} \\ T_1 \sin \beta - mg = m a_{y1} \\ T - T_1 \cos \beta = m a_{x1} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a_{y2} &= \frac{3mg - T_2 \sin \beta}{3m} \\ a_{x2} &= \frac{T_2 \cos \beta - T}{3m} \\ T &= \frac{m a_{y1} + mg}{\sin \beta} \\ T &= m a_{x1} + \frac{(m a_{y1} + mg) \cos \beta}{\sin \beta} \end{aligned}$$

Запишем кинематические связи:

Пусть прошло малое время  $dt$ , тогда  $m$  и  $3m$  передвинутся на:



Тогда, п.с. длины нитей и стержня  $\Delta s_{\text{нат}} = \text{const}$  соотносятся на  $\frac{dt^2}{2}$ :  
Пусть  $b_1 = \frac{a_{y1}}{a_{x1}}$ , тогда:

$$\begin{cases} (\frac{a_{x1}}{2} + 0,6l)^2 + (\frac{a_{y1}}{2} + \sqrt{e^2 + 0,36l^2})^2 = l^2 \\ (\frac{a_{x2}}{2} + 0,6l)^2 + (\frac{a_{y2}}{2} + \sqrt{e^2 + 0,36l^2})^2 = l^2 \end{cases}$$

скач. орг.



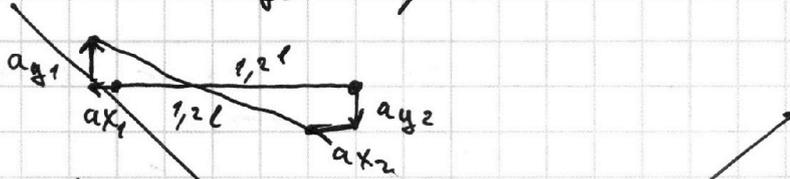
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Аналогично для стержня:



$$\left(\frac{1}{2}l - ax_2 - ax_1\right)^2 + (ay_1 + ay_2)^2 = \left(\frac{1}{2}l\right)^2$$

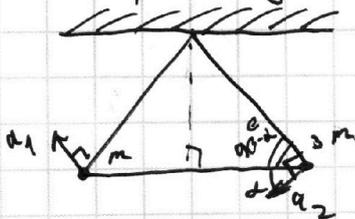
Тогда получим:

$$\begin{cases} (ax_1 + 0,6l)^2 + (\sqrt{1+0,36}l - ay_1)^2 = l^2 \\ (\sqrt{1^2+0,36}l + ay_2)^2 + (0,6l - ax_2)^2 = l^2 \\ (1,2l - ax_2 - ax_1)^2 + (ay_1 + ay_2)^2 = 1,44l^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (ax_1 + 0,6l)^2 + (1,06l - ay_1)^2 = l^2 \\ (1,06l + ay_2)^2 + (0,6l - ax_2)^2 = l^2 \\ (1,2l - ax_2 - ax_1)^2 + (ay_1 + ay_2)^2 = 1,44l^2 \end{cases}$$

П.к.  $F_{max}$  и  $T$  для каждого из грузов действуют в противоположные от  $T_1$  и  $T_2$  стороны, проекция этих сил на оси, проходящие через нити - направлены в одну сторону, нити  $T_1$  и  $T_2$  ⇒

⇒ П.к. нити не растянутся до корней грузов, в проекции на прямые, проходящие через нити - 0 ⇒ Пусть угол первого груза  $\alpha$  -  $\alpha_1$ ; второго  $\alpha_2$  - найдем период нити, тогда:



⇒ Тогда, п.к. нити одинаковой длины, из равн. системы:

$$\sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{0,6l}{l} = \underline{\underline{0,6}}$$

← ав. ав. сох.



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!

2) Тогда, м.к.  $l \sin \alpha = \text{const}$ , запишем кинемат. связь:

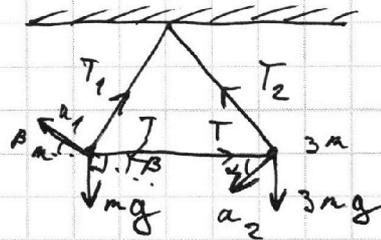
$$a_1 = a_2 \quad (\text{м.к. } l = \text{const}) \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  Т.к.  $\beta$  - угол между горизонт. и  $a_1$ , тогда:

$$\begin{cases} 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 3ma_2 \\ T \cos \beta - mg \sin \beta = ma_1 \end{cases}$$

$$\text{м.к. } \alpha = \beta; a_1 = a_2:$$

$$\begin{cases} 3mg \cdot 0,6 - T \cos \alpha = 3ma_2 \\ T \cos \alpha - mg \cdot 0,6 = ma_2 \end{cases} \Rightarrow$$



$$\begin{cases} T \cos \alpha = ma_2 + mg \cdot 0,6 \\ 3mg \cdot 0,6 - ma_2 - mg \cdot 0,6 = 3ma_2 \end{cases}$$

$$4ma_2 = 0,6 \cdot 3mg - 0,6mg$$

$$a_2 = \frac{0,6 \cdot 2}{4} = 0,3 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = \frac{ma_2 + mg \cdot 0,6}{\cos \alpha} = \frac{m(a_2 + 0,6g)}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{0,28(0,3 + 6)}{0,8} =$$

$$= 0,63 \text{ Н}$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,6; a_2 = 0,3 \text{ м/с}^2; T = 0,63 \text{ Н}$ .



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!

№ 4

(Пл. к. мм. м. м. м.)

Дано:

$$\nu = 3 \text{ моль } i = 3$$

$$T_0 = 270 \text{ K}$$

$$\mu = 250 \text{ кг}$$

$$N = 15$$

$$q = 10 \text{ к/с}^2$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$k = 0,5$$

Решение:

Пл. к.  $Q = C \nu \Delta T$  для каждого процесса, запишем

2 з. Пл. к.

$$1-2: \begin{cases} 1,5 \nu R \Delta T_{12} = C_{12} \nu \Delta T_{12} - A_{12} \end{cases}$$

$$2-3: \begin{cases} 1,5 \nu R \Delta T_{23} = C_{23} \nu \Delta T_{23} - A_{23} \end{cases}$$

$$3-2: \begin{cases} 1,5 \nu R \Delta T_{31} = C_{31} \nu \Delta T_{31} - A_{31} \end{cases}$$

Итого:

$$A_{12} = 1,5 \nu R \Delta T_{12} + C_{12} \nu \Delta T_{12} = 2R \cdot 8T_0 - 1,5 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 8T_0 = 8,31 R T_0 (48 - 36) = 12 R T_0$$

$$A_{23} = C_{23} \nu \Delta T_{23} - 1,5 \nu R \Delta T_{23} = 1,5 R \cdot 3 \cdot -6T_0 -$$

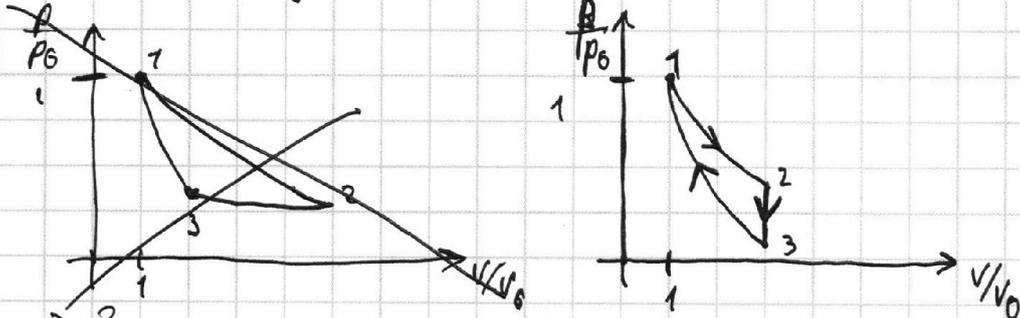
ср. кр.

$$-1,5 \cdot 3 \cdot R \cdot -6T_0 = -27 R T_0 + 27 R T_0 = 0 \text{ — изобарный процесс}$$

$$A_{31} = C_{31} \nu \Delta T_{31} - 1,5 \nu R \Delta T_{31} = 2,5 R \cdot 3 \cdot -2T_0 -$$

$$-1,5 \cdot 3 \cdot R \cdot -2T_0 = -15 R T_0 + 9 R T_0 = -6 R T_0$$

Пл. к. все процессы — политропные, график имеет вид:



2) За один цикл газ совершает работу:

$$A_1 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 6 R T_0 = 6 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ Дж} = 13462,3 \text{ Дж}$$

3) Тогда за  $N$  циклов газ совершит работу:

$$A_{\text{ит}} = N \cdot A_1 \cdot k$$

→



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!

полагая:

$$\log H = \log A_{\text{max}} = N \log K \Rightarrow H = \frac{N \cdot K}{\log} = \frac{15 \cdot 13462,3 \cdot 45}{250 \cdot 0} \mu =$$

$$\approx \frac{7,5 \cdot 13462}{2500} \mu \approx \frac{1007750}{250} \mu \approx \frac{100.000}{250} \mu = \frac{10.000}{25} = \underline{\underline{400 \mu}}$$

Ответ:  $d_1 = 13462,3 \mu\text{m}$ ;  $H \approx 400 \mu$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

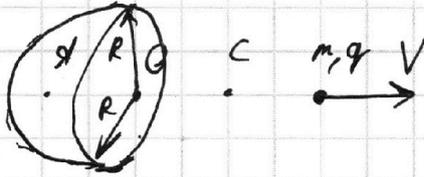
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

15

Дано:  
 $Q; R; k$   
 $m; q; V$   
 $v_0 = ?$   
 $v_c = ?$

Решение:

1)



На самой большой расстоянии от  $O$  функция  $\rightarrow 0$  (энергия малая);  $\psi = 0 \Rightarrow$  Потенциал точки  $= 0$  (энергия взаимного действия заряда и полусферы  $= 0$ )  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \epsilon_n = \frac{mv^2}{2}$$

Также по ЗЭ для  $m$  и  $q$  в точке  $O$ :

$$\epsilon_m = \frac{mv_0^2}{2} + \psi_0 q, \text{ где } \psi_0 - \text{потенциал точки } O.$$

Т.е. все точки полусферы находятся на одинаковом расстоянии  $R$  от точки  $O$ :

$$\psi = \int_{\text{полусфера}} \frac{kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{v^2} = \frac{mv^2 - kQq}{R} = \frac{Rmv^2 - 2kQq}{mR}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} - \frac{kQq}{mR}$$

$$v_0^2 = v^2 - \frac{2kQq}{mR} \Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$



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

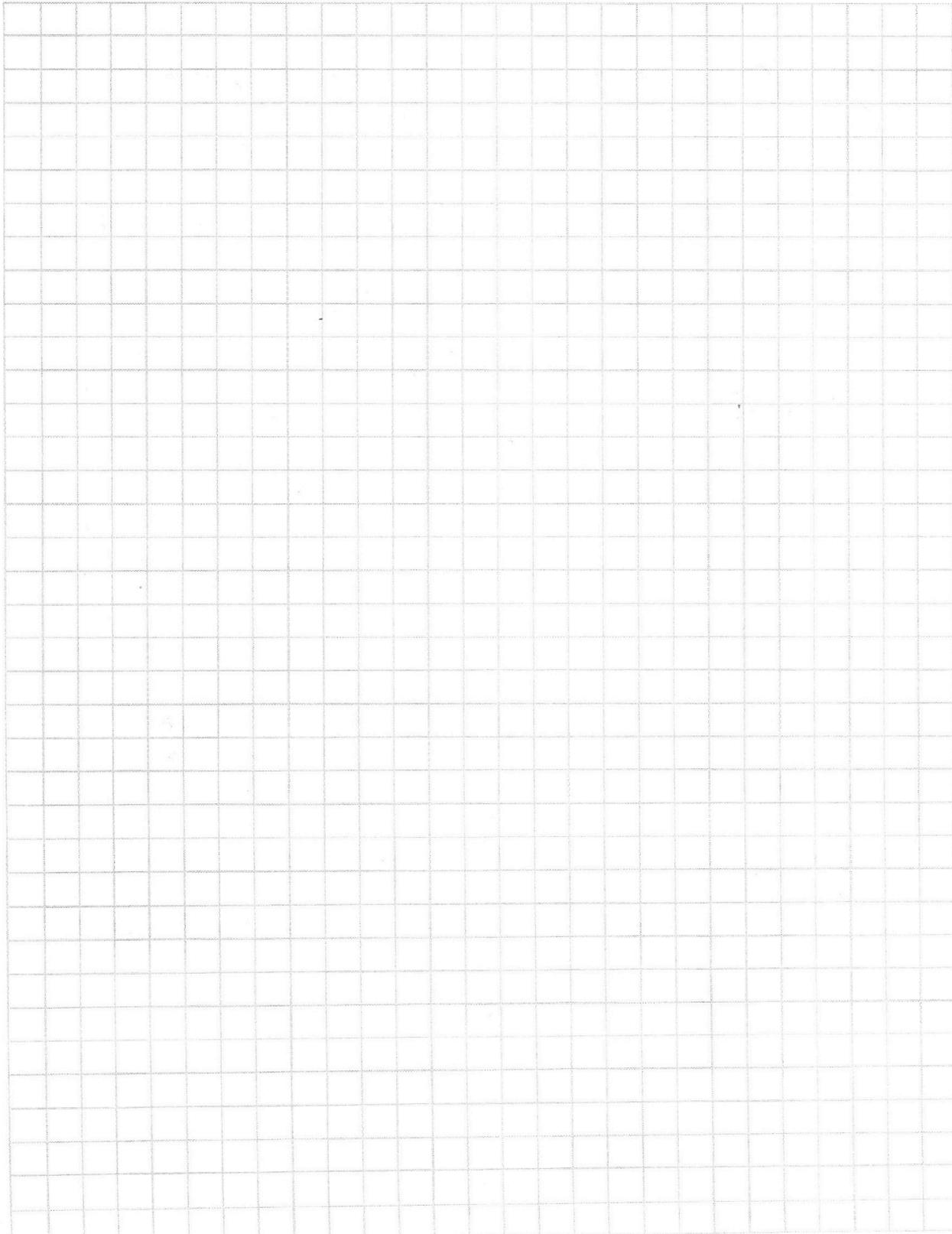
5

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!





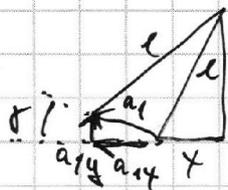
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

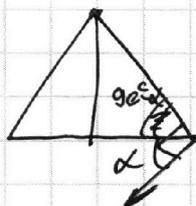
черновик



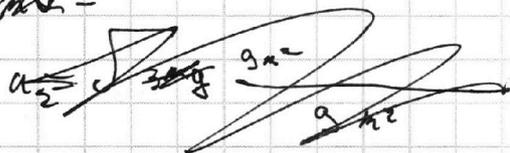
$$y^2 + x^2 = (y - a)^2 + a^2$$

$$\sqrt{1,36} = 1,06$$

$$1,2^2 = 1,44$$



$\sin \alpha =$





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 №1**

$\rho V = \sqrt{RT}$   
 $\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1 = \sqrt{RT}$   
 $\vec{v}_d = 0,8 \text{ м/с}$  С.р. моря =  $\vec{v}_0 + \vec{v}_d$   
 $T_{\text{гидр}} = W$   $Q = C \left( \frac{8 \rho_0 v_0}{R} \right)$   
 $\pi \text{ гильб } \rho_0; \gamma_0; \rho_1; V_1;$   
 $\rho_1 V_1 = 9 \rho_0 v_0$   
 $1,5 \rho_0 v_0 = 16 \rho_0 v_0 - \text{drag}$   
 $\text{drag} = 4 \rho_0 v_0$   
 $\rho_0 v_0$

$\cos 30^\circ = \frac{0,2}{x} \Rightarrow x = \frac{0,2}{\cos 30^\circ} = \frac{0,2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}}$   
 $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$   
 $\vec{v}_d = w x + \vec{v}_0$   
 $\vec{v}_0 = ?$

**№2**

$\frac{p_1}{V_1} = k \Rightarrow p_1 = k V_1$   
 $1,5 R \rho_0 T = Q - \text{drag}$   
 $1,5 R \rho_0 (k V_1^2 - \rho_0 v_0) = C \left( \frac{8 \rho_0 v_0}{R} \right) - \text{drag}$

$\sqrt{\frac{24}{10}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 4}{10}} = \sqrt{\frac{24}{10}}$   
 $\rho_0 \frac{p_1 V_1}{\rho_0 v_0} = 0 \Rightarrow k V_1^2 = 9 \rho_0 v_0$   
 $\frac{\rho_0 v_0}{\rho_0 v_0} = \frac{k V_1^2}{9}$

**№3**

$\cos \beta = \frac{0,6}{1} = 0,6$   
 $3mg - T_2 \cos \beta = 3m a_{y1}$   
 $T_2 \cos \beta - T_{\text{см}} = 3m a_{x1}$   
 $T_1 \sin \beta - mg = m a_{y2}$   
 $T_{\text{см}} - T_1 \cos \beta = m a_{x2}$   
 Суммарно дадим:  
 $a_{x1} = a_{x2}$   
 $3g - a$   
 $a_{y2} = \frac{a_{y1}}{\sin \alpha} = \frac{a_{y1}}{\sqrt{a_{y1}^2 + a_{x1}^2}}$

Diagram 1: A triangle with forces  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{\text{см}}$  and weight  $mg$ . Accelerations  $a_{x1}$ ,  $a_{y1}$  are shown.

Diagram 2: A triangle with forces  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{\text{см}}$  and weight  $mg$ . Accelerations  $a_{x2}$ ,  $a_{y2}$  are shown.

Diagram 3: A triangle with forces  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{\text{см}}$  and weight  $mg$ . Accelerations  $a_{x1}$ ,  $a_{y1}$  are shown.

Diagram 4: A triangle with forces  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{\text{см}}$  and weight  $mg$ . Accelerations  $a_{x2}$ ,  $a_{y2}$  are shown.

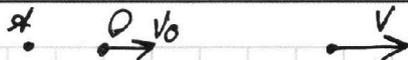
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{100}{25} = 25 \quad i=3$$

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{100} \text{ Две}$$

$$C = \frac{Q}{K \cdot \Delta T}$$

Черновик

Узотемпер -

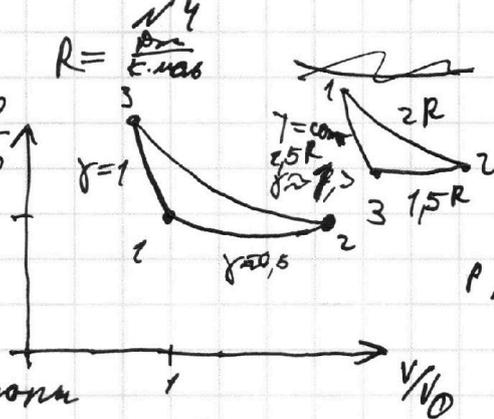
$$pV = \text{const} \quad 2,321$$

$$C = +0 \quad +7,3162$$

$$\frac{75}{75}$$

$$\frac{C}{R} = 1 \quad T/T_0 = 1$$

$$C = 2R \Rightarrow$$



Узодимит:

$$\delta Q = \delta p dV$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot R \delta T = \delta Q - \delta A$$

$\Rightarrow$

Типичный пример  
(узотемпер, узодимит, узодимит, ...)

$$pV^\gamma = \text{const}$$

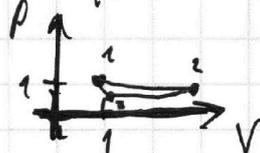
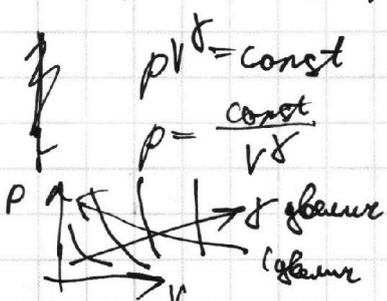
узодимит:

$$1,5(p \delta V) = Q - p \delta V \Rightarrow$$

$$Q - 2,5 p \delta V = 2,5 R \delta T$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\delta Q}{\delta T}$$

Типичный пример 3-1 - узотемпер

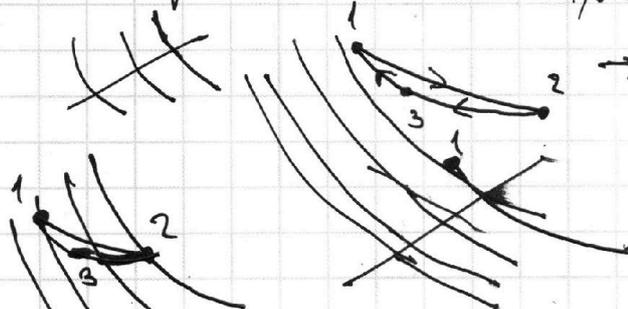


$$\frac{\delta Q}{Q} = \frac{\delta T}{T}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = 2,5R$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{C}$$

$$p \delta V = \frac{Q}{C}$$



$$C = \frac{Q - \delta W}{\Delta T} = \frac{75}{2500} = 0,03$$

$$C = \frac{1,5R}{C} = \frac{Q - \delta W}{\Delta T}$$

$$1,5R \cdot C = Q - \delta W$$

$$\frac{1,5R}{C} = 1 - \frac{1}{C} \cdot \frac{p}{p_0}$$

$$1,5R = C - 1$$

$$C = 1,5R + 1$$

$$1-2: 1,5 \sqrt{R} \delta T_0 = \delta W_{12} - \delta Q_{12}$$

$$2-3:$$

$$Q_{12} = 8T_0 \cdot C_{12}$$

$$8T_0 = 2R \Rightarrow Q_{12} = \frac{8T_0}{R}$$

$$Q_{12} = 16T_0 R$$

$$pV^\gamma = \text{const} \Rightarrow \delta p = -\frac{\gamma p}{V} \delta V$$

$$Q = \delta T V C$$

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{1}{\delta T} \int p \delta V$$

$$1,5R \delta T = \frac{1}{\delta T} \int p \delta V$$