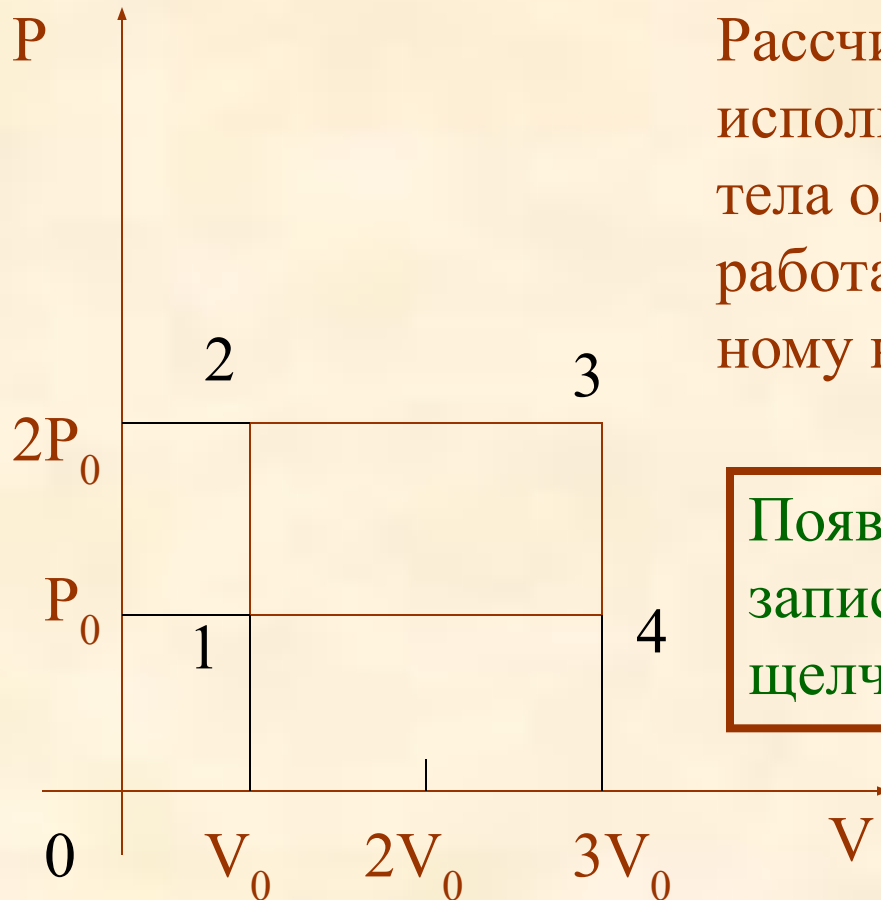


**Алгоритм решения задач на определение к.п.д.
теплового цикла по графику зависимости
давления от объема**

Задача на определение коэффициента полезного действия по графику зависимости давления от объема.



Рассчитайте КПД тепловой машины, использующей в качестве рабочего тела одноатомный идеальный газ и работающей по циклу, изображенному на рисунке.

Появление новых рисунков и записей происходит только после щелчка мыши.



Задача на определение коэффициента полезного действия по графику зависимости давления от объема.

Рассчитайте КПД тепловой машины, использующей в качестве рабочего тела одноатомный идеальный газ и работающей по циклу, изображенному на рисунке.



Подсказка №1

Подсказка №2

Алгоритм решения

Решение



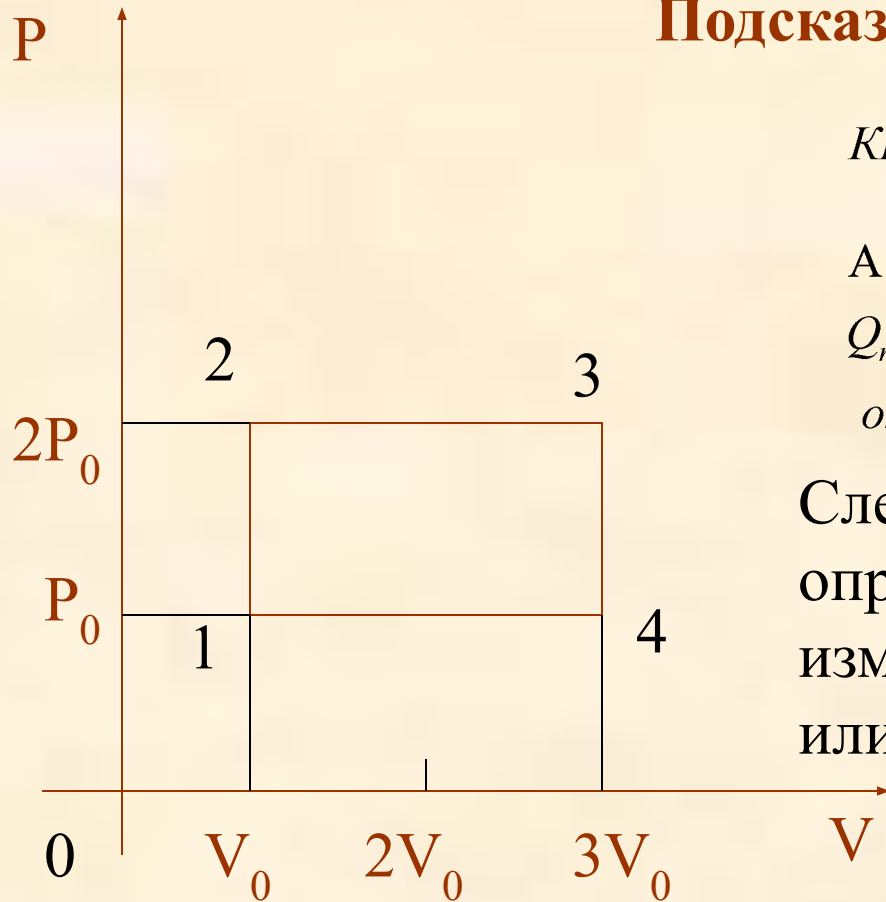
Подсказка №1

$$\text{КПД} = \frac{A}{Q_{\text{полученное}}}$$

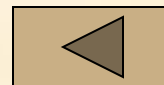
A – работа газа за цикл

$Q_{\text{полученное}}$ – количество теплоты полученное от нагревателя

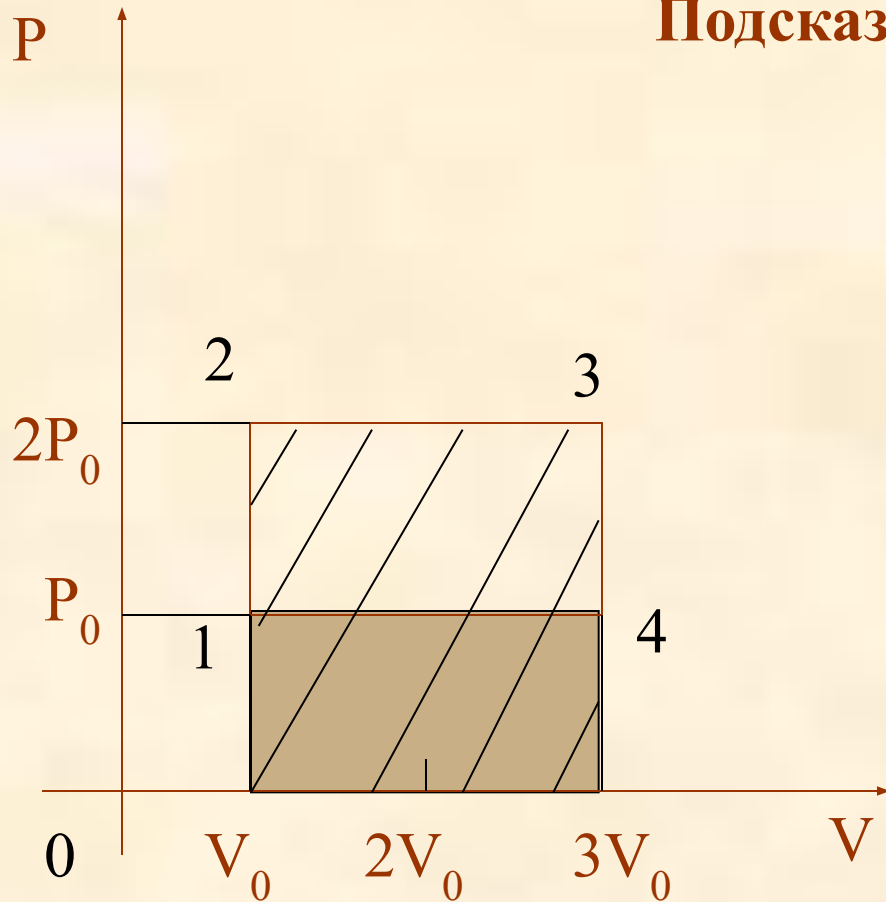
Следовательно, необходимо определить в каждом процессе по изменению температуры получено, или отдано количество теплоты.



Расчет количества теплоты производят исходя из первого закона термодинамики.

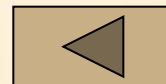


Подсказка №2

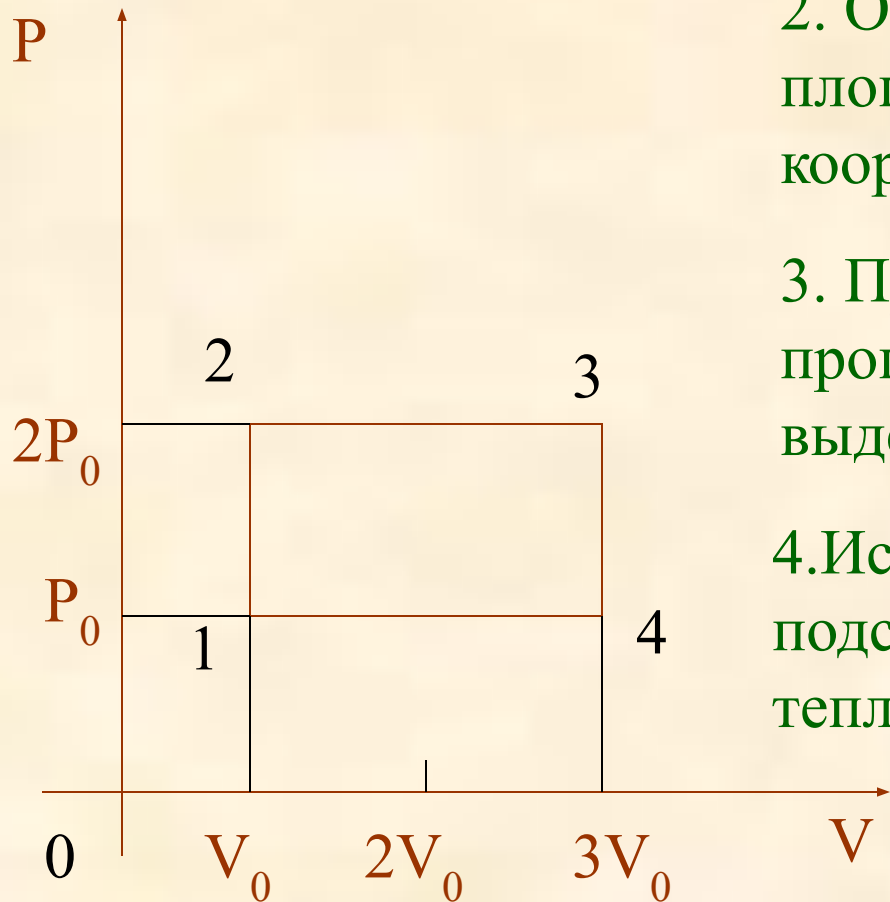


Работа, выполненная в каком-либо процессе, численно равна площади фигуры заключенной под графиком в координатах $P(V)$. Площадь заштрихованной фигуры равна работе в процессе 2-3, а площадь закрашенной фигуры - работе в процессе 4-1, причем именно эта работа газа отрицательна, т.к. от 4 к 1 объём уменьшается.

Работа за цикл равна сумме этих работ. Следовательно работа газа за цикл численно равна площади этого цикла.



Алгоритм решения задачи.



1. Записать формулу КПД.

2. Определить работу газа по площади фигуры процесса в координатах P, V .

3. Проанализировать в каком из процессов поглощается, а не выделяется количество теплоты.

4. Используя 1 закон термодинамики, подсчитать полученное количество теплоты.

5. Подсчитать КПД.

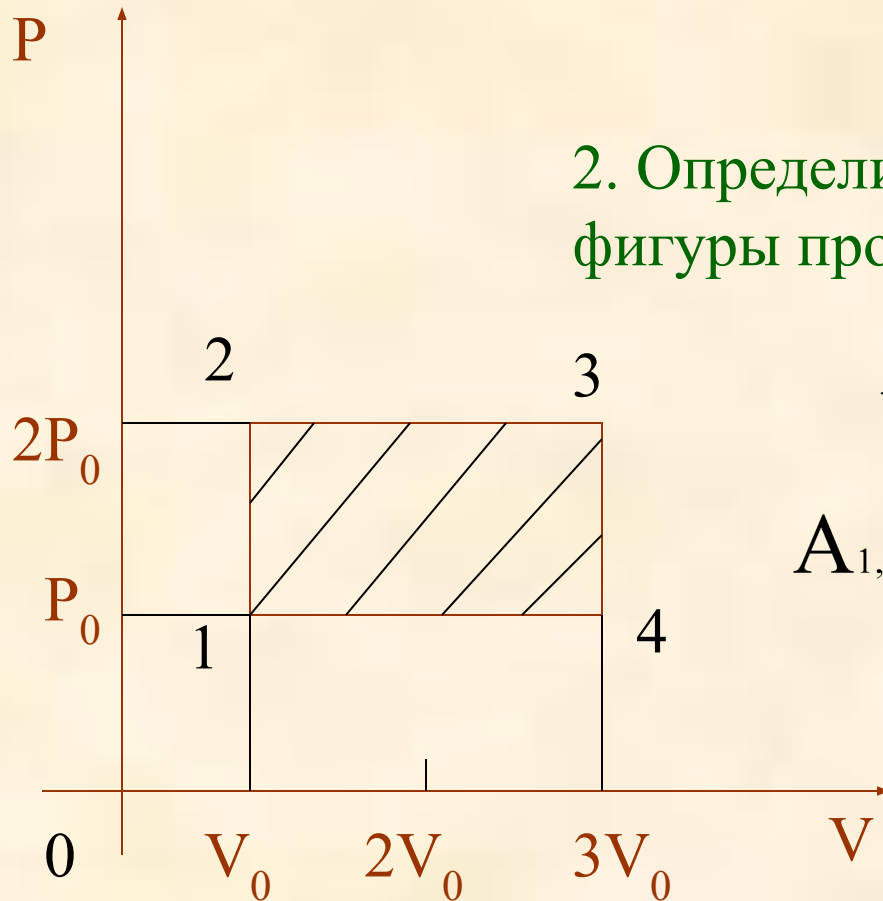


Решение

1. Записать формулу КПД.

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{побитая}}}$$

2. Определить работу газа по площади фигуры процесса в координатах P, V.



$$A_{1,2,3,4} = S_{\text{прямоугольника}}$$

$$A_{1,2,3,4} = (2P_0 - P_0)(3V_0 - V_0)$$



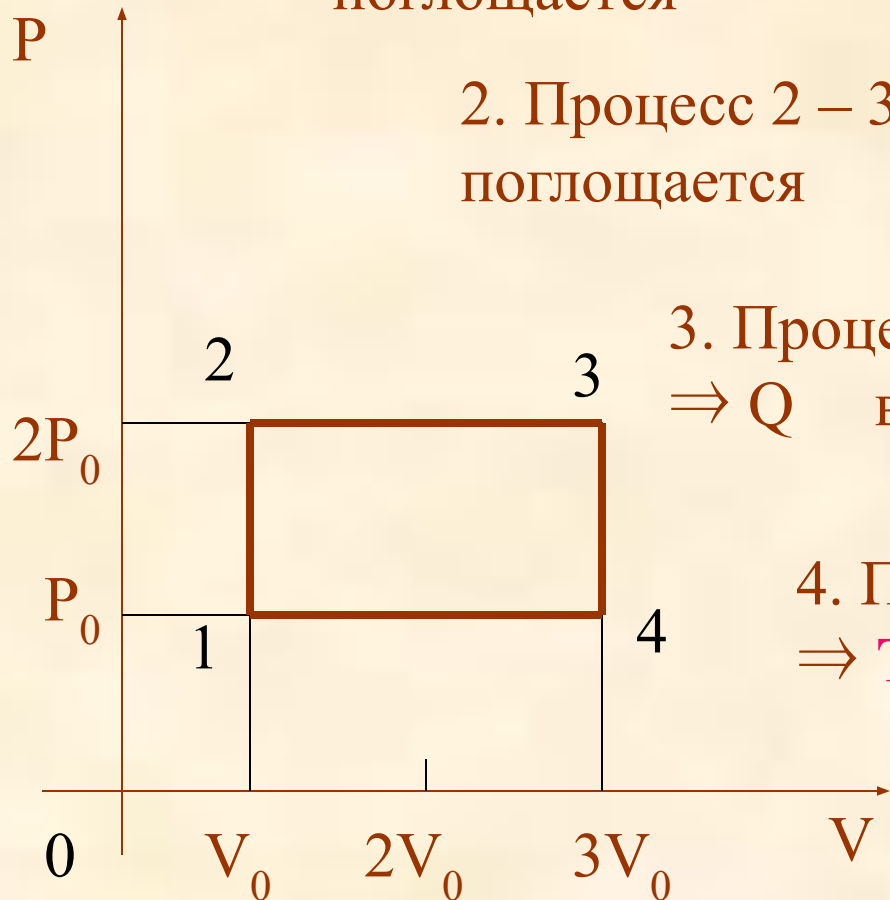
3. Проанализировать в каком из процессов поглощается , а не выделяется количество теплоты.

1. Процесс 1 – 2 . $V = \text{const}$, $P \uparrow \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow Q$
поглощается

2. Процесс 2 – 3. $P = \text{const}$, $V \uparrow$, $\Rightarrow T \uparrow \Rightarrow Q$
поглощается

3. Процесс 3 – 4. $V = \text{const}$, $P \downarrow$, $\Rightarrow T \downarrow \Rightarrow Q$
выделяется

4. Процесс 4 – 1. $P = \text{const}$, $V \downarrow$,
 $\Rightarrow T \downarrow \Rightarrow Q$ выделяется



4. Используя 1 закон термодинамики, подсчитать полученное количество теплоты.

Для процесса 1-2 $Q_{1,2} = \Delta U_{1,2} + A_{1,2}$

$A_{1,2} = 0$ Для изохорного процесса

$$\Delta U_{1,2} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1$$

$$P_1 V = \nu R T_1$$

$$P_2 V = \nu R T_2$$

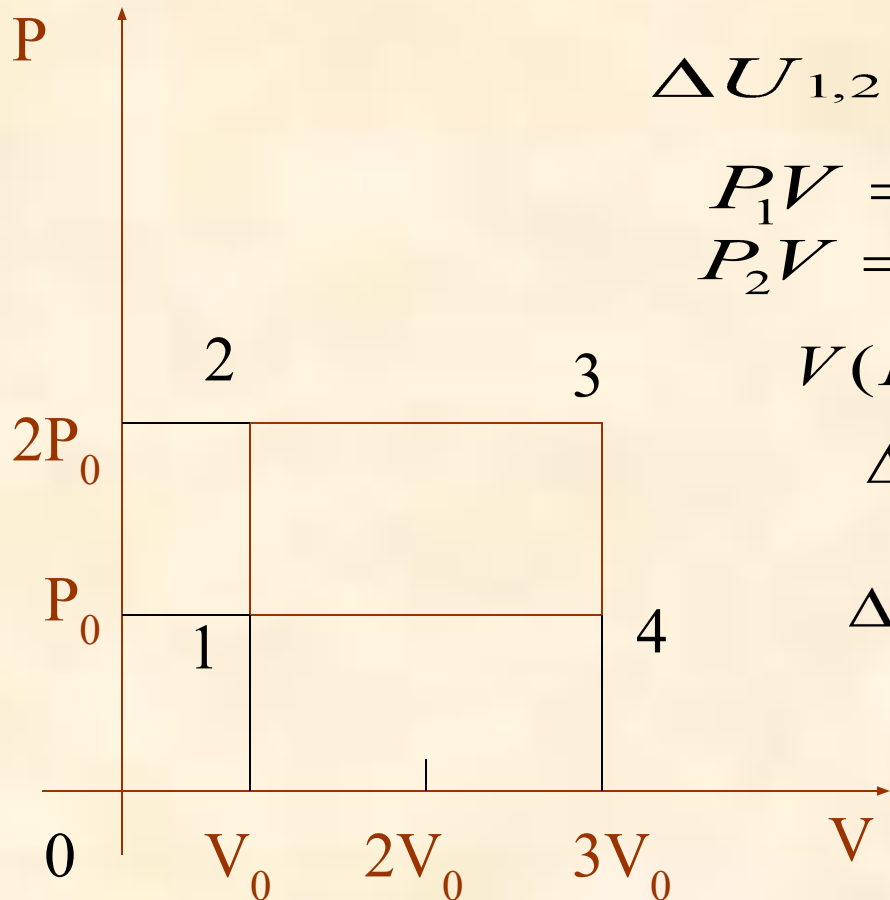
Вычтем из нижнего уравнения верхнее

$$V(P_2 - P_1) = \nu R \Delta T \Rightarrow$$

$$\Delta U_{1,2} = \frac{3}{2} V(P_2 - P_1)$$

$$\Delta U_{1,2} = \frac{3}{2} V_0(2P_0 - P_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0$$

следовательно $Q_{1,2} = \frac{3}{2} P_0 V_0$



4. Используя 1 закон термодинамики, подсчитать полученное количество теплоты.

Для процесса 2-3

$$Q_{2,3} = \Delta U_{2,3} + A_{2,3}$$

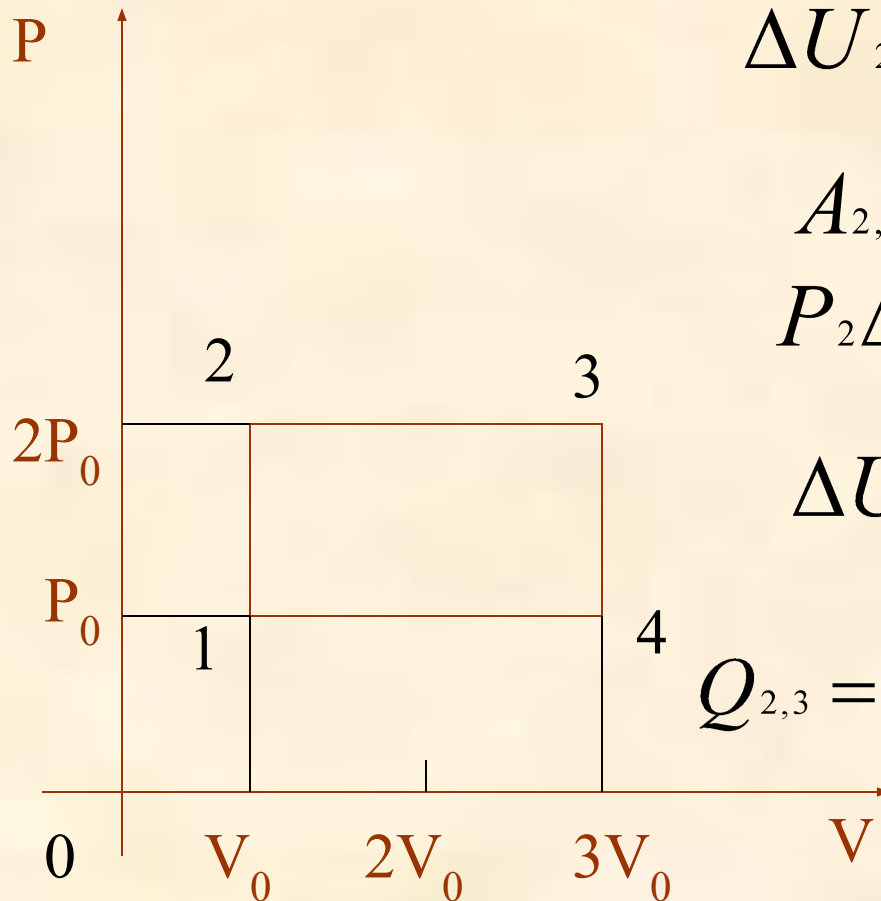
$$\Delta U_{2,3} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$A_{2,3} = P_2 \Delta V_2$$

$$P_2 \Delta V_2 = \nu R \Delta T_2 \Rightarrow$$

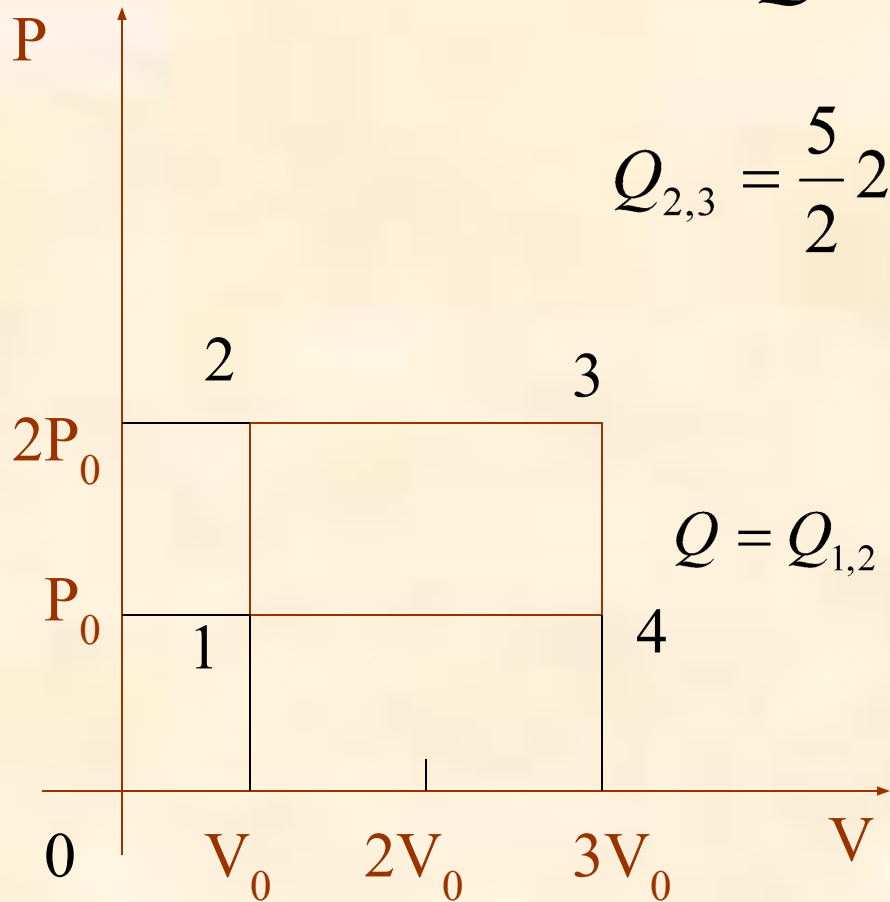
$$\Delta U_{2,3} = \frac{3}{2} P_2 \Delta V_2 \Rightarrow$$

$$Q_{2,3} = \frac{3}{2} P_2 \Delta V_2 + P_2 \Delta V_2 = \frac{5}{2} P_2 \Delta V_2$$

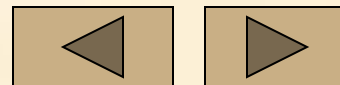


$$Q_{2,3} = \frac{5}{2} P_2 \Delta V_2$$

$$Q_{2,3} = \frac{5}{2} 2P_0 (3V_0 - V_0) = 5P_0 2V_0 = 10P_0 V_0$$



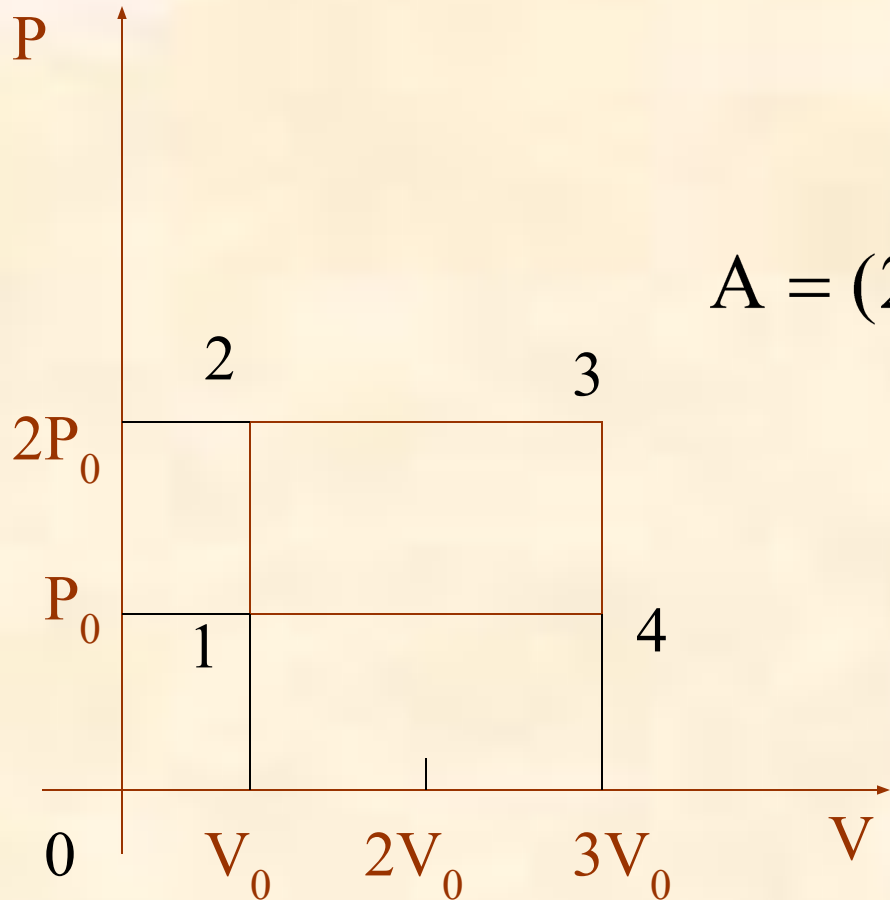
$$Q = Q_{1,2} + Q_{2,3} = 10P_0 V_0 + \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{23}{2} P_0 V_0$$



5. Подсчитать КПД.

$$\text{КПД} = \frac{A}{Q_{\text{полученное}}}$$

$$A = (2P_0 - P_0)(3V_0 - V_0) = 2P_0V_0$$



$$\text{КПД} = \frac{2P_0V_0}{\frac{23}{2}P_0V_0} = \frac{4P_0V_0}{23P_0V_0}$$

$$= \frac{4}{23} \approx 0,17 \approx 17\%$$

