

Определение КПД цикла



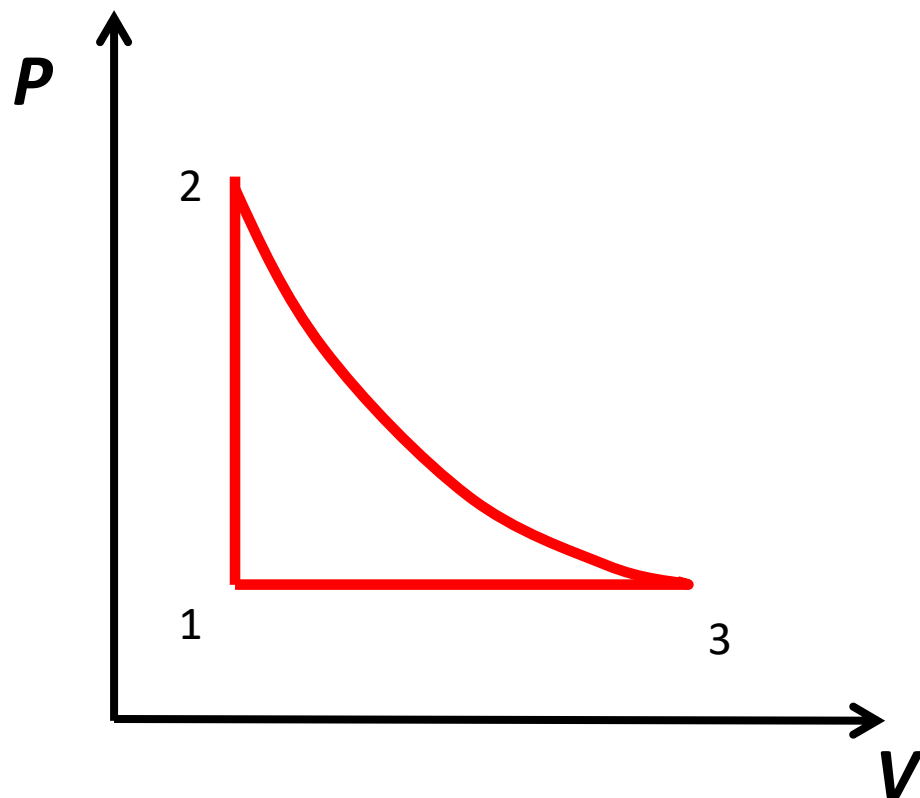
Шпаргалка

Работа		
T=const	V=const	P=const
$A = \nu RT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	0	$A = p\Delta V$

Внутренняя энергия		
T=const	V=const	P=const
0	$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \Delta(pV)$	

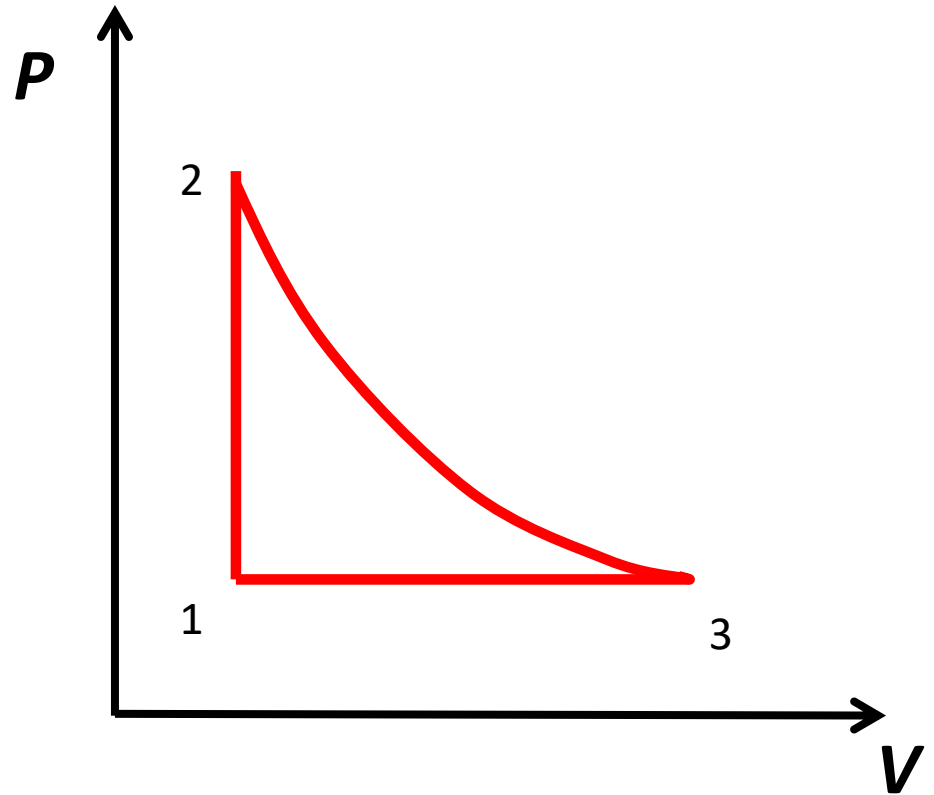
Дан цикл 1-2-3
Найти его КПД, сравнить с
максимально возможным.
Газ – азот, 10 моль

№	T, K	P, Па	V, м ³
1	300		0,1
2	900		
3			



Находим значения величин

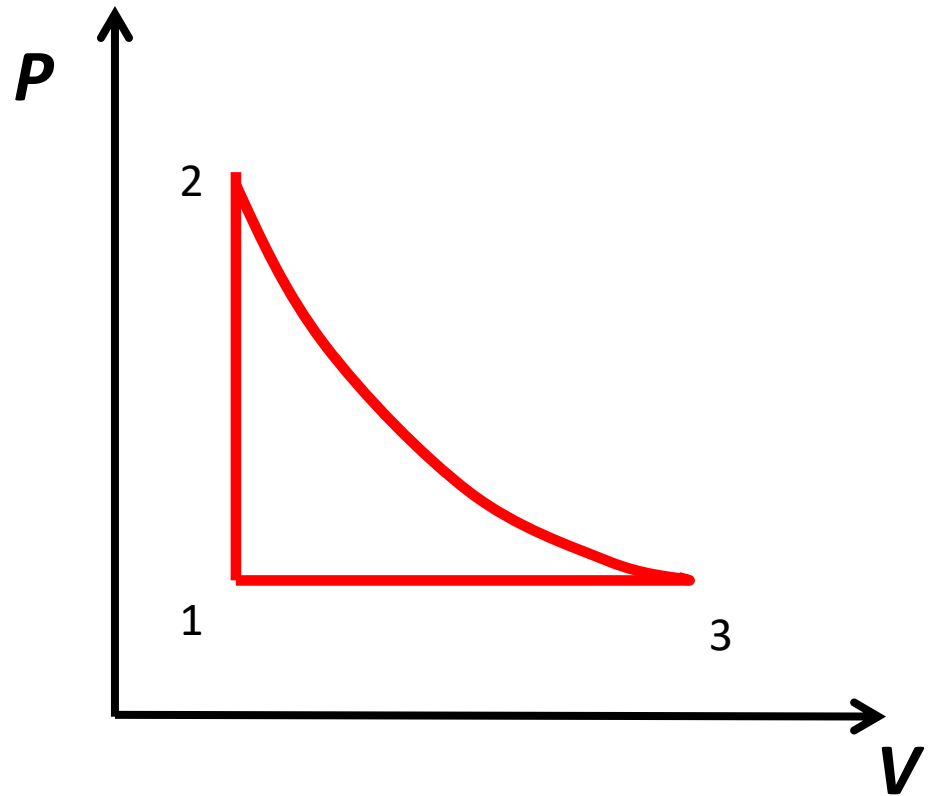
№	T, К	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900		
3			



$$P = \frac{\nu RT}{V} = \frac{10 \cdot 8,3 \cdot 300}{0,1} = 2,5 \cdot 10^5$$

Находим значения величин

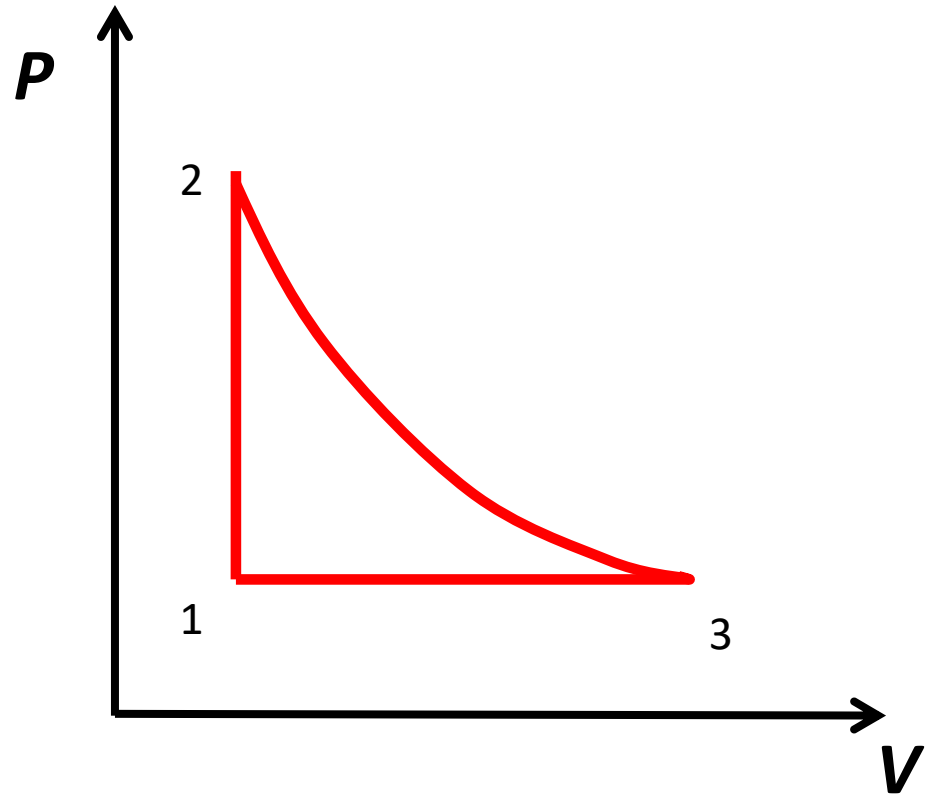
№	T, K	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3			



1-2 - Изохорный

Находим значения величин

№	T, К	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3

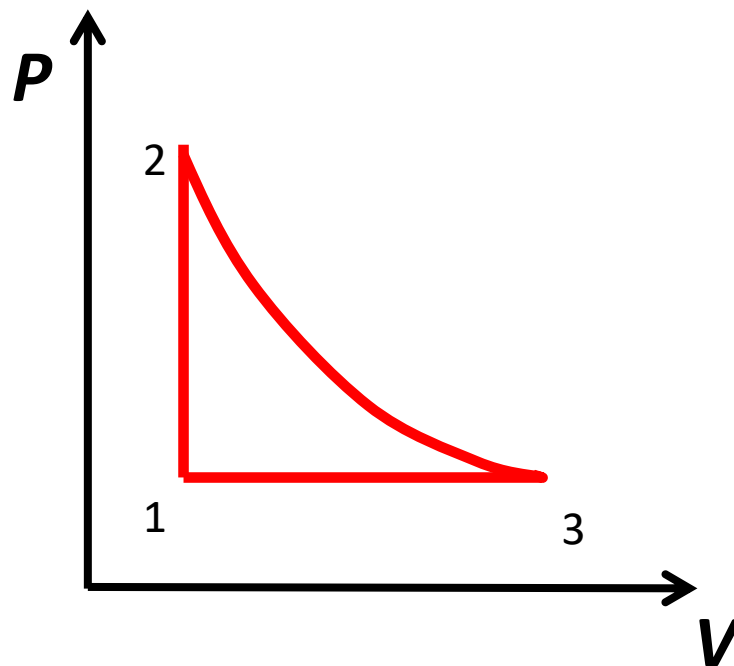


2-3 – Изотерма

3-1 - Изобара

Строим таблицу для Q, A, ΔU

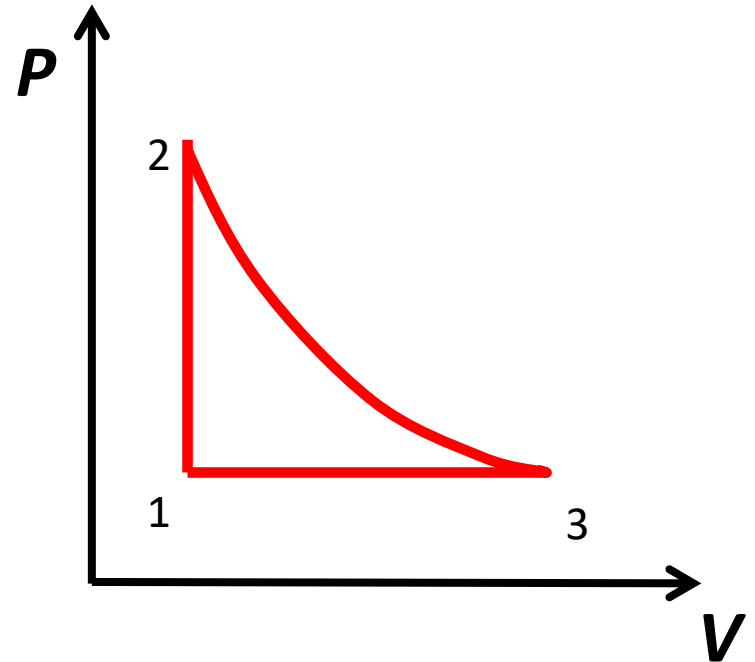
№	T, К	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2			
2-3			
3-1			
Цикл			

Процесс 1-2

№	T, К	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3			
3-1			
Цикл			

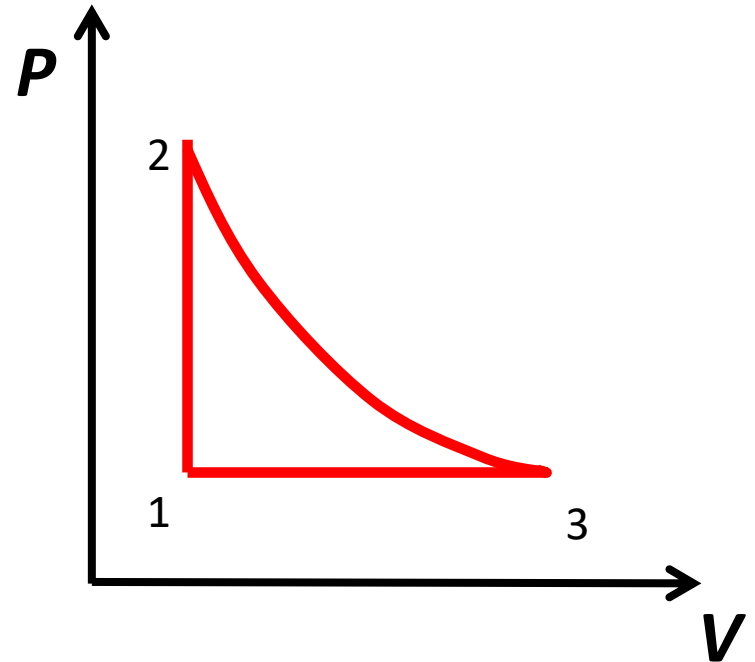
$$A=0$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 2,5 \cdot 10 \cdot 8,3 \cdot 600 = 124,5 \times 10^3 \text{ Дж} = 124,5 \text{ КДж}$$

$$Q = 124,5 \text{ КДж}$$

Процесс 2-3

№	T, К	P, Па	V, м³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3

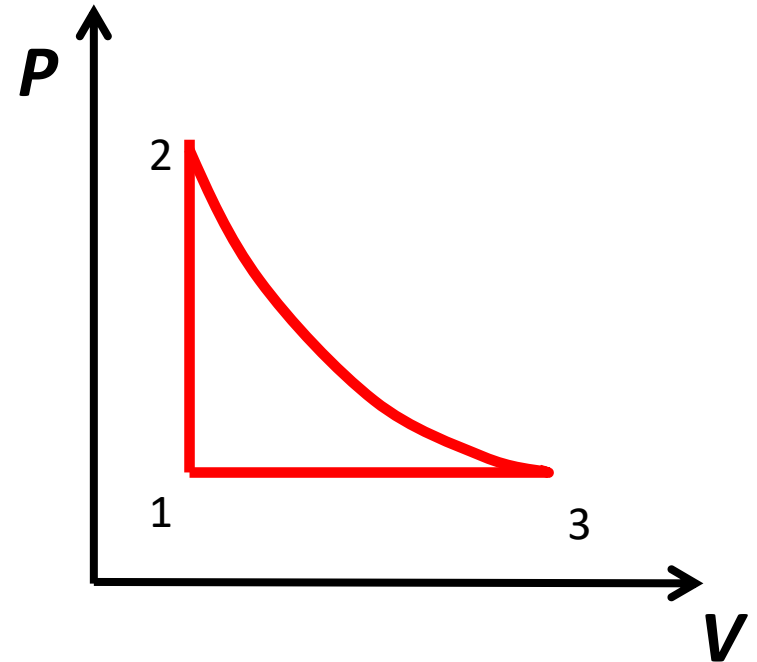


№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3	82	0	82
3-1			
Цикл			

$$\begin{aligned}
 A &= \nu RT \cdot \ln \left(\frac{V_3}{V_2} \right) = \\
 &= 10 \cdot 8,3 \cdot 900 \cdot \ln(3) = \\
 &= 82\,066 \text{ Дж} = 82 \text{ КДж} \\
 \Delta U &= 0 \\
 Q &= 82 \text{ КДж}
 \end{aligned}$$

Процесс 3-1

№	T, К	P, Па	V, м³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3	82	0	82
3-1	-50	-124,5	-174,5
Цикл			

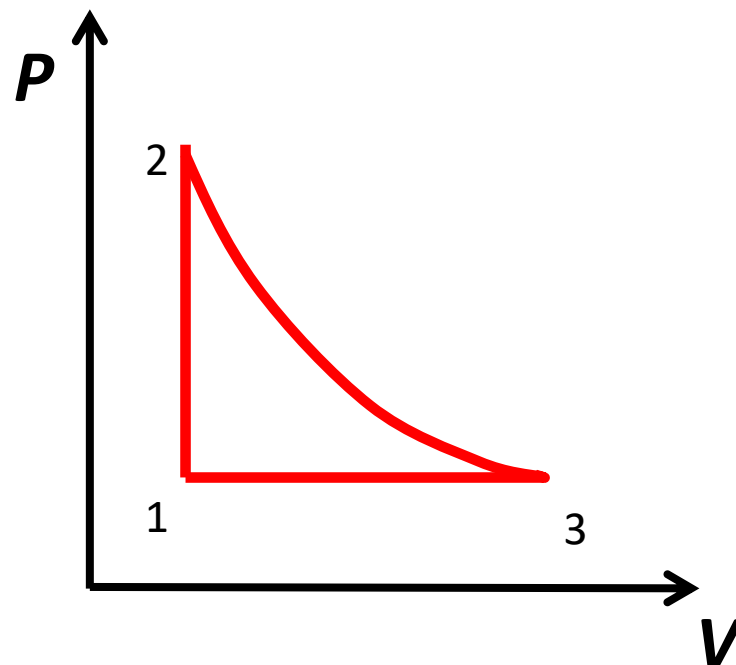
$$A = P\Delta V = 2,5 \cdot 10^5 \cdot (-0,2) = -50\,000 \text{ Дж} = -50 \text{ КДж}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 2,5 \cdot 10 \cdot 8,3 \cdot (-600) = -124,5 \times 10^3 \text{ Дж} = -124,5 \text{ КДж}$$

$$Q = -50 - 124,5 = -174,5 \text{ КДж}$$

Подводим итоги

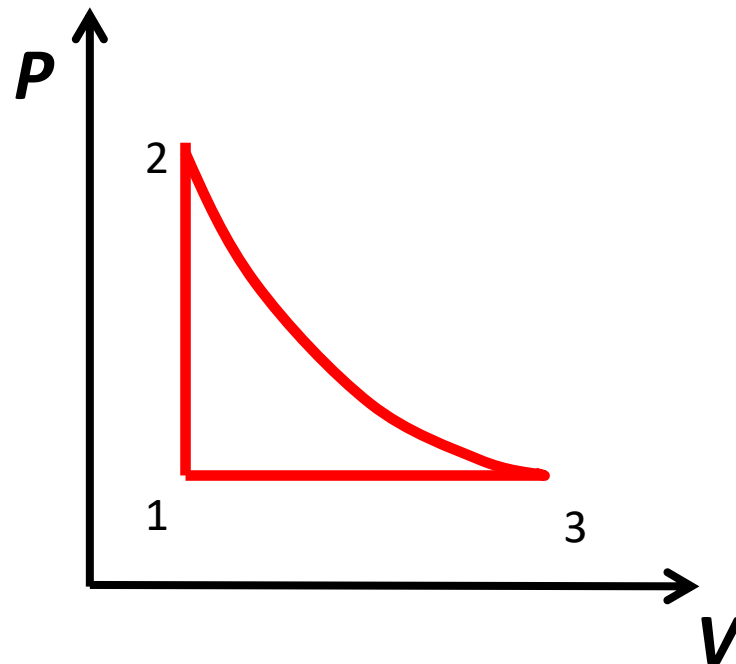
№	T, К	P, Па	V, м ³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3	82	0	82
3-1	-50	-124,5	-174,5
Цикл	32	0	32

КПД

№	T, К	P, Па	V, м³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3	82	0	82
3-1	-50	-124,5	-174,5
Цикл	32	0	32

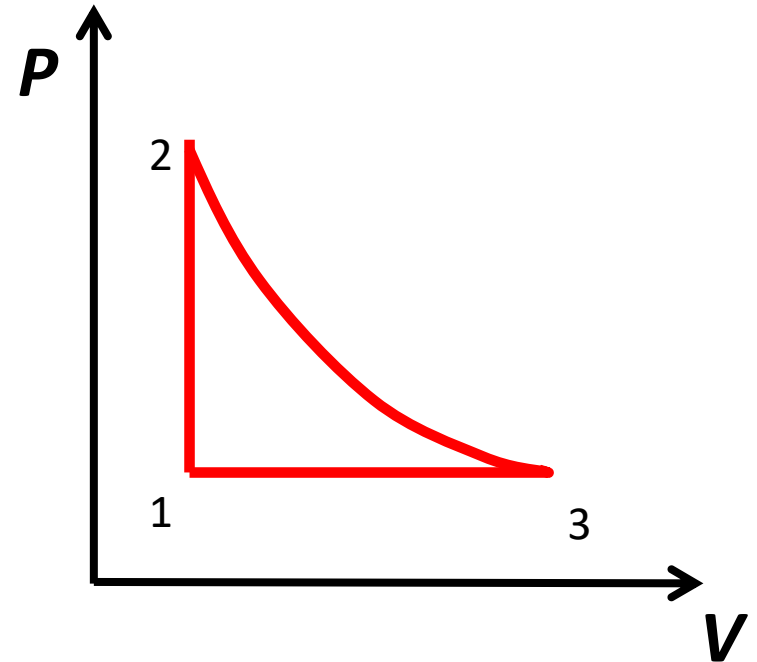
$$A = 32 \text{ КДж}$$

$$Q_{\text{пол}} = 124,5 + 82 = 206,5 \text{ КДж}$$

$$\eta = \frac{32}{206,5} = 0,155 = 15,5\%$$

Максимально возможный КПД

№	T, К	P, Па	V, м³
1	300	$2,5 \times 10^5$	0,1
2	900	$7,5 \times 10^5$	0,1
3	900	$2,5 \times 10^5$	0,3



№	A, КДж	ΔU , КДж	Q, КДж
1-2	0	124,5	124,5
2-3	82	0	82
3-1	-50	-124,5	-174,5
Цикл	32	0	32

$$\begin{aligned}
 \eta &= 1 - \frac{T_x}{T_H} = 1 - \frac{300}{900} = \\
 &= 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = 0,667 = 66,7\%
 \end{aligned}$$