

# NGUYÊN LÝ THỨ NHẤT CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

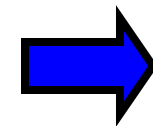
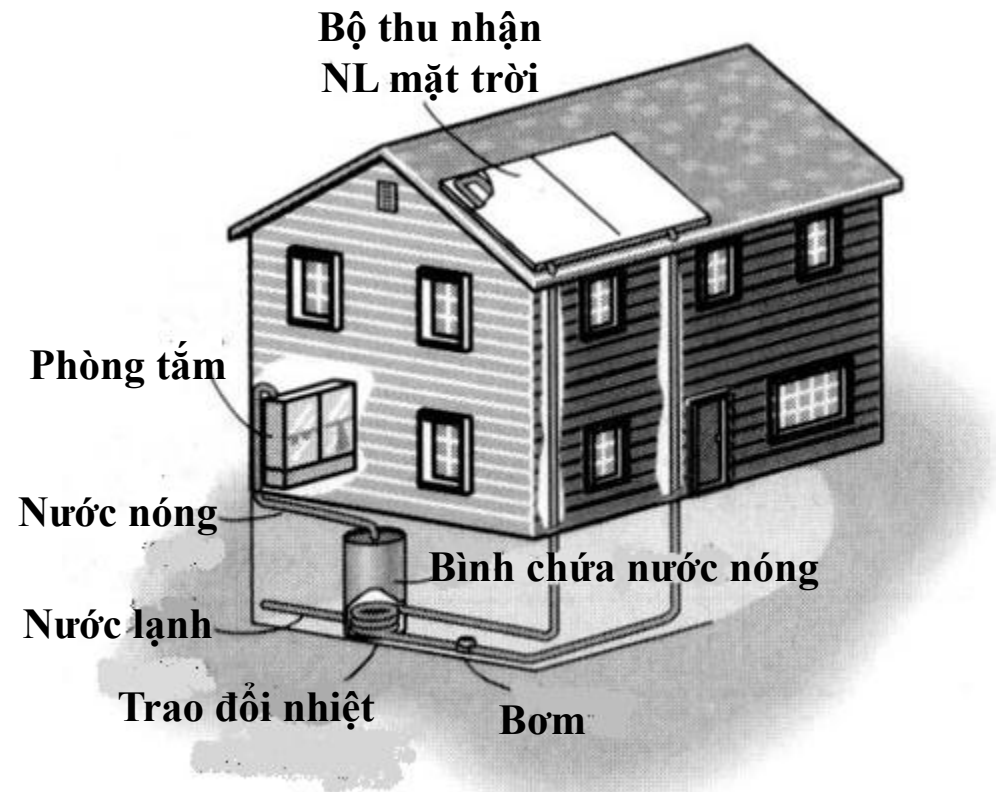
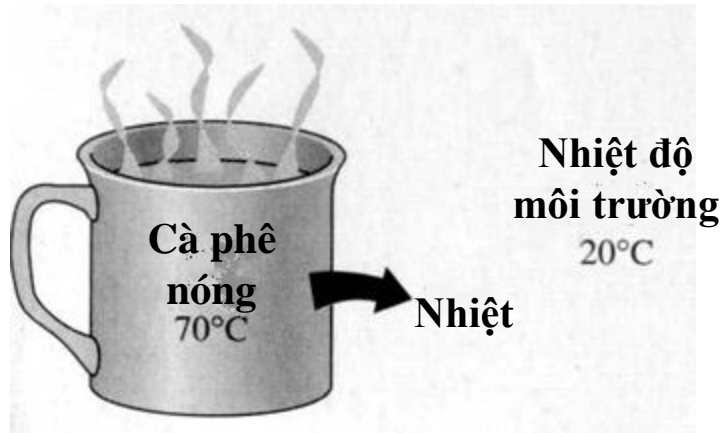
1. Nhiệt động lực học
2. Nội năng hệ nhiệt động – Công và nhiệt
3. Nội dung, ý nghĩa, hệ quả nguyên lý 1
4. Các quá trình cân bằng của khí lý tưởng



# 1. NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

- ☞ Khái niệm Nhiệt động lực học (NĐLH): Xuất phát từ ngôn ngữ Hy Lạp *therme* (nhiệt) và *dynamis* (sức mạnh), mô tả những cách thức nhằm biến đổi nhiệt thành năng lượng.
- ☞ Trên phương diện lịch sử, NĐLH được phát triển do nhu cầu tăng hiệu suất của các động cơ hơi nước (thế kỷ 17-18).
- ☞ NĐLH: Khoa học về năng lượng, đặc trưng bởi các nguyên lý (định luật) về nhiệt động lực thể hiện sự trao đổi năng lượng giữa các hệ vật lý dưới dạng công và nhiệt.
- ☞ NĐLH nghiên cứu về sự biến đổi năng lượng thành công và nhiệt trong mối liên hệ với các đại lượng vĩ mô là nhiệt độ, thể tích và áp suất trên cơ sở xem xét CĐ của tập hợp các hạt bằng vật lý thống kê.
- ☞ Ngày nay, NĐLH bao gồm các lĩnh vực nghiên cứu về năng lượng, chuyển đổi năng lượng, phát điện, quá trình làm lạnh và các mối quan hệ về tính chất nhiệt của vật chất.

# 1. NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC



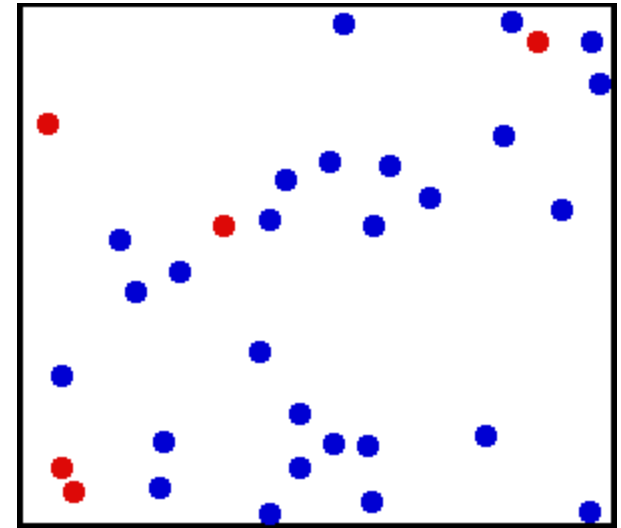
## 2. NỘI NĂNG HỆ NHIỆT ĐỘNG

### Hệ nhiệt động

☞ Hệ vật lý bao gồm một số lớn các hạt (nguyên tử, phân tử) luôn có CĐ nhiệt hỗn loạn và trao đổi NL cho nhau.

◆ Có thể là khối khí, chất rắn, chất lỏng.

◆ Các vật bên ngoài hệ đang xét gọi là môi trường bên ngoài (xung quanh).



☞ Hệ cô lập:

◆ Nhiệt: Hệ không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài

◆ Cơ: Hệ không trao đổi công với môi trường bên ngoài

☞ Hệ không cô lập: Hệ có tương tác hay trao đổi công hoặc nhiệt với môi trường bên ngoài

## 2. NỘI NĂNG HỆ NHIỆT ĐỘNG

### Năng lượng

☞ Vật chất luôn vận động  $\Rightarrow$  năng lượng là đại lượng đặc trưng mức độ vận động của vật chất.

☞ Mỗi trạng thái  $\Rightarrow$  tương ứng dạng vận động xác định  $\Leftrightarrow$  có năng lượng xác định.

◆ Trạng thái thay đổi  $\Leftrightarrow$  năng lượng thay đổi.

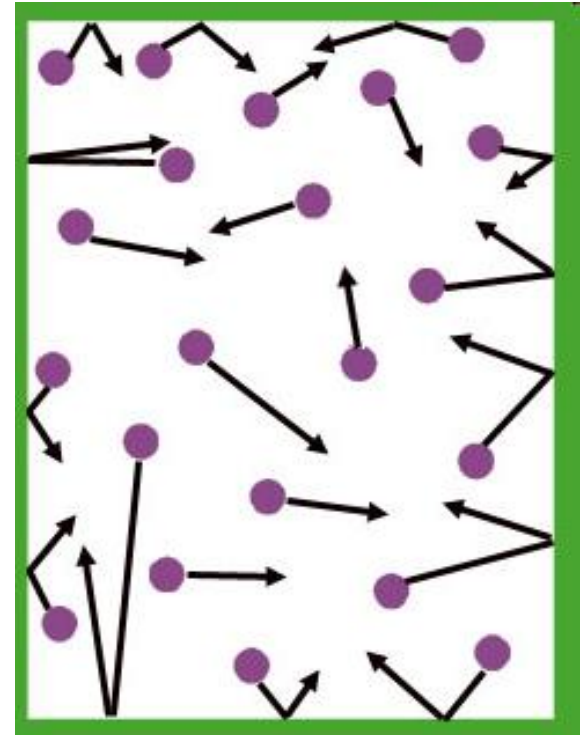
◆ Biến thiên năng lượng của hệ trong quá trình biến đổi chỉ  $\in$  vào trạng thái đầu và cuối,  $\notin$  quá trình biến đổi.

◆ Năng lượng là hàm trạng thái.

☞ Năng lượng: động năng ứng với CĐ có hướng + thế năng của hệ trong trường lực + nội năng của hệ

◆ NĐLH: hệ không CĐ và không đặt trong trường lực

◆ Năng lượng của hệ = Nội năng của hệ:  $W = U$



## 2. NỘI NĂNG HỆ NHIỆT ĐỘNG

### Công

☞ Mô hình: Khối khí đựng trong xy-lanh giãn nở (CĐ có hướng)  $\Rightarrow$  piston CĐ  $\Leftrightarrow$  sinh công ra bên ngoài  $\Rightarrow$  NL hệ giảm.

☞ Đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua CĐ có hướng của hệ -  $A$ .

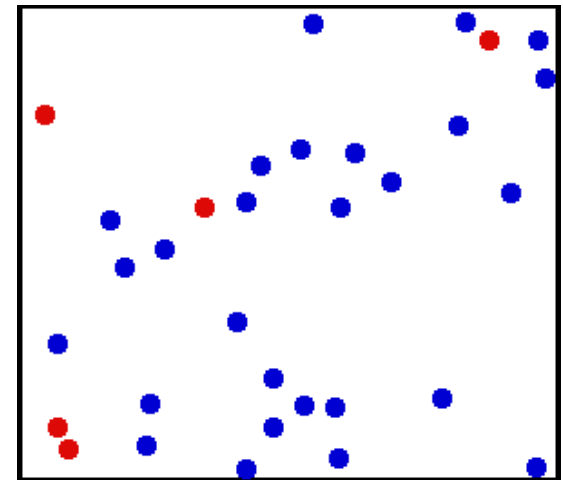
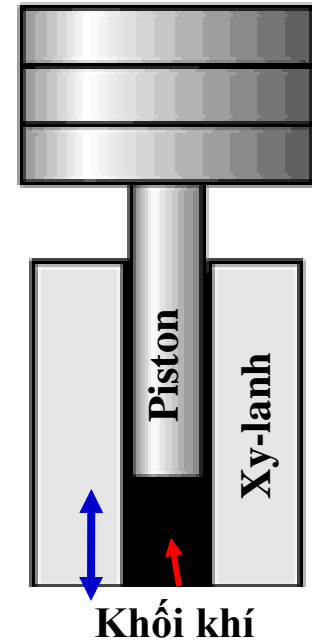
◆ Chỉ xuất hiện trong quá trình biến đổi.

### Nhiệt

☞ Mô hình: Cung cấp nhiệt cho khối khí và giữ nguyên thể tích  $\Rightarrow$  CĐ hỗn loạn của các phân tử tăng  $\Rightarrow$  NL hệ tăng.

☞ Đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua CĐ của các phân tử -  $Q$ .

◆ Chỉ xuất hiện trong quá trình biến đổi



## 2. NỘI NĂNG HỆ NHIỆT ĐỘNG

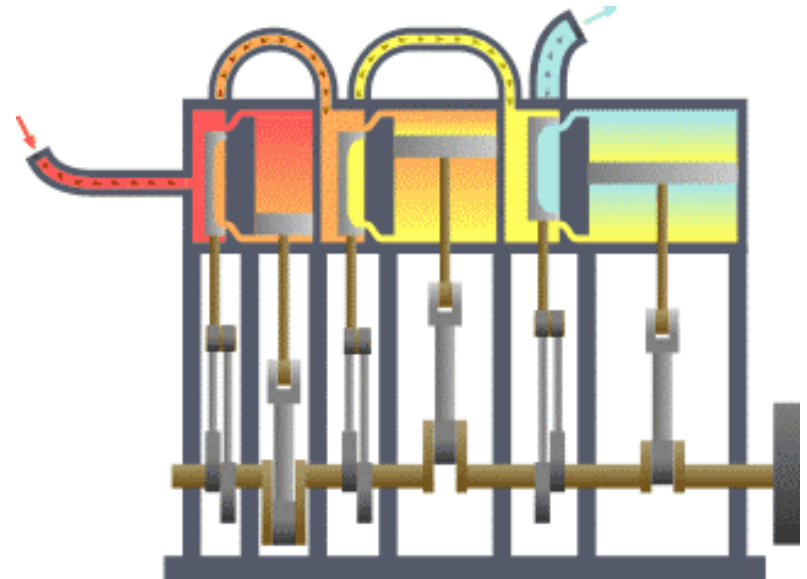
### Sự tương đương giữa công và nhiệt

- 👉 Công - nhiệt: 2 đại lượng khác nhau nhưng có mối liên hệ với nhau.
- 👉 Công - nhiệt: 2 đại lượng đo mức độ trao đổi NL  $\Rightarrow$  không phải là NL

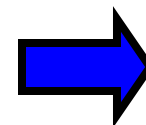


♦ Thí nghiệm của James Joule: nhiệt do công thực hiện bởi trọng lực sinh ra

♦ Tồn  $1 \text{ công} = 4,18 \text{ J} \Rightarrow$  thu được nhiệt =  $1 \text{ calo}$ , hoặc,  $1 \text{ calo}$  nhiệt có thể tạo ra công có giá trị =  $4,18 \text{ J}$ .



♦ Quá trình nhiệt sinh công



### 3. NGUYÊN LÝ 1 NĐLH

☞ Định luật bảo toàn và chuyển hóa NL cơ: Độ biến thiên năng lượng cơ của hệ trong quá trình biến đổi bằng công mà hệ trao đổi trong quá trình đó

$$\Delta W = W_2 - W_1 = A$$

☞ Đ/V NĐLH: hệ trao đổi NL dưới dạng công và nhiệt (sự tương đương nhau)

$$\Delta W = W_2 - W_1 = A + Q$$

♦ Độ biến thiên năng lượng của hệ trong quá trình biến đổi bằng tổng công và nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình đó.

☞ Nguyên lý 1:

$$\text{Do } W = U \Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = A + Q$$

♦ *Trong quá trình biến đổi, độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình đó.*

♦ Nếu quá trình biến đổi vô cùng nhỏ:  $dU = \delta A + \delta Q$



### 3. NGUYÊN LÝ 1 NĐLH

#### Ý nghĩa

☞ Qui ước:

♦  $A > 0$ : Công hệ nhận được

♦  $Q > 0$ : Nhiệt hệ nhận được

♦  $A' = -A < 0$ : Công hệ sinh ra

♦  $Q' = -Q < 0$ : Nhiệt hệ sinh ra

☞ Nếu:  $A > 0$  và  $Q > 0 \Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow U_2 > U_1$  : Nội năng hệ tăng  $\Leftrightarrow$  độ tăng nội năng đúng bằng công và nhiệt hệ nhận được

☞ Nếu:  $A < 0$  và  $Q < 0 \Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow U_2 < U_1$  : Nội năng hệ giảm  $\Leftrightarrow$  độ giảm nội năng đúng bằng công hệ sinh ra và nhiệt hệ tỏa ra

☞ Nếu;  $A = 0$  và  $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow U_2 = U_1$  : nội năng hệ bảo toàn khi hệ không trao đổi công và nhiệt với bên ngoài.

♦ *Năng lượng không tự sinh ra và cũng không tự mất đi, nó chỉ chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác (hoặc từ hệ này sang hệ khác).*

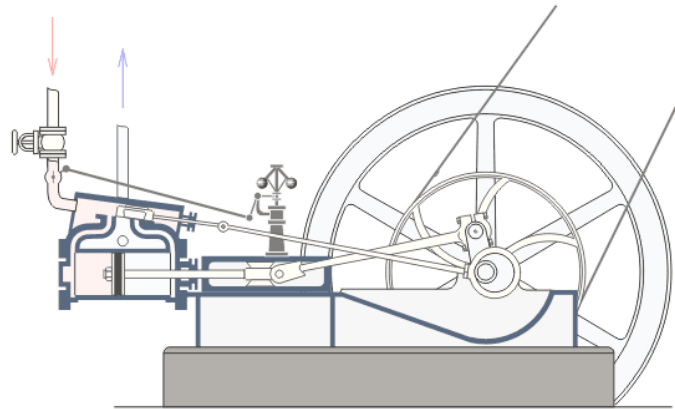
### 3. NGUYÊN LÝ 1 NĐLH

#### Hệ quả

☞ **Hệ quả 1:** trường hợp hệ thực hiện quá trình kín (chu trình)  $\Leftrightarrow$  hệ trở lại trạng thái ban đầu sau quá trình biến đổi, hay:  $U_2 = U_1$

$$\Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = A + Q = 0 \Leftrightarrow A = -Q$$

- ◆  $A > 0$ : hệ nhận công  $\Rightarrow Q < 0$ : hệ thực sự tỏa nhiệt
- ◆  $Q > 0$ : hệ nhận nhiệt  $\Rightarrow A < 0$ : hệ thực sự sinh công
- ◆ Một động cơ muốn sinh công  $\Rightarrow$  phải nhận nhiệt từ bên ngoài



- ◆ *Không tồn tại động cơ sinh công mãi mãi mà không cần cung cấp năng lượng (gọi là Động cơ vĩnh cửu loại 1)*

### 3. NGUYÊN LÝ 1 NĐLH

#### Hệ quả

☞ **Hệ quả 2:** Trường hợp hệ cô lập, tức là hệ không trao đổi công và nhiệt với môi trường bên ngoài, khi đó,  $A = Q = 0$

$$\Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = 0 \text{ hay } U_2 = U_1$$

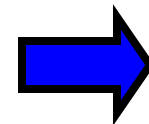
☞ Xét hệ 2 vật cô lập, chỉ trao đổi nhiệt với nhau:

♦  $Q_1, Q_2$ : nhiệt lượng từng vật nhận được  $\Rightarrow Q_1 = -Q_2$

♦  $Q_1 > 0$ : Vật thứ nhất nhận nhiệt  $\Rightarrow Q_2 < 0$ : vật thứ hai thực sự tỏa nhiệt

♦  $Q_2 > 0$ : Vật thứ hai nhận nhiệt  $\Rightarrow Q_1 < 0$ : vật thứ nhất thực sự tỏa nhiệt

♦ *Trong một hệ cô lập gồm 2 vật trao đổi nhiệt, nhiệt lượng do vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng vật kia thu vào*



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

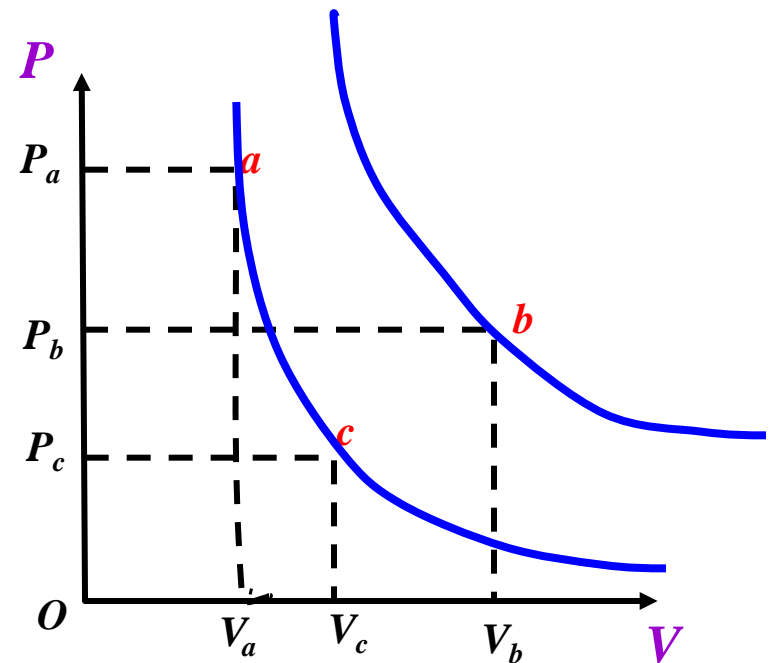
### Trạng thái cân bằng và quá trình cân bằng

☞ Trạng thái cân bằng: Trạng thái trong đó mọi thông số của hệ được hoàn toàn xác định và sẽ tồn tại mãi mãi nếu không có tác động từ bên ngoài  $\Rightarrow$  biểu diễn trên đồ thị  $OpV$  bằng các điểm có tọa độ  $p$ ,  $V$ .

☞ Quá trình cân bằng: Quá trình biến đổi gồm một chuỗi liên tiếp các trạng thái cân bằng  $\Rightarrow$  biểu diễn trên đồ thị  $OpV$  bằng các đường cong liên tục.

♦ Thực tế không có quá trình hoàn toàn cân bằng

♦ *Điều kiện để một quá trình biến đổi tiến hành được coi là quá trình cân bằng: Quá trình tiến hành rất chậm để trạng thái cân bằng được thiết lập trong toàn hệ trước khi chuyển sang trạng thái cân bằng tiếp theo.*



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Công trong quá trình cân bằng

☞ Khối khí (thể tích  $V$ ) + xy-lanh + piston (tiết diện  $S$ ).

☞ Nén khối khí bằng lực  $F$ .

♦ Áp suất:  $p = \frac{F}{S}$

♦ Piston CĐ  $\Leftrightarrow$  Hệ (khối khí) nhận công:

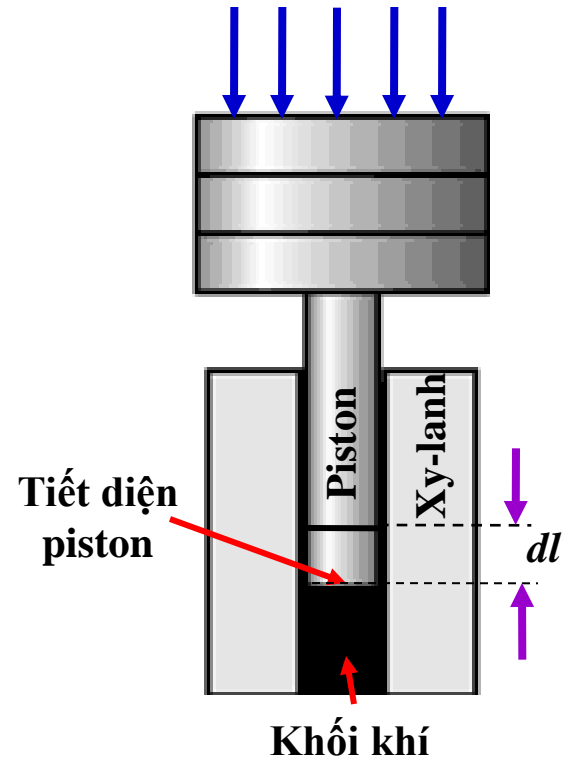
$$\delta A = Fdl$$

do  $\delta A > 0$ , nhưng  $dl < 0 \Rightarrow \delta A = -Fdl$

Hay:  $\delta A = -pSdl = -pdV$

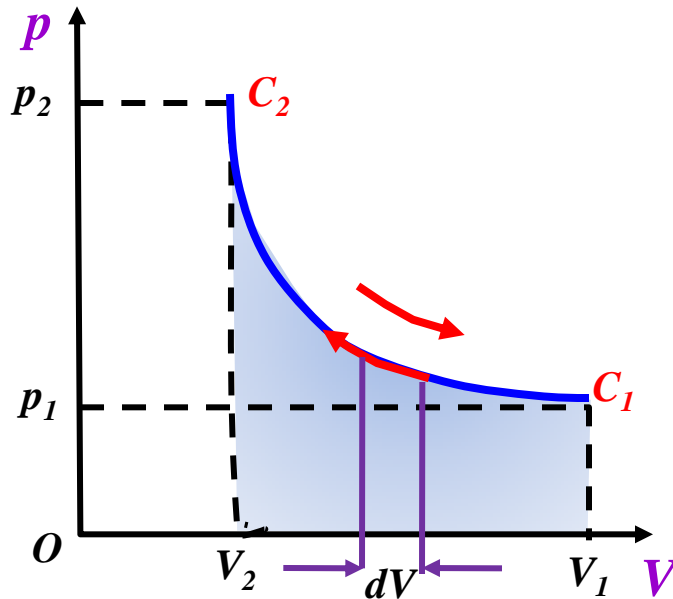
☞ Công khối khí nhận được trong quá trình biến đổi từ thể tích  $V_1$  đến  $V_2$

$$A = \int_1^2 dA = \int_{V_1}^{V_2} -pdV$$

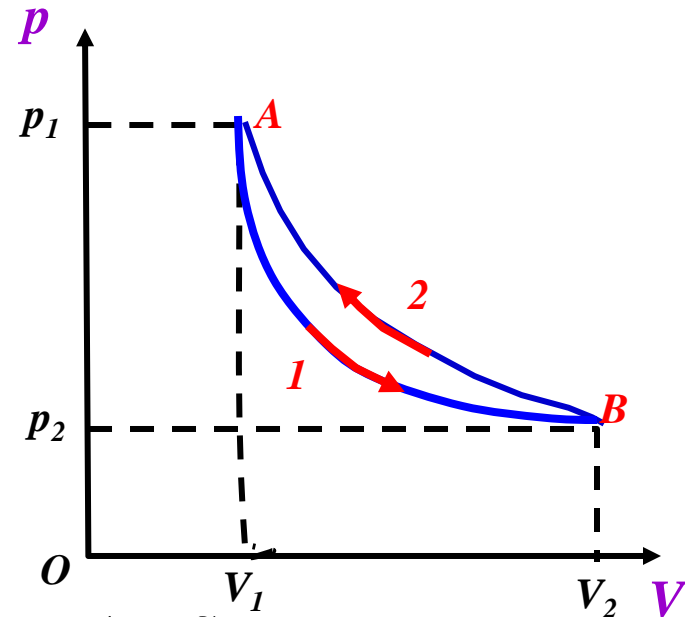


## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Công trong quá trình cân bằng



- ♦  $A = S_{C_1 C_2 V_2 V_1}$
- ♦ Chiều quá trình  $\uparrow \downarrow$  trục  $V$ :  $A > 0$
- ♦ Chiều quá trình  $\uparrow \uparrow$  trục  $V$ :  $A < 0$



- ♦  $A = S_{A1B2}$
- ♦ Chiều chu trình ngược chiều kim đồng hồ:  $A > 0$
- ♦ Chiều chu trình thuận chiều kim đồng hồ:  $A < 0$

♦ Công trong quá trình cân bằng không những phụ thuộc vào điểm đầu điểm cuối mà còn cả hình dạng đường đi (các trạng thái trung gian).

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Nhiệt trong quá trình cân bằng

☞ Khối khí (khối lượng  $m$ , nhiệt độ  $T$ )

☞ Hơ nóng khối khí  $\Rightarrow$  biến thiên nhiệt độ  $dT$

◆ Nhiệt hệ (khối khí) nhận được trong quá trình

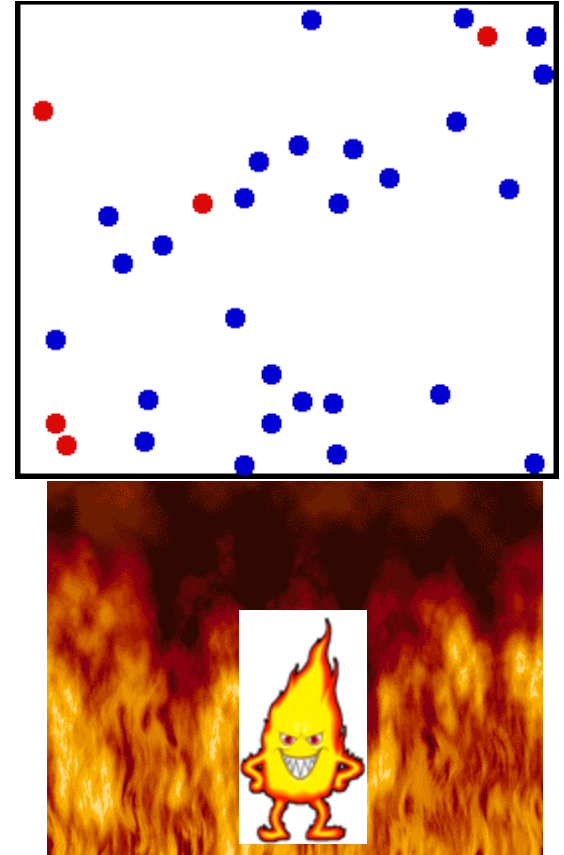
$$\delta Q = mcdT$$
$$\Rightarrow \text{có: } c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{dT}$$

☞ Đại lượng vật lý có giá trị bằng nhiệt lượng mà một đơn vị khối lượng của hệ nhận được để nhiệt độ của nó biến thiên 1 độ: *Nhiệt dung ( $c$ )*

◆ Đơn vị nhiệt dung:  $J/kg.K$

◆ *Nhiệt dung phân tử ( $C$ )*: Đại lượng có giá trị bằng năng lượng mà một *mol* khí nhận được để nhiệt độ của nó biến thiên 1 độ:  $C = \mu.c$  ( $J/mol.K$ )

◆  $\mu$ : khối lượng 1 *mol* khí



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Nhiệt trong quá trình cân bằng

☞ Hơ nóng hệ: nhiệt độ tăng  $\Rightarrow dT > 0 \Rightarrow \delta Q > 0$ : hệ thực sự nhận nhiệt

☞ Làm lạnh hệ: nhiệt độ giảm  $\Rightarrow dT < 0 \Rightarrow \delta Q < 0$ : hệ thực sự tỏa nhiệt

☞ Nhiệt 1 *mol* khí nhận được trong quá trình

$$\delta Q = \mu c dT = C dT$$

☞ Nhiệt 1 khối khí, khối lượng *m* kg, nhận được trong quá trình:

$$\delta Q = \frac{m}{\mu} C dT$$

☞ Mỗi quá trình nhiệt động  $\Rightarrow$  nhiệt dung phân tử đặc trưng tương ứng

♦ Quá trình đẳng tích:  $\delta Q_v = \frac{m}{\mu} C_v dT$

♦ Quá trình đẳng áp:  $\delta Q_p = \frac{m}{\mu} C_p dT$



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng tích

☞ Quá trình biến đổi trong đó thể tích của hệ không đổi ( $V = \text{const}$ )

☞ Phương trình quá trình biến đổi (tuân theo đ/l Gay-Lussac):

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

☞ Công hệ nhận được trong quá trình biến đổi

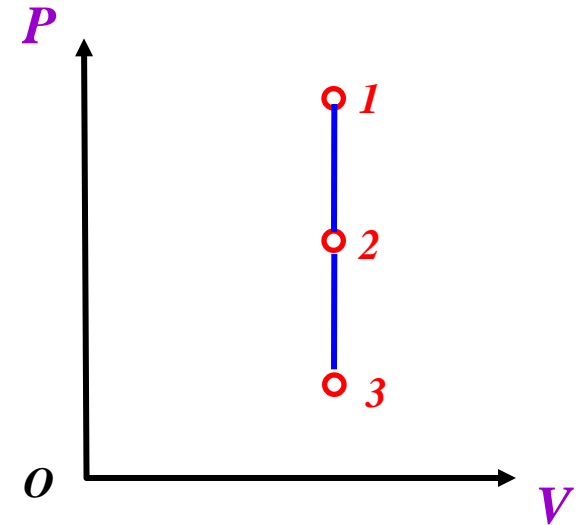
$$A = \int_{V_1}^{V_2} -pdV = 0 \quad (\text{do } V = \text{const})$$

☞ Biến thiên nội năng trong quá trình biến đổi

$$\text{Vi: } U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} T \Rightarrow \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$$

☞ Nhiệt hệ nhận được trong quá trình biến đổi

$$\text{Vi: } Q = \Delta U - A \Rightarrow Q = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$$



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng tích

☞ Nhiệt dung phân tử đẳng tích:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Có: } Q = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T \\ \text{Mặt khác: } Q_V = \frac{m}{\mu} C_V \Delta T \end{array} \right\} C_V = \frac{iR}{2}$$

♦ Khí đơn nguyên tử:  $i = 3$ :  $C_V = \frac{3R}{2} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \text{ J / mol.K} \approx 3 \text{ cal / mol.K}$

♦ Khí hai nguyên tử:  $i = 5$ :  $C_V = \frac{5R}{2} = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \text{ J / mol.K} \approx 5 \text{ cal / mol.K}$

♦ Khí đa nguyên tử:  $i = 6$ :  $C_V = \frac{6R}{2} = \frac{6}{2} \cdot 8,31 \text{ J / mol.K} \approx 6 \text{ cal / mol.K}$

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng áp

☞ Quá trình biến đổi trong đó áp suất của hệ không đổi ( $p = \text{const}$ ).

☞ Phương trình quá trình biến đổi (tuân theo đ/l Gay-Lussac):  $\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

☞ Công hệ nhận được trong quá trình biến đổi

$$A = \int_{V_1}^{V_2} -p dV = p \int_{V_1}^{V_2} -dV = -p(V_2 - V_1)$$

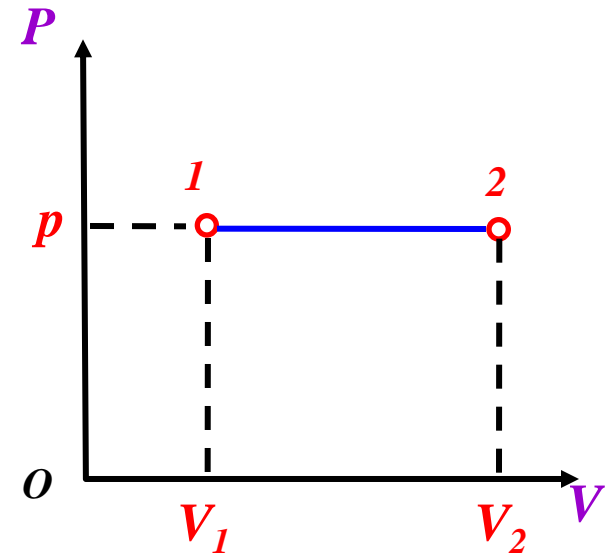
☞ Biến thiên nội năng trong quá trình biến đổi

$$\text{Vi: } U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} T \Rightarrow \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$$

☞ Nhiệt hệ nhận được trong quá trình biến đổi

$$\text{Vi: } Q = \Delta U - A \Rightarrow Q = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T + p(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T + \frac{m}{\mu} R \Delta T$$

$$\text{Hay: } Q = \frac{m}{\mu} \left( \frac{iR}{2} + R \right) \Delta T$$



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng áp

☞ Nhiệt dung phân tử đẳng áp:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Có: } Q = \frac{m}{\mu} \left( \frac{iR}{2} + R \right) \Delta T = \frac{m}{\mu} (C_V + R) \Delta T \\ \text{Mặt khác: } Q_p = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T \end{array} \right\} C_p = C_V + R = \frac{i+2}{2} R$$

♦ Khí đơn nguyên tử:  $i = 3$ :  $C_p \approx 5 \text{ cal} / \text{mol.K}$

♦ Khí hai nguyên tử:  $i = 5$ :  $C_p \approx 7 \text{ cal} / \text{mol.K}$

♦ Khí đa nguyên tử:  $i = 6$ :  $C_p \approx 8 \text{ cal} / \text{mol.K}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{☞ Tỷ số Poisson } (\gamma) \quad \gamma = \frac{C_p}{C_V} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{♦ Khí đơn nguyên tử: } i = 3: \gamma = 1,67 \\ \text{♦ Khí hai nguyên tử: } i = 5: \gamma = 1,40 \\ \text{♦ Khí đa nguyên tử: } i = 6: \gamma = 1,33 \end{array}$$

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng nhiệt

☞ Quá trình biến đổi trong đó nhiệt độ của hệ không đổi ( $T = \text{const}$ )

☞ Phương trình quá trình biến đổi (tuân theo đ/l Boyle-Mariotte):

$$pV = p_1V_1 = p_2V_2$$

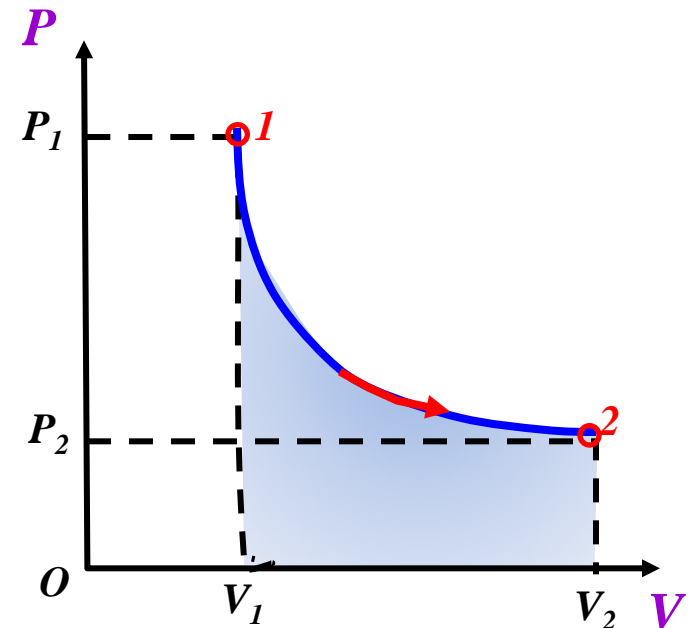
☞ Công hệ nhận được trong quá trình biến đổi

$$A = \int_{V_1}^{V_2} -pdV = \int_{V_1}^{V_2} -\frac{p_1V_1}{V}dV = -p_1V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{Vi: } p_1V_1 = \frac{m}{\mu}RT_1 \Rightarrow A = -\frac{m}{\mu}RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

☞ Biến thiên nội năng trong quá trình biến đổi

$$\text{Vi: } U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} T \Rightarrow \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T = 0 \quad (\text{do } T = \text{const})$$



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đẳng nhiệt

☞ Nhiệt hệ nhận được trong quá trình biến đổi

$$\text{Vì: } Q = \Delta U - A$$

$$\Rightarrow Q = -A = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- ◆ Nội năng của hệ không đổi trong quá trình biến đổi
- ◆ Hệ nhận công  $A$  ( $A > 0$ )  $\Rightarrow$  hệ thực sự tỏa nhiệt
- ◆ Hệ sinh công  $A$  ( $A < 0$ )  $\Rightarrow$  hệ thực sự thu nhiệt
- ◆ Quá trình nén đẳng nhiệt:  $A > 0$  và  $Q < 0$ )  $\Rightarrow$  hệ nhận công và tỏa nhiệt
- ◆ Quá trình giãn đẳng nhiệt:  $A < 0$  và  $Q > 0$ )  $\Rightarrow$  hệ nhận nhiệt và sinh công

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đoạn nhiệt

☞ Quá trình biến đổi trong đó hệ không trao đổi nhiệt với bên ngoài ( $Q = 0$ )

☞ Xét quá trình vô cùng nhỏ:  $dU = \delta A + \delta Q = \delta A$  và  $\delta Q = 0$

$$\text{Vì: } U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} T = \frac{m}{\mu} C_V T \quad \text{và} \quad \delta A = -pdV$$

$$\Rightarrow \frac{m}{\mu} C_V dT = -pdV = -\frac{m}{\mu} \frac{RT}{V} dV$$

$$\text{Hay: } C_V dT = -RT \frac{dV}{V}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dT}{T} + \frac{R}{C_V} \frac{dV}{V} = 0 \Rightarrow \ln T + \frac{R}{C_V} \ln V = \text{const}$$

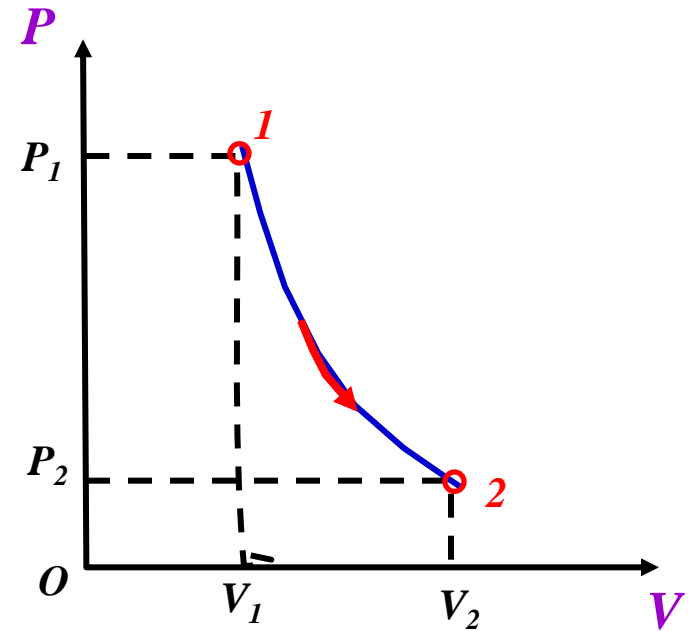
$$\text{Do: } \frac{R}{C_V} = \frac{C_p - C_V}{C_V} = \gamma - 1 \Rightarrow \ln T + (\gamma - 1) \ln V = \ln(T \cdot V^{\gamma-1}) = \text{const}$$

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đoạn nhiệt

☞ Phương trình của quá trình

$$\left\{ \begin{array}{l} T \cdot V^{\gamma-1} = T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1} \quad (1) \\ p \cdot V^{\gamma} = p_1 \cdot V_1^{\gamma} = p_2 \cdot V_2^{\gamma} \quad (2) \\ T p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_1 p_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 p_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad (3) \end{array} \right.$$



☞ Đặc trưng OpV dốc hơn so với quá trình đẳng nhiệt

♦ Biến thiên nội năng trong quá trình biến đổi:  $\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$

♦ do  $\delta Q = 0 \Rightarrow dU = \delta A$

♦ Nén đoạn nhiệt  $\Rightarrow \delta A > 0 \Rightarrow dU > 0 \Rightarrow dT > 0$

}  $p$  tăng do  $V$  giảm và  $T$  tăng  $\Rightarrow \gamma > 1 \Rightarrow$  đường cong dốc hơn



## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đoạn nhiệt

☞ Công hệ nhận được trong quá trình biến đổi:

$$\blacklozenge \text{ Vì: } Q = 0 \Rightarrow A = \Delta U - Q = \Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{iR}{2} \Delta T$$

$$\blacklozenge \text{ Trong quá trình đoạn nhiệt: } pV^\gamma = p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma \Rightarrow p = p_1 \frac{V_1^\gamma}{V^\gamma}$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} -pdV = \int_{V_1}^{V_2} -p_1V_1^\gamma \frac{dV}{V^\gamma} = -p_1V_1^\gamma \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^\gamma}$$

$$\Rightarrow A = \frac{p_1V_1^\gamma (V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma})}{\gamma - 1}$$

$$\text{Hay: } A = \frac{p_2V_2^\gamma V_2^{1-\gamma} - p_1V_1^\gamma V_1^{1-\gamma}}{\gamma - 1} = \frac{p_2V_2 - p_1V_1}{\gamma - 1}$$

## 4. CÁC QUÁ TRÌNH CÂN BẰNG

### Quá trình đoạn nhiệt

☞ Công hệ nhận được trong quá trình biến đổi:

$$\text{Vì: } p_1 V_1 = -\frac{m}{\mu} RT_1$$

$$A = \frac{m}{\mu} RT_1 \left[ \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} - 1 \right] = \frac{m}{\mu} RT_1 \left[ \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} - 1 \right]$$

$$\text{Lại có: } T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{1-\gamma}$$

$$\text{Và: } T_1 p_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 p_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$A = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma-1} \left[ \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} - 1 \right] = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma-1} \left[ \frac{T_2}{T_1} - 1 \right] = \frac{P_1 V_1 (T_2 - T_1)}{(\gamma-1) T_1}$$

## Những nội dung cần lưu ý

- 1. Nguyên lý 1 nhiệt động lực học (nội dung, biểu thức, ý nghĩa và hệ quả).**
- 2. Khái niệm trạng thái cân bằng và các quá trình cân bằng, điều kiện tiến hành để có quá trình cân bằng.**
- 3. Các biểu thức tính công và nhiệt trong các quá trình cân bằng đẳng áp, đẳng nhiệt, đẳng tích.**
- 4. Khái niệm và cách thiết lập phương trình liên hệ giữa áp suất và thể tích của khối khí trong quá trình đoạn nhiệt.**

