



Jun

(James Prescott Joule, 1818 – 1889,
nhà vật lí người Anh)



Hình 58.1 Hơi nước sôi đẩy nắp ấm lên

Nội năng được phát hiện và sử dụng vào đời sống và kĩ thuật cách đây hơn 200 năm. Nhà bác học người Pháp Pa-panh (Denis Papin, 1647 – 1712) và nhà bác học người Anh Oát là những người đầu tiên tìm ra cách làm biến đổi nội năng thành cơ năng.

Nhiệt động lực học ra đời vào khoảng giữa thế kỷ XIX, trong quá trình nghiên cứu các động cơ nhiệt nhằm biến đổi năng lượng có được từ nhiên liệu thành cơ năng. Cơ sở của nhiệt động lực học là hai định luật cơ bản được gọi là *nguyên lí I* và *nguyên lí II* nhiệt động lực học, chúng được khái quát hoá từ những sự kiện thực nghiệm. Sau đây chúng ta lần lượt khảo sát hai nguyên lí này.

1. Nội năng

a) Quan sát

Dun nước trong ấm cho tới khi nước sôi. Hơi nước sôi có thể đẩy nắp ấm lên (Hình 58.1).

Chiếc bình xịt nước hoa hoạt động nhờ dòng hơi nén trong bình phun ra.

Trong thí nghiệm về màng xà phòng, ta thấy màng xà phòng đã làm dịch chuyển cạnh di động của khung nhờ lực căng bề mặt (hệ quả của lực tương tác giữa các phân tử chất lỏng).

b) Kết luận

Qua các hiện tượng trên và nhiều hiện tượng tương tự khác ta thấy rằng, các khối chất khi đứng yên có thể sinh công nhờ áp suất gây ra bởi chuyển động của các phân tử và nhờ tương tác giữa các phân tử. Như vậy, các khối chất có năng lượng bên trong. Dạng năng lượng này được gọi là *nội năng*. Vậy :

Nội năng là một dạng năng lượng bên trong của hệ, nó chỉ phụ thuộc vào trạng thái của hệ. Nội năng bao gồm tổng động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên hệ và thế năng tương tác giữa các phân tử đó.

c) Nội năng phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích

Khi nhiệt độ thay đổi thì động năng của các phân tử cấu tạo nên vật thay đổi, mà động năng của phân tử là thành phần của nội năng, do đó nội năng phụ thuộc vào nhiệt độ của vật.

Khi thể tích thay đổi thì khoảng cách giữa các phân tử cấu tạo nên vật thay đổi, làm cho thế năng tương tác giữa chúng thay đổi. Vì thế năng tương tác giữa các phân tử là thành phần của nội năng, nên nội năng còn phụ thuộc vào thể tích của vật.

Ta có thể viết :

$$U = f(T, V)$$

2. Hai cách làm biến đổi nội năng

Vì nội năng phụ thuộc nhiệt độ và thể tích của hệ nên nếu ta làm thay đổi nhiệt độ hoặc thể tích của hệ thì nội năng thay đổi. Sau đây là hai cách làm biến đổi nội năng.

a) Thực hiện công

Khi bơm xe đạp bằng bơm tay, ta thấy bơm bị nóng lên. Điều đó chứng tỏ không khí trong bơm đã nóng lên, nghĩa là nội năng của không khí đã biến thiên do ta thực hiện công.

Nếu ta cọ xát một miếng kim loại trên mặt bàn, ta thấy miếng kim loại nóng lên. Đó cũng là cách làm biến đổi nội năng của miếng kim loại bằng thực hiện công (Hình 58.2).

Các ví dụ trên cho ta thấy rằng *nội năng bị biến đổi do thực hiện công*.

b) Truyền nhiệt lượng

Ta cũng có thể làm cho không khí trong bơm nóng lên bằng cách hơ nóng thân bơm và làm cho



Hình 58.2 Làm nóng miếng kim loại bằng cách cọ xát

C1 Hãy kể thêm các trường hợp làm biến đổi nội năng bằng thực hiện công.

miếng kim loại nóng lên bằng cách thả nó vào nước nóng. Khi đó nội năng của không khí trong bơm hay miếng kim loại tăng lên không do thực hiện công mà do *truyền nhiệt lượng*.

c) Sự tương đương giữa công và nhiệt lượng

Vì sự thực hiện công và truyền nhiệt lượng đều là những cách làm biến đổi nội năng nên chúng tương đương nhau.

3. Nguyên lí I nhiệt động lực học

Nguyên lí I nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng vào các hiện tượng nhiệt.

Xét một hệ có trao đổi công và nhiệt lượng với các vật ngoài, được chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 (biểu diễn trên đồ thị $p - V$ ở Hình 58.3). Kí hiệu ΔU là độ biến thiên nội năng của hệ :

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

trong đó U_1 là nội năng ở trạng thái đầu, U_2 là nội năng ở trạng thái cuối.

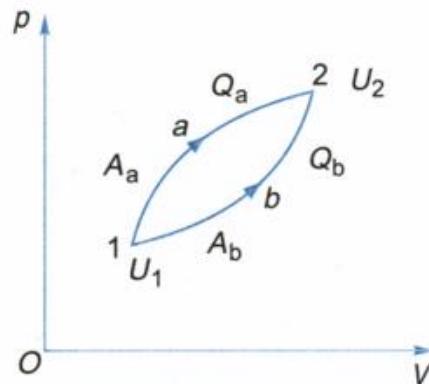
Theo định luật bảo toàn năng lượng, nội năng của hệ tăng một lượng ΔU thì các vật khác phải mất một lượng năng lượng đúng bằng như thế, lượng năng lượng ấy được đo bằng nhiệt lượng Q và công A mà hệ nhận được :

$$\Delta U = Q + A \quad (58.1)$$

trong đó : ΔU là độ biến thiên nội năng của hệ,

Q và A là các giá trị đại số.

- Nếu $Q > 0$, hệ nhận nhiệt lượng
- Nếu $Q < 0$, hệ nhả nhiệt lượng
- Nếu $A > 0$, hệ nhận công
- Nếu $A < 0$, hệ sinh công.



Hình 58.3

Khí được chuyển từ 1 đến 2 bằng hai quá trình khác nhau, trong đó $Q_a \neq Q_b$ và $A_a \neq A_b$ nhưng $Q_a + A_a = Q_b + A_b$

Phương trình (58.1) là biểu thị toán học của *nguyên lí I* nhiệt động lực học. Nó được phát biểu như sau :

Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng đại số nhiệt lượng và công mà hệ nhận được.

Có thể biến đổi phương trình (58.1) sang dạng sau :

$$Q = \Delta U - A \quad (58.2)$$

Như vậy : *Nhiệt lượng truyền cho hệ làm tăng nội năng của hệ và biến thành công mà hệ sinh ra.*

Trong phương trình (58.2) thì $(-A)$ là công mà hệ sinh ra cho bên ngoài.

Ở đây, ta trình bày nguyên lí I như là hệ quả của định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng, song thực ra nguyên lí I là một sự khái quát hoá các kết quả thực nghiệm. Chính vì vậy nó mới được gọi là *nguyên lí*. Nguyên lí này đóng góp vào sự hình thành định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng.

CÂU HỎI

1. Nội năng là gì ? Nó phụ thuộc những thông số nào của hệ ? Nếu hai cách làm biến đổi nội năng ?
2. Nêu ý nghĩa của thí nghiệm Jun.
3. Tại sao có thể nói rằng nguyên lí I nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng vào các hiện tượng nhiệt ?

BÀI TẬP

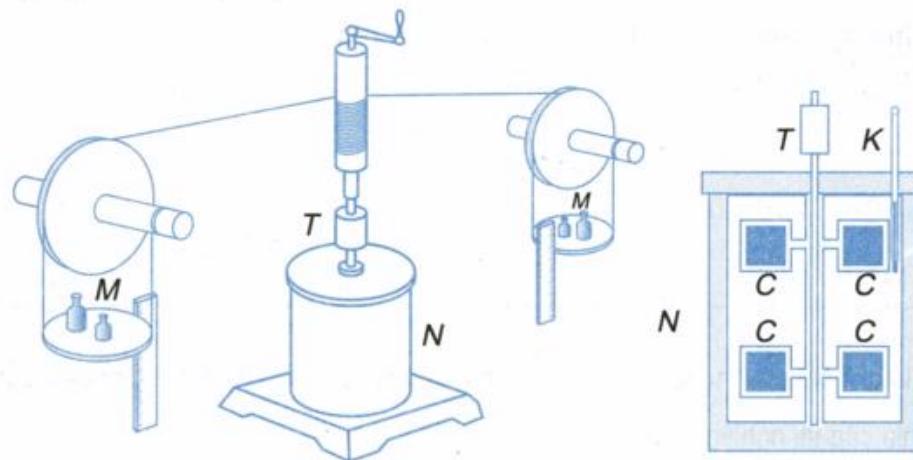
1. Một người có khối lượng 60 kg nhảy từ cầu nhảy ở độ cao 5 m xuống một bể bơi. Tính độ biến thiên nội năng của nước trong bể bơi. Bỏ qua các hao phí năng lượng thoát ra ngoài khỏi nước trong bể bơi. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.
2. Một cốc nhôm khối lượng 100 g chứa 300 g nước ở nhiệt độ 20°C . Người ta thả ngập vào cốc nước một chiếc thia đồng khối lượng 75 g vừa rút ra khỏi nồi nước sôi ở 100°C . Xác định nhiệt độ của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua các hao phí nhiệt ra ngoài. Nhiệt dung riêng của nhôm là $880 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$, của đồng là $380 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$ và của nước là $4,19 \cdot 10^3 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$.
3. Người ta cọ xát một miếng sắt dẹt khối lượng 100 g trên một tấm gỗ. Sau một lát thì thấy miếng sắt nóng lên thêm 12°C . Hỏi người ta đã tốn một công là bao nhiêu để thắng ma sát, giả sử rằng 40% công đó được dùng để làm nóng miếng sắt ? Cho biết nhiệt dung riêng của sắt là $460 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$.

Em có biết ?

THÍ NGHIỆM CỦA JUN VỀ SỰ TƯƠNG ĐƯƠNG GIỮA CÔNG VÀ NHIỆT LƯỢNG

Theo lịch sử vật lí thì con người đã phải mất khá nhiều thời gian mới phát hiện ra sự tương đương giữa công và nhiệt lượng. Vào nửa đầu thế kỉ XIX nhiều nhà bác học vật lí, trong đó có nhà bác học người Anh Jun đã tiến hành nhiều thí nghiệm để chứng minh sự tương đương nói trên và để tìm ra một hệ thức định lượng giữa chúng. Trước đó, công và nhiệt lượng được đo bằng những đơn vị khác nhau. Nhiệt lượng được đo bằng đơn vị *calo*. **Calo là nhiệt lượng phải cung cấp cho 1 gam nước để tăng nhiệt độ của nó lên 1°C .**

Trong khoảng thời gian từ 1840 – 1849, Jun đã làm nhiều thí nghiệm và năm 1849 ông đã làm thí nghiệm nổi tiếng được mô tả ở Hình 58.4.



Hình 58.4 Thí nghiệm của Jun

Nhiệt lượng kế *N* đựng chất lỏng. Một trục *T* có gắn các cánh *C* được nhúng thẳng đứng vào chất lỏng trong nhiệt lượng kế. Các vật *M* khi rơi thực hiện công làm quay trục *T* và các cánh *C*. Ma sát giữa các cánh *C* với chất lỏng làm cho chất lỏng nóng lên. Nhiệt kế *K* cho phép theo dõi nhiệt độ của nhiệt lượng kế.

Đo nhiều lần, Jun thấy rằng một công *A* xác định bao giờ cũng tương đương với một nhiệt lượng *Q* xác định.

Sau đó ông đã rút ra một hệ thức tương đương giữa công và nhiệt, nhờ đó người ta có thể chuyển đổi qua lại các kết quả đo theo đơn vị calo hay đơn vị công.

Ngày nay trong hệ SI người ta dùng đơn vị jun để đo công và nhiệt lượng. **Đương lượng công của nhiệt là :**

$$1 \text{ calo} = 4,1868 \text{ jun}$$