



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

ÔN TẬP
VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 1
PHẦN NHIỆT HỌC



Phương trình trạng thái khí lý tưởng: $PV = \frac{m}{\mu} RT$ P (N/m ²), V (m ³), m (kg), μ (kg/kmol), R (J/(kmol K)), T (K)	$C_v = \frac{iR}{2}$	$C_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R$
	Khí đơn nguyên tử (He, Ar, Xe, v.v...): $i = 3$	
	Khí hai nguyên tử (lượng nguyên tử) (H₂, O₂, N₂, v.v...): $i = 5$	
	Khí ba nguyên tử trở lên (CO₂, H₂O, NH₃, v.v...): $i = 6$	
	Hệ số Poisson: $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{2}{i}$ $C_p = C_v + R$	

- [P] : atm; [V]: lít; [T]: K; [n]: mol; [R]:lít.atm/mol.K=0.082.
Đơn vị của nội năng (U), nhiệt lượng (Q) lúc này là (lít.atm).
- [P]: N/m²; [V]: m³; [T]: K; [n]: mol; [R]:J/mol.K=8.31.
Đơn vị của nội năng (U), nhiệt lượng (Q) lúc này là (J=N.m).



Nguyên lý thứ nhất nhiệt động học

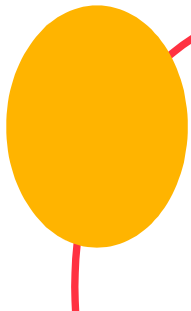
Độ biến thiên nội năng (năng lượng) của 1 hệ trong 1 quá trình biến đổi bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận vào trong quá trình đó.

$$\Delta U = A + Q$$

A: Công (J)

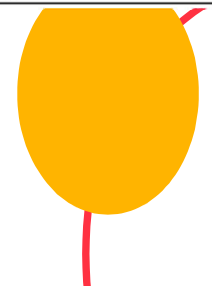
Q: Nhiệt lượng (J)

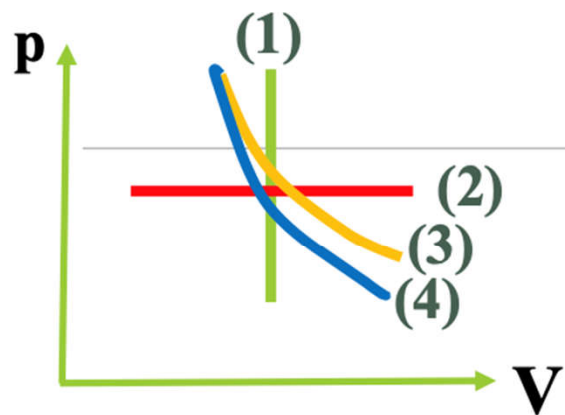
ΔU : Độ biến thiên nội năng (J)



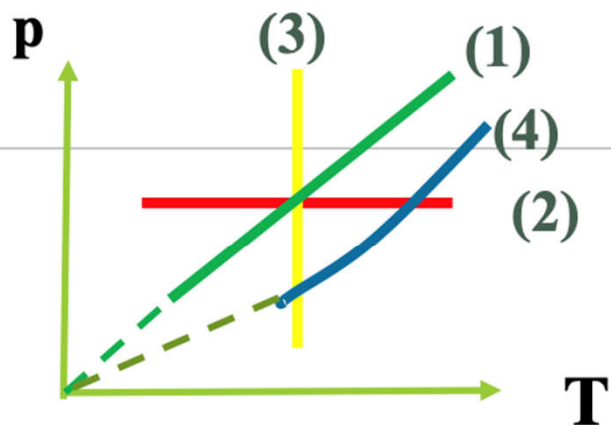


Quá trình	Đẳng tích (V = const)	Đẳng áp (P = const)	Đẳng nhiệt (T = const)	Đoạn nhiệt (Q = 0)
Biểu thức cân bằng	$\frac{P}{T} = \text{const}$ hay $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	$\frac{V}{T} = \text{const}$ hay $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$PV = \text{const}$ hay $P_1V_1 = P_2V_2 = PV$	$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$ hay $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$ hay $PV^{\gamma} = \text{const}$
Công $dA = -PdV$ $A = -\int_{V_1}^{V_2} PdV$ $A' = -A$	$A = 0$	$A = -P(V_2 - V_1)$	$A = -\frac{m}{\mu}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ $= -\frac{m}{\mu}RT \ln \frac{P_1}{P_2}$	$A = \frac{i}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$ $= \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{\gamma - 1}$
Nhiệt lượng $dQ = \frac{m}{\mu}CdT$ $Q = \frac{m}{\mu}C\Delta T$	$Q \equiv Q_v = \frac{m}{\mu}C_v\Delta T$	$Q \equiv Q_p = \frac{m}{\mu}C_p\Delta T$	$Q = -A = \frac{m}{\mu}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ $= \frac{m}{\mu}RT \ln \frac{P_1}{P_2}$	0
Nội năng	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$	0	$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$

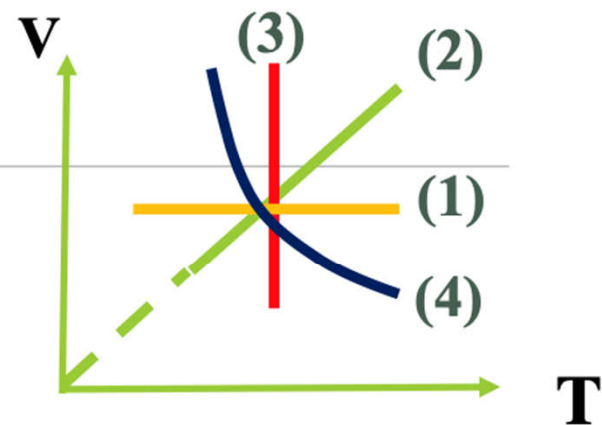




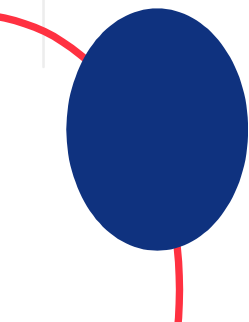
- (1) Đẳng tích: $V = \text{const}$
- (2) Đẳng áp: $p = \text{const}$
- (3) Đẳng nhiệt: $pV = \text{const}$
- (4) Đoạn nhiệt: $pV^\gamma = \text{const}$



- (1) Đẳng tích: $p/T = \text{const}$
- (2) Đẳng áp: $p = \text{const}$
- (3) Đẳng nhiệt: $T = \text{const}$
- (4) Đoạn nhiệt: $p = T^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$



- (1) Đẳng tích: $V = \text{const}$
- (2) Đẳng áp: $V/T = \text{const}$
- (3) Đẳng nhiệt: $T = \text{const}$
- (4) Đoạn nhiệt: $V = T^{\frac{1}{1-\gamma}}$



Động cơ nhiệt

Hiệu suất của động cơ nhiệt:

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2'}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2'}{Q_1}$$

A': công mà động cơ sinh ra, Q_1 : nhiệt lượng động cơ nhận từ nguồn nóng, Q_2' : nhiệt lượng động cơ tỏa ra cho nguồn lạnh

Chu trình Carnot: cho η cao nhất, gồm Đẳng nhiệt-Đoạn nhiệt-Đẳng nhiệt-Đoạn nhiệt:

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Máy lạnh

Hệ số làm lạnh:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1' - Q_2}$$

• • • • •
• • • • •



1. Có 14 gam khí ni-tơ ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 27 độ C, được đựng trong bình kín. Biết rằng sau khi hơi nóng thì áp suất trong bình đạt 5 atm. Hỏi:

a) Nhiệt độ của khối khí trong bình lên đến bao nhiêu?

b) Thể tích của bình?

c) Độ tăng nội năng của khí trong bình.

a. Quá trình đẳng tích, nhiệt độ khối khí sau khi hơi nóng là T_2

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = 1500\text{K}$$

b. Thể tích bình

$$V = \frac{mRT_1}{\mu p_1} = 12,72\text{l}$$

c. Độ tăng nội năng của khối khí :

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} C_v (T_2 - T_1) = \frac{m}{\mu} \frac{5}{2} R \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) T_1 = 12,46\text{kJ}$$

(N_2 là khí lưỡng nguyên tử $i=5$, $C_v = 5R/2$)

2. Người ta nung nóng 160 g khí oxy từ nhiệt độ 50 độ C đến 60 độ C. Tìm nhiệt lượng mà khối khí nhận được và độ biến thiên nội năng của khối khí trong hai quá trình nhiệt động là đẳng tích và đẳng áp.

a. Quá trình đẳng tích

$$\Delta Q = \Delta U = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T = \frac{m}{\mu} \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{160}{32} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8.31 \cdot (60 - 50) \approx 1040 \text{J} \approx 250 \text{cal}$$

b. Quá trình đẳng áp

Độ biến thiên nội năng

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T = 250 \text{cal}$$

Nhiệt lượng khí nhận vào

$$\Delta Q = \Delta U + A = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T + p \Delta V = \frac{m}{\mu} (C_v + R) \Delta T = \frac{m}{\mu} \frac{7}{2} R \Delta T$$

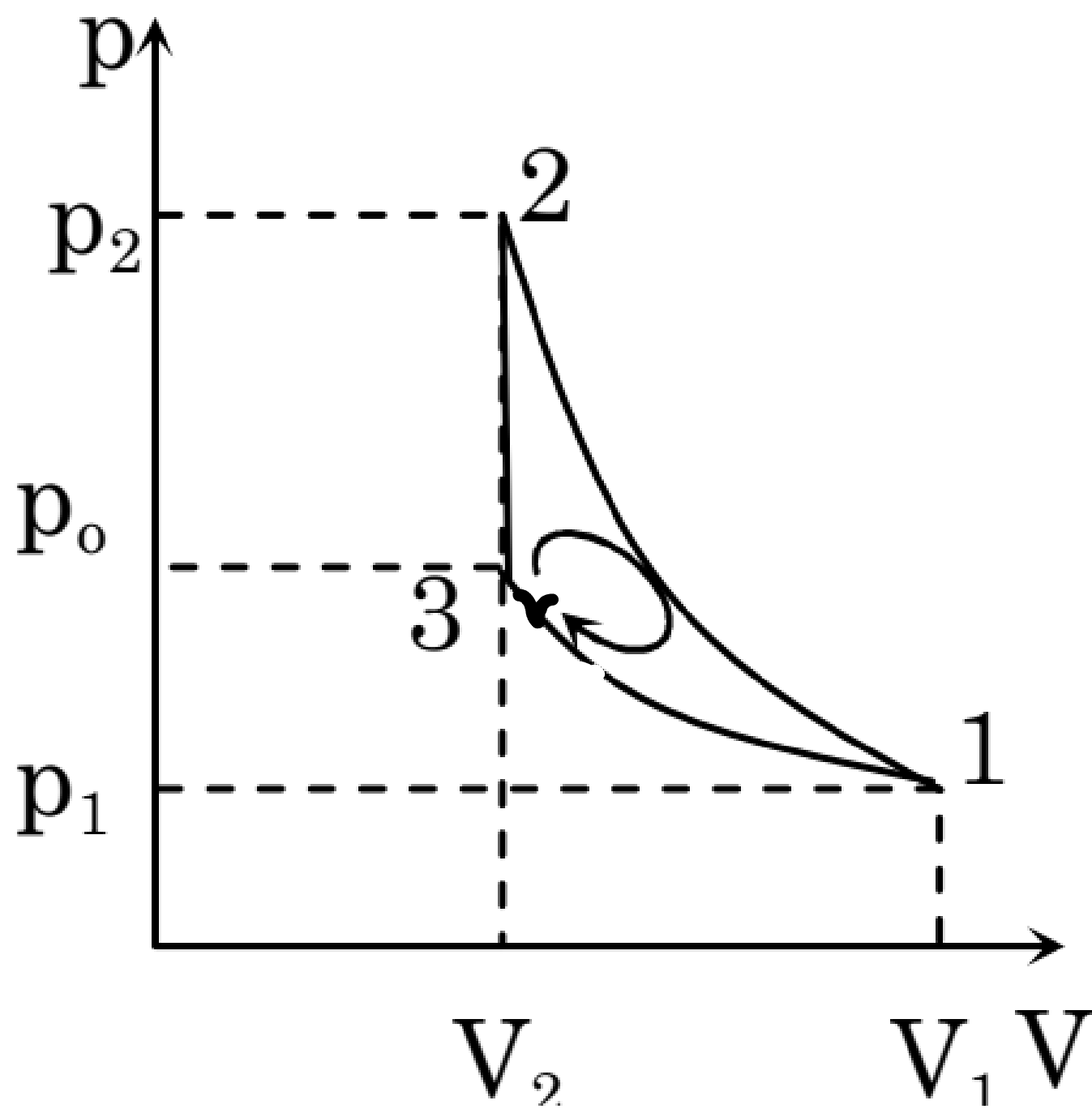
Thay số

$$\Delta Q = \frac{160}{32} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8.31 \cdot (60 - 50) \approx 1454 \text{J} \approx 350 \text{cal}$$

3. Một chất khí lưỡng nguyên tử ($i = 5$) có thể tích $V_1 = 0,5$ lít, áp suất $p_1 = 0,5$ atm bị nén đoạn nhiệt tới thể tích V_2 và áp suất p_2 . Sau đó người ta giữ nguyên thể tích V_2 và làm lạnh nó tới nhiệt độ ban đầu. Khi đó, áp suất của khí là $p_0 = 1$ atm.

- Vẽ đồ thị của quá trình đó.
- Tìm thể tích V_2 và áp suất p_2 .





Quá trình 3 – 1 đẳng nhiệt nên :

$$p_o V_3 = p_1 V_1 \rightarrow V_3 = \frac{p_1}{p_o} V_1 = 0,251 = V_2$$

Quá trình 1 – 2 đoạn nhiệt nên:

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma p_1 = \left(\frac{p_o}{p_1} \right)^\gamma p_1$$

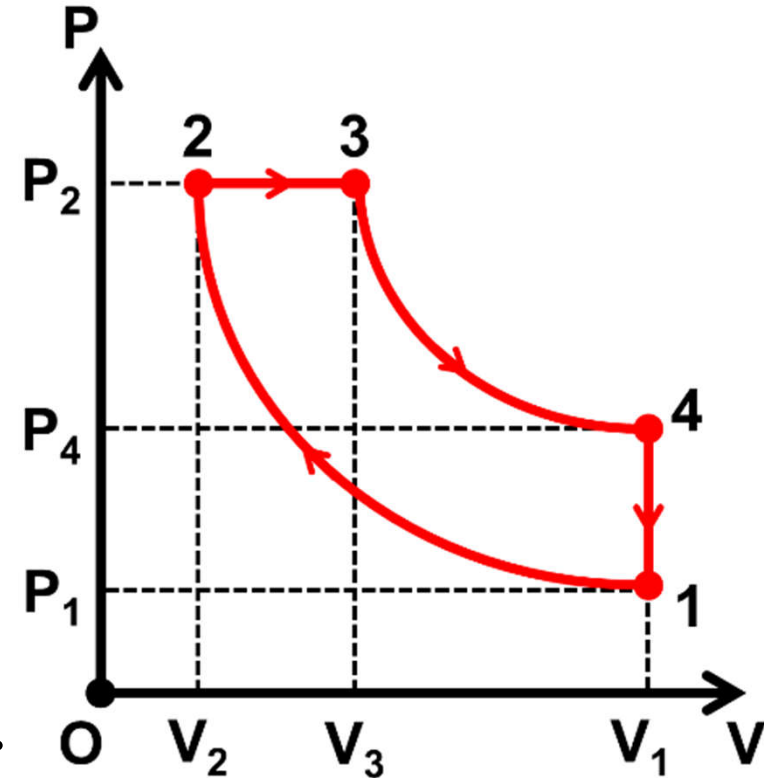
$$p_2 = 2^{1,4} \cdot 0,5 \approx 1,32 \text{at}$$

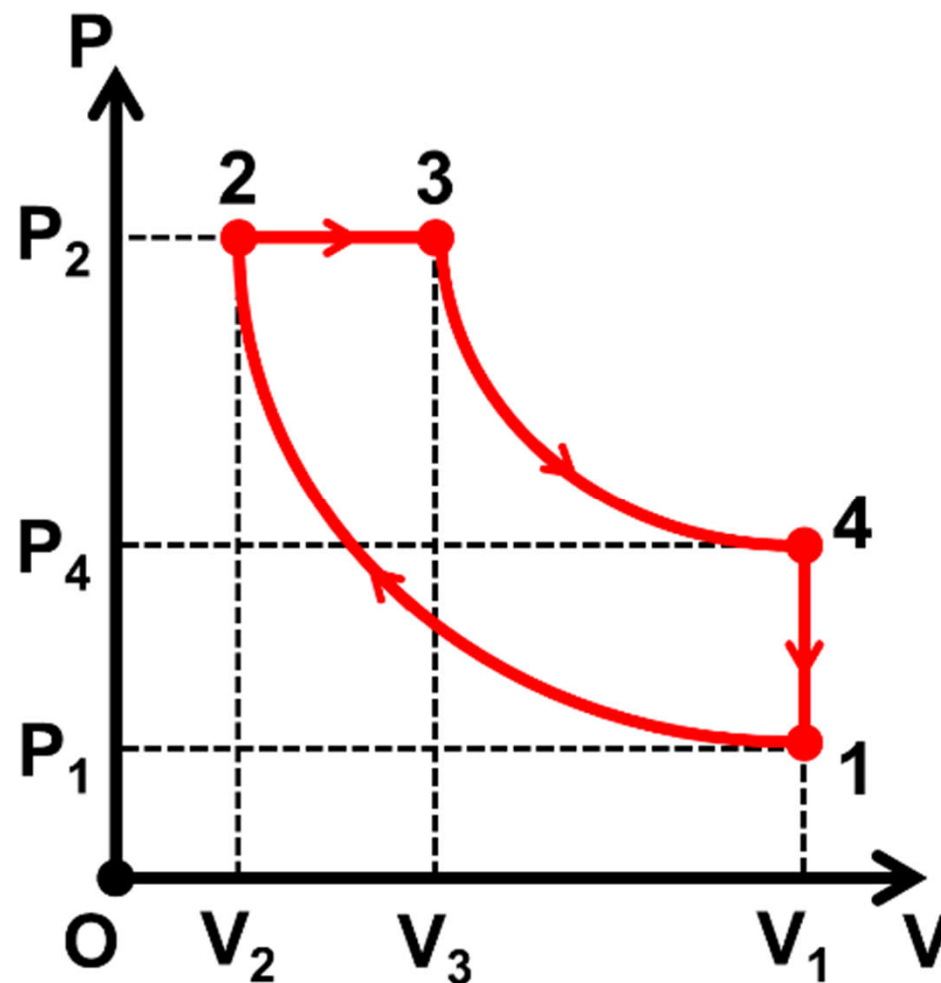
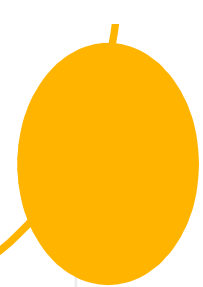
4. Một khối khí lý tưởng ($i = 3$) dùng làm tác nhân của động cơ nhiệt thực hiện chu trình như hình bên, trong đó, quá trình (1-2), (3-4) là các quá trình đoạn nhiệt, quá trình (2-3) là quá trình đẳng áp, quá trình (4-1) là quá trình đẳng tích. Khối khí ở trạng thái (1) có nhiệt độ $t_1 = 27^\circ\text{C}$, thể tích V_1 ; ở trạng thái (2) có thể tích V_2 ; ở trạng thái (3) có thể tích V_3 .

Biết $V_1 = 4\sqrt{2}V_2$ và $V_3 = 1,5V_2$.

a) Tìm các nhiệt độ T_2, T_3, T_4 của tác nhân ở các trạng thái (2), (3), (4) tương ứng.

b) Tính hiệu suất nhiệt của động cơ.





	Đoạn nhiệt	Đẳng áp	Đoạn nhiệt	Đẳng tích	
1	→	2	→	3	→
P_1		P_2	$P_3 = P_2$	P_4	P_1
$V_1 = 4\sqrt{2}V_2$		V_2	$V_3 = 1,5V_2$	$V_4 = V_1$	V_1
$T_1 = 300K$		T_2	T_3	T_4	T_1

5. Một mol khí lý lượng nguyên tử thực hiện một chu trình như hình vẽ, trong đó quá trình 1-2 là quá trình nung nóng đẳng tích, quá trình 2-3 và 4-1 lần lượt là quá trình giãn nở đẳng áp và quá trình 3-4 là quá trình giãn đẳng nhiệt. Biết rằng, $V_1 = 0,5 \text{ m}^3$; $p_1 = 5000 \text{ N/m}^2$; $p_2 = 2p_1$ và $V_3 = 3V_1$.

- Hãy xác định nhiệt độ cực đại của chu trình.
- Tính công trong mỗi quá trình
- Tính hiệu suất của chu trình.

