

Chương 9

Nguyên lý thứ hai nhiệt động lực học

§ 1. Những hạn chế của nguyên lý thứ I NĐLH

Tất cả các quá trình vĩ mô xảy ra trong tự nhiên đều phải tuân theo nguyên lý I. Nhưng một quá trình vĩ mô phù hợp với nguyên lý I có thể vẫn không xảy ra trong thực tế.

Ví dụ: Xét 1 hệ cô lập gồm 2 vật tiếp xúc nhiệt.

Theo nguyên lý I thì nhiệt lượng mà vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng vật kia thu vào, còn trong quá trình trao đổi nhiệt đó dù cho nhiệt truyền từ vật nóng sang lạnh hay từ vật lạnh sang nóng đều không vi phạm nguyên lý I.

Trong thực tế nhiệt chỉ truyền từ vật nóng sang vật lạnh. Sự truyền nhiệt theo chiều ngược lại không xảy ra.

Vậy Nguyên lý I có những hạn chế:

- ✓ Nguyên lý I Không cho biết chiều diễn biến của quá trình xảy ra trong thực tế ; Nhiệt truyền *tự nhiên* từ vật nóng hơn sang vật lạnh hơn. Không có quá trình tự nhiên ngược lại.
- ✓ Không nêu lên được sự khác nhau trong quá trình chuyển hóa giữa công và nhiệt (A có thể chuyển thành Q, nhưng Q không thể chuyển hóa hoàn toàn thành công được.
- ✓ Không đánh giá được chất lượng nhiệt

§ 2. Quá trình thuận nghịch và quá trình không thuận nghịch

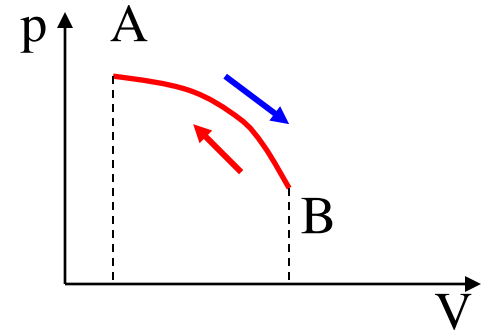
I. Định nghĩa

1. Quá trình thuận nghịch (QTTN)

Một quá trình biến đổi của hệ từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 được gọi là thuận nghịch khi nó có thể tiến hành theo chiều ngược lại và trong QT ngược lại đó hệ đi qua những trạng thái trung gian như trong QT thuận.

Chú ý:

- ✓ QT thuận nghịch chính là QT cân bằng
- ✓ Công mà hệ sinh ra trong QT thuận có giá trị bằng công mà hệ nhận được từ bên ngoài. Do đó khi hệ trở về trạng thái ban đầu, môi trường xung quanh không xảy ra biến đổi nào ($\Delta U=0$, $A=0 \rightarrow Q=0$)



2. QT không thuận nghịch (QT không TN)

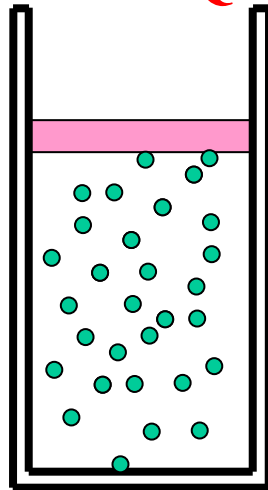
QT không TN là QT khi tiến hành theo chiều ngược lại, hệ không qua đầy đủ các trạng thái ban đầu như trong QT thuận.

Công và nhiệt mà hệ nhận vào trong QT nghịch không bằng công và nhiệt mà hệ sinh ra trong QT thuận. Vì vậy sau khi tiến hành QT thuận và QT nghịch để đưa hệ về trạng thái ban đầu thì *môi trường xung quanh bị biến đổi*.

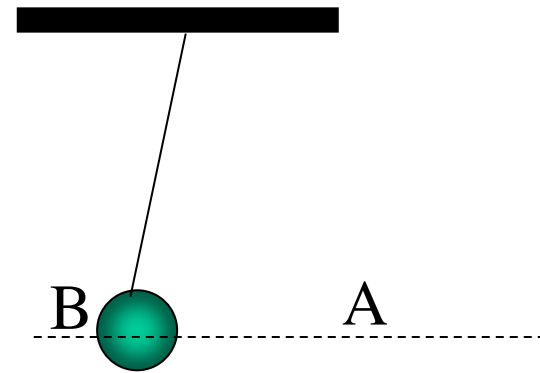
II. Thí dụ về QTTN và QT không TN

1. QTTN

Quá trình
giãn đoạn
nhiệt vô
cùng chậm:



Mọi quá trình cơ học không ma sát đều là QTTN



Dao động của con lắc không ma sát có nhiệt độ bằng nhiệt độ bên ngoài: QTTN

2. Thí dụ về quá trình không thuận nghịch (QT không TN)

TN chứng tỏ: Mọi quá trình vĩ mô thực bao giờ cũng có trao đổi nhiệt với bên ngoài \rightarrow Mọi quá trình vĩ mô thực tế đều là những quá trình không thuận nghịch

- Ví dụ các quá trình có ma sát: Do có ma sát, trong QT thuận, một phần công biến thành nhiệt và nếu tiến hành QT ngược thì một phần công nữa lại biến thành nhiệt. Kết quả cuối cùng, có một phần công biến thành nhiệt. Thực nghiệm xác nhận nhiệt đó chỉ làm nóng vật chứ không biến thành công được.

- Các QT truyền nhiệt từ vật nóng \rightarrow vật lạnh: đều là QT không TN

III. Ý nghĩa của việc nghiên cứu QTTN và QT không TN

- ✓ *Chiều diễn biến của các QT không TN:* Trong QT không TN, trong hai chiều diễn biến chỉ có 1 chiều QT xảy ra tự phát, không cần tác dụng bên ngoài. Chiều diễn biến tự phát đảm bảo cho hệ tiến tới trạng thái cân bằng. Khi hệ đã ở trạng thái cân bằng nó không thể tự phát để tới trạng thái không cân bằng.
- ✓ *Về mặt trao đổi công và nhiệt:*
 - QTTN không thu công và nhiệt của môi trường;
 - QT không TN muốn xảy ra phải thu nhiệt hoặc công của môi trường.
 - Nếu thực hiện QTTN sẽ có lợi về nhiệt và công hơn các QT không TN -> ứng dụng trong chế tạo động cơ nhiệt

§ 3. Nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học

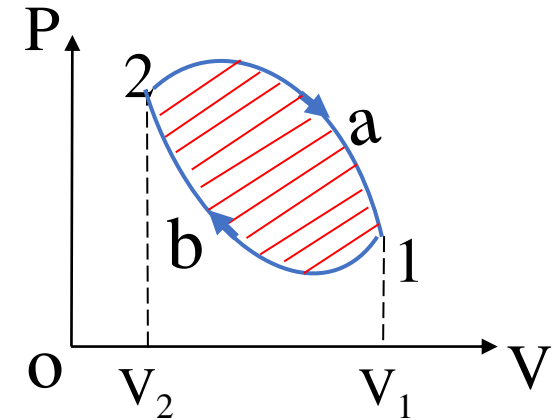
I. Máy nhiệt

Là một hệ biến công thành nhiệt hoặc biến nhiệt thành công

- Các bộ phận của máy nhiệt:
 - ✓ Tác nhân: là các chất vận chuyển trong máy nhiệt.
 - Làm nhiệm vụ biến $Q \rightarrow A$ hoặc $A \rightarrow Q$
 - Tác nhân biến đổi theo các chu trình
 - ✓ Nguồn nhiệt: Nguồn nóng, nguồn lạnh
- Hai loại máy nhiệt:
 - ✓ Động cơ nhiệt: Biến nhiệt \rightarrow công
 - ✓ Máy làm lạnh: Biến công \rightarrow nhiệt

ĐỘNG CƠ NHIỆT:

- ✓ Chức năng: Máy biến nhiệt thành công (Máy hơi nước, động cơ đốt trong).
- ✓ Tác nhân:
 - Hơi nước (trong máy hơi nước)
 - Khí cháy (trong động cơ đốt trong).
- ✓ Nguồn nóng:
 - Nồi súp de (trong máy hơi nước)
 - Xi lanh chứa khí cháy (động cơ đốt trong).
- ✓ Nguồn lạnh:
 - Bình ngưng hơi (máy hơi nước)
 - Không khí (động cơ đốt trong).
- ✓ Chiều của chu trình:
Thuận chiều kim đồng hồ, sinh công A'



Hiệu suất của động cơ nhiệt:

Trong 1 chu trình, tác nhân nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng Q_1 , nhả cho nguồn lạnh nhiệt lượng Q'_2 và sinh công A' .

Hiệu suất của động cơ nhiệt là tỷ số giữa công A' sinh ra và nhiệt lượng Q_1 mà tác nhân nhận từ nguồn nóng.

$$\eta = \frac{A'}{Q_1}$$

Sau một chu trình: công sinh ra bằng nhiệt thực sự nhận vào

$$A' = Q_1 - Q'_2$$

\Rightarrow

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q'_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q'_2}{Q_1}$$

II. Phát biểu nguyên lý thứ hai nhiệt động lực học

1. Phát biểu của Clausius:

Nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn.

Hay là:

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. Phát biểu của Thompson:

Không thể chế tạo được một máy hoạt động tuần hoàn biến đổi liên tục nhiệt thành công nhờ làm lạnh một vật mà xung quanh không chịu một sự thay đổi đồng thời nào.

Hay là: *Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại hai.*

3. Ý nghĩa của nguyên lý 2:

- ✓ Nguyên lý 2 cho biết chiều diễn biến của các quá trình vĩ mô trong thực tế (QT không TN).
- ✓ Cho biết quy luật biến đổi giữa Q và $A \rightarrow$ Nguyên lý 2 có ý nghĩa quan trọng trong chế tạo các máy nhiệt.
- ✓ Chất lượng nhiệt: T càng cao, chất lượng càng cao