



# Chương 5: Nguyên lý II nhiệt động học

Chu Tiến Dũng



*Bộ môn Vật lý – Khoa Khoa học Cơ bản – Trường Đại học Giao thông Vận tải*

# §1. Những hạn chế của nguyên lý I Nhiệt động học



## 1. Những hạn chế của nguyên lý I Nhiệt động học

- 1) Nguyên lý I không cho biết chiều diễn biến của quá trình thực tế xảy ra
- 2) Nguyên lý I không bác bỏ khả năng có thể biến hoàn toàn nhiệt thành công (*vẫn cho rằng tồn tại động cơ vĩnh cửu loại II – loại động cơ có hiệu suất  $\eta = 1$* ).
- 3) Nguyên lý I không đề cập vấn đề lấy nhiệt ở nguồn nào (nhiệt độ cao hay nhiệt độ thấp) thì hiệu suất cao hơn (*không đề cập đến vấn đề « chất lượng » của nhiệt lượng*)

## 2. Các cách phát biểu nguyên lý II Nhiệt động học

- 1) **Claudius:** - *Nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn*  
- Không thể thực hiện được một quá trình mà kết quả duy nhất là truyền năng lượng dưới dạng nhiệt từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn
- 2) **Thompson:** - *Không thể chế tạo được một động cơ nhiệt hoạt động tuần hoàn biến đổi liên tục nhiệt thành công nhờ làm lạnh một vật mà môi trường xung quanh không chịu một sự thay đổi đồng thời nào.*  
- Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại hai
- 3) **Nguyên lý tăng entropy ( $\Delta S > 0$ ):** Trong một hệ cô lập, *các quá trình thực* chỉ diễn tiến theo chiều entropy tăng

## §2. Nguyên lý II Nhiệt động học



### 1. Máy nhiệt

- **Định nghĩa:** là một hệ hoạt động tuần hoàn **biến công thành nhiệt** hoặc **biến nhiệt thành công**

- **Trong các máy nhiệt:**

- **Tác nhân** (thường là các chất khí, hỗn hợp dưới dạng hơi, phun): là các chất vận chuyển nhiệt lượng, trao đổi nhiệt với các vật có nhiệt độ khác nhau.
- **Nguồn nhiệt:** là các vật có nhiệt độ không đổi và sự trao đổi nhiệt không ảnh hưởng tới nhiệt độ của nó

⇒ Có 2 loại nguồn nhiệt: \* **Nguồn nóng  $T_1$**

\* **Nguồn lạnh  $T_2$**

Lưu ý: Tất cả các máy nhiệt đều hoạt động tuần hoàn, do đó tác nhân trong máy biến đổi theo chu trình.

➤ **Chú ý:**

- **Động cơ:** là các loại máy nhiệt có nhiệm vụ chuyển một dạng năng lượng bất kỳ nào sang cơ năng
- **Hiệu suất của động cơ ( $\eta$ ):** là đại lượng vật lý có giá trị bằng tỷ số giữa cơ năng mà động cơ đó sinh ra trên năng lượng tiêu tốn để sinh ra cơ năng đó

Lưu ý: Tất cả các động cơ đều hoạt động tuần hoàn, do đó tác nhân trong máy biến đổi theo chu trình.

## §2. Nguyên lý II Nhiệt động học



### a) Động cơ nhiệt

- là loại máy nhiệt biến nhiệt  $Q$  thành công  $A$

- **Tác nhân:** các loại hơi, nhiên liệu lỏng

- **Các đại lượng:**

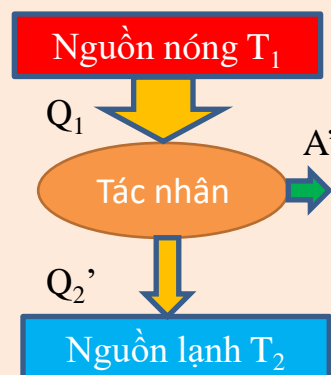
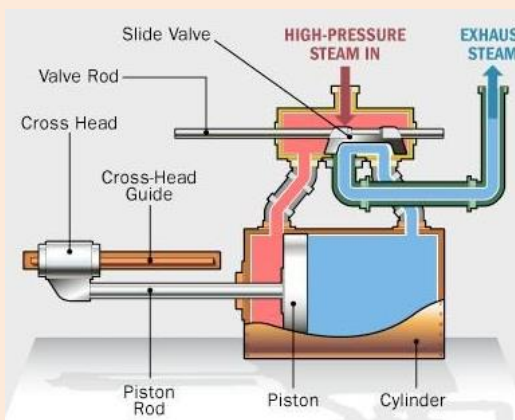
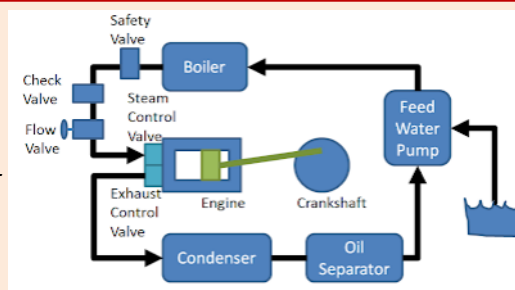
- $Q_1$ : nhiệt lượng nhận vào từ nguồn nóng [J]
- $Q_2'$ : nhiệt lượng nhả ra cho nguồn lạnh [J]
- $A'$ : công động cơ sinh ra [J] (đúng bằng nhiệt lượng *thực sự nhận* được)
- $T_1$ : nhiệt độ nguồn nóng [°K]
- $T_2$ : nhiệt độ nguồn lạnh [°K]

- **Các công thức:**

$$\eta_{TT} = \frac{A'}{Q_1} \quad (6-1)$$

$$A' = Q_1 - Q_2' \quad (6-2)$$

$$\eta_{TT} = \frac{Q_1 - Q_2'}{Q_1} \Rightarrow \eta_{TT} = 1 - \frac{Q_2'}{Q_1} \quad (6-3)$$



### b) Máy làm lạnh

- là loại máy tiêu thụ công để vận chuyển nhiệt  $Q$  từ nguồn lạnh sang nguồn nóng

- **Tác nhân:**  $NH_3$  hay  $SO_2$

- **Các đại lượng:**

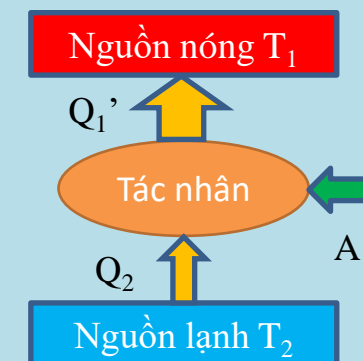
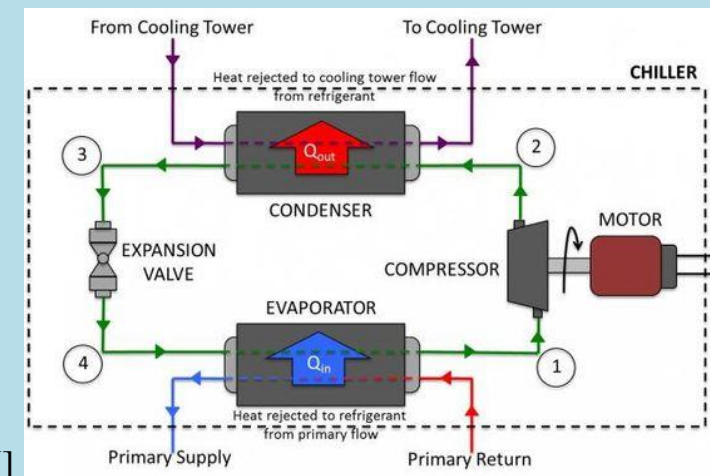
- $Q_1'$ : nhiệt lượng nhả ra cho nguồn nóng [J]
- $Q_2$ : nhiệt lượng lấy ra từ nguồn lạnh [J]
- $A$ : công động cơ nhận vào [J]
- $T_1$ : nhiệt độ nguồn nóng [°K]
- $T_2$ : nhiệt độ nguồn lạnh [°K]

- **Các công thức:**

$$\eta_{TT} = \frac{Q_2}{A}$$

$$A = Q_1' - Q_2$$

$$\eta_{TT} = \frac{Q_2}{Q_1' - Q_2}$$



## §2. Nguyên lý II Nhiệt động học

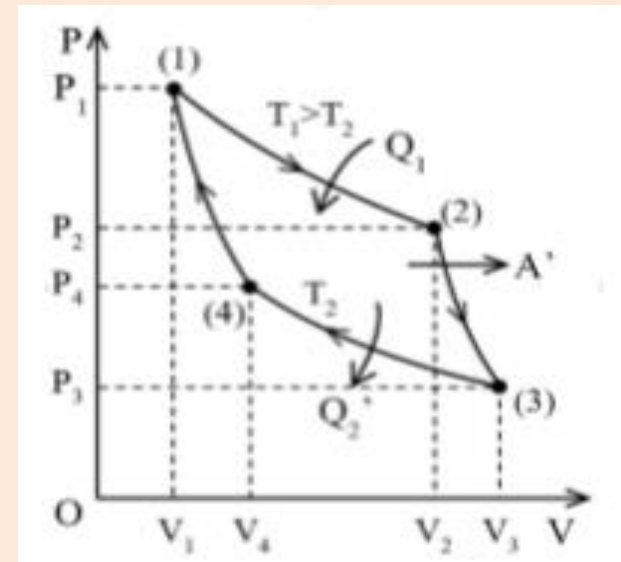


### 2. Chu trình Carnot

- **Định nghĩa:** là chu trình gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và 2 quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch nằm xen kẽ nhau

- Trong 1 chu trình thuận:

- **(1)(2) là quá trình giãn đẳng nhiệt**, nhiệt độ không đổi  $T_1$ . Hệ nhận nhiệt  $Q_1$  từ nguồn nóng và sinh công.
- **(2)(3) là quá trình giãn đoạn nhiệt**, nhiệt độ giảm từ  $T_1$  xuống  $T_2$ . Hệ sinh công.
- **(3)(4) là quá trình nén đẳng nhiệt**, nhiệt độ không đổi  $T_2$ . Hệ nhận công và tỏa nhiệt lượng  $Q_2'$  cho nguồn lạnh
- **(4)(1) là quá trình nén đoạn nhiệt**, hệ nhận công, nhiệt độ tăng từ  $T_2$  đến  $T_1$ .



- **Biểu thức:**

$$\eta_{LT} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (6-4)$$



## §2. Nguyên lý II Nhiệt động học



### ❖ Nhận xét

1. Nếu đầu bài cho 1 máy nhiệt (hay động cơ nhiệt) hoạt động theo **chu trình Carnot** thuận nghịch thì:  $\eta_{LT} = \eta_{TT} = \eta$

2. Nếu đầu bài cho 1 máy nhiệt (hay động cơ nhiệt) bình thường (động cơ đốt trong, máy hơi nước...) thì:  $\eta_{TT} = \eta$

3. Nếu đầu bài cho Công suất  $P$  của máy nhiệt (hay động cơ nhiệt), thì có nghĩa gián tiếp cho biết Công động cơ sinh ra  $A'$  trong thời gian 1 (giây) và ngược lại.

$$P = \frac{A'}{t} \Rightarrow A' = P \cdot t \quad (\text{nếu } t = 1(s) \text{ thì cho } P [W], \text{ có nghĩa cho } A'_{(1'')} [J])$$

**Ví dụ:** Cho  $P = 5 \cdot 10^3$  (W)  $\Rightarrow$  biết  $A'_{(1'')} = 5 \cdot 10^3$  (J)

4. Do **Công  $A$  và Nhiệt lượng  $Q$**  là hàm quá trình, nên các đại lượng đo mức độ trao đổi năng lượng **đều phụ thuộc thời gian  $t$**

**Ví dụ:** Công thức (6-2)  $A'_{1h} = Q_{1(1h)} - Q'_{2(1h)}$

5. Đơn vị:  $1(\text{cal}) = 4,1868$  (J)