

# 60 NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ NHIỆT VÀ MÁY LẠNH

## NGUYÊN LÝ II NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

### I – Mục tiêu

– Biết được nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt và máy lạnh ; biết được nguồn nóng, nguồn lạnh, tác nhân cùng bộ phận phát động, công sinh ra hay nhận vào ở một số máy hay gặp trong thực tế.

– Có khái niệm về nguyên lý II NĐLH, nó liên quan đến chiều diễn biến của các quá trình trong tự nhiên, nó bổ sung cho nguyên lý I. HS cần phát biểu được nguyên lý II NĐLH.

### II – Chuẩn bị

#### 1. Giáo viên

Tranh vẽ Hình 60.2 và Hình 60.3 SGK.

#### 2. Học sinh

Ôn lại kiến thức về động cơ nhiệt đã học ở Vật lí 8.

### III – Những điều cần lưu ý

1. Nguyên lí II NDLH liên quan đến chiều diễn biến của các quá trình trong tự nhiên.

Trước hết, ta thấy trong tự nhiên có những quá trình *có một chiều tự diễn biến*, trong đó có ba quá trình rất gần gũi với chúng ta, đó là :

– Quá trình truyền nhiệt : Nhiệt tự nó truyền từ vật nóng sang vật lạnh hơn.

– Cơ năng có thể tự nó chuyển hoá toàn bộ sang nội năng (ma sát làm nóng vật, viên đạn xuyên sâu vào vật cản làm cả vật cản và viên đạn nóng lên,...).

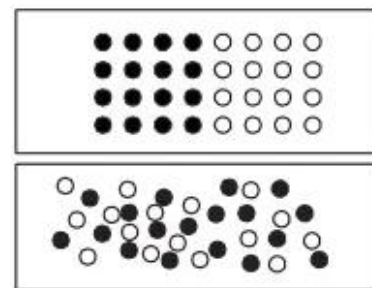
– Khí có thể tự nở ra (quả bóng xì hơi, bánh xe xì hơi,...).

Các quá trình có một chiều tự diễn biến này nằm trong nhóm các *quá trình không thuận nghịch*. Để hiểu quá trình không thuận nghịch, trước hết ta hãy khảo sát *quá trình thuận nghịch*, đó là *quá trình mà hệ sau khi chuyển từ trạng thái A sang trạng thái B nó có thể quay trở về trạng thái ban đầu A mà không để lại biến đổi nào ở các vật xung quanh*. Ví dụ : quả bóng rơi xuống sàn cứng lại nảy trở lại đúng vị trí cũ nếu không có ma sát và va chạm giữa quả bóng và sàn cứng là va chạm đàn hồi.

Từ đó suy ra : *quá trình không thuận nghịch là quá trình khi hệ quay trở về trạng thái ban đầu thì các vật ngoài chịu những biến đổi nào đó*. Để làm ví dụ ta hãy phân tích quá trình truyền nhiệt. Muốn truyền nhiệt từ một vật sang vật có nhiệt độ cao hơn ta dùng máy lạnh, khi đó các vật ngoài phải cung cấp công cho máy.

Vật lí thống kê đã giải thích ý nghĩa thống kê của nguyên lí II và cho biết rằng : *chiều tự diễn biến của quá trình không thuận nghịch là chiều tăng xác suất trạng thái hay là chiều tăng độ lộn xộn (còn gọi là chiều tăng entropy vì entropy là đại lượng đặc trưng cho độ lộn xộn)*.

Để minh hoạ ý thứ hai này, ta hãy làm thí nghiệm đơn giản sau đây. Lấy một cái khay, trên khay ta xếp có trật tự một bên là các quả cầu trắng, còn bên kia là các quả cầu đen, (nên nhớ là đừng xếp các quả cầu xít nhau quá) (Hình 60.1). Bây giờ lắc khay làm cho các quả cầu chuyển động hỗn loạn tương tự như chuyển động nhiệt, ta sẽ thấy sau một thời gian các quả cầu đen và trắng trộn đều vào nhau. Vậy chiều tự diễn biến là chiều tăng độ lộn xộn.



Hình 60.1

2. Bây giờ chúng ta hãy nói đôi chút về lịch sử phát triển môi chất lạnh (tức là tác nhân trong máy làm lạnh), nó có liên quan đến việc bảo vệ môi trường.

Việc nghiên cứu môi chất lạnh mới luôn gắn liền với lịch sử phát triển hơn 150 năm của kĩ thuật lạnh. Đến nay, người ta đã biết đến hàng trăm loại môi chất khác nhau. Mỗi lần phát hiện ra một môi chất mới phù hợp thì kĩ thuật lạnh lại bước vào một giai đoạn phát triển mới. Đặc biệt, việc sử dụng các freôn vào năm 1930 ở Mĩ đã tạo ra bước ngoặt lịch sử trong kĩ thuật lạnh, dẫn đến kĩ thuật điều hoà không khí, kĩ thuật lạnh dân dụng và kĩ thuật lạnh công nghiệp phát triển một cách đột phát, dẫn đến sự bùng nổ về sản lượng freôn. Đến năm 1991, sản lượng freôn đã đạt tới trên một triệu tấn/năm, trong đó khoảng  $\frac{1}{4}$  được sử dụng trong kĩ thuật lạnh, còn  $\frac{3}{4}$  được dùng trong công nghiệp phun sương (mĩ phẩm, sơn xì, thuốc trừ sâu,...).

Vào năm 1974, người ta phát hiện rằng freôn không chỉ phá huỷ tầng ôzôn mà còn tham gia vào hiệu ứng nhà kính (Green House Effet). Các freôn được gọi theo các chữ viết tắt của thành phần hoá học gồm : hiđrô *H*, clo *Cl*, flo *F* và cacbon *C*, tức là *HCFC*. Nếu không có hiđrô thì là *CIFC*, không có clo là *HFC*. Để đánh giá khả năng phá huỷ tầng ôzôn và hiệu ứng nhà kính, người ta dùng *chỉ số phá huỷ ôzôn ODP* (Ozone Depletion Potential) và *chỉ số làm nóng địa cầu GWP* (Global Warming Potential). Các chỉ số trên lấy chuẩn theo ODP và GWP của *R11(CCl<sub>3</sub>F)*. Bảng dưới đây giới thiệu các chỉ số ODP và GWP của một số môi chất thường dùng.

Kí hiệu	Công thức hoá học	Nhiệt độ sôi (°C) ở áp suất thường	Thời gian tồn tại trong khí quyển (năm)	ODP (R11 = 1)	GWP (R11 = 1)
<i>R11</i>	<i>CCl<sub>3</sub>F</i>	23,8	65	1,0	1,0
<i>R12</i>	<i>CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub></i>	- 29,8	120	0,9 - 1	3
<i>R22</i>	<i>CHClF<sub>2</sub></i>	- 40,8	15	0,05	0,35
<i>R134a</i>	<i>CH<sub>2</sub>F-CF<sub>3</sub></i>	- 26,5	16	0,0	0,26
<i>R152a</i>	<i>CH<sub>3</sub>-CHF<sub>2</sub></i>	- 25,0	2	0,0	0,03

Các *CFC* là nguy hiểm nhất vì chúng rất bền vững do mối liên kết clo – cacbon. Càng nhiều nguyên tử clo trong liên kết hoá học, khả năng phá huỷ ôzôn càng lớn. Tuy nặng hơn không khí nhiều lần, nhưng do tồn tại hàng chục năm, thậm chí hàng trăm năm, dần dần chúng khuếch tán lên tầng bình lưu rồi dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời, các phân tử bị phân li. Các nguyên tử clo được giải phóng sẽ tác dụng với ôxi của ôzôn, phá huỷ ôzôn, làm mỏng và làm thủng tầng ôzôn, lá chắn bảo vệ con người khỏi các tia tử ngoại.

Bảng trên cho ta thấy các môi chất như *R134a*, *R152a*,... không phá huỷ tầng ôzôn, song vẫn còn gây hiệu ứng nhà kính. Trong tương lai, người ta sẽ tìm ra những môi chất mới để thay thế.

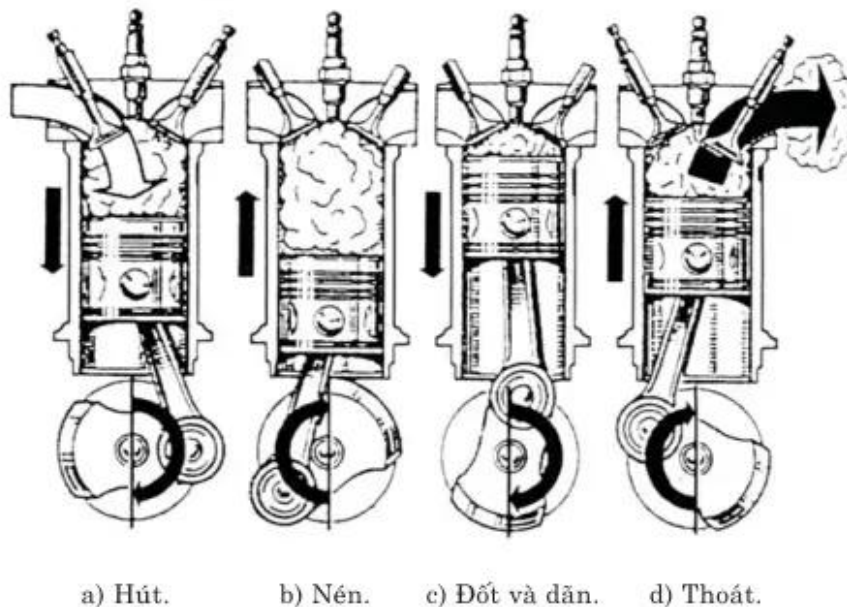
#### IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Để giảm bớt sự trừu tượng khi trình bày nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt, trong SGK đã đưa ra một động cơ giả định với một chu trình chỉ gồm có những quá trình đơn giản.

GV khi mô tả động cơ này nên lưu ý HS đến nguồn nóng, nguồn lạnh, tác nhân và bộ phận phát động để chuẩn bị cho việc nêu ra nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt.

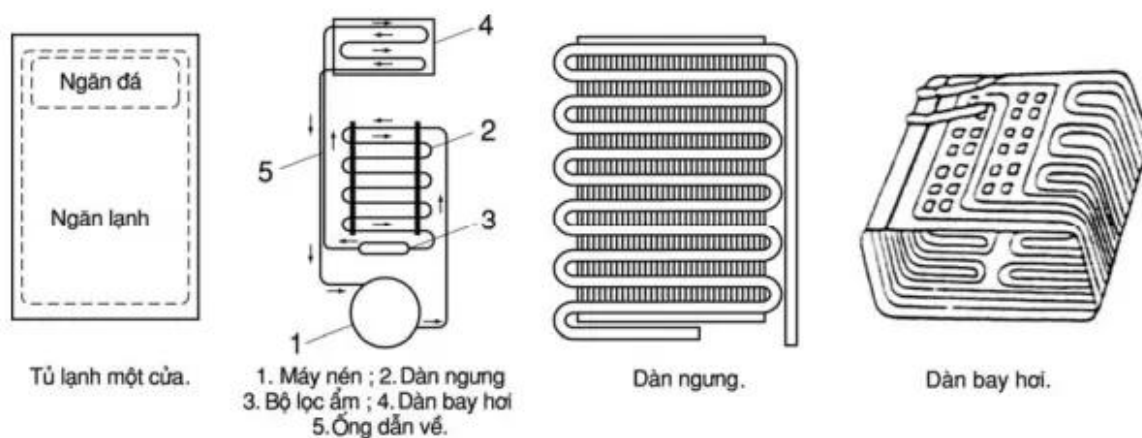
2. Để tập cho HS biết phân tích các bộ phận chính của một động cơ nhiệt hay máy làm lạnh thì GV nên chuẩn bị một số mô hình hay tranh vẽ.

Hình 60.2 và Hình 60.3 giới thiệu một số hình vẽ nhằm mục đích đó.



Hình 60.2. Động cơ đốt trong 4 kì.

Trong Hình 60.2 thì nguồn nóng là nhiên liệu cháy trong xilanh vào cuối kì nén, nguồn lạnh là vỏ nước bao quanh xilanh (không vẽ trong hình) và không khí làm nguội khí thải ra từ xilanh ở kì thoát, hoà khí (gồm hỗn hợp không khí và hơi nhiên liệu) là tác nhân.



Hình 60.3. Máy làm lạnh.

Trong máy lạnh thì : a) Dàn bay hơi là nguồn lạnh ; b) Không khí đối lưu đi qua dàn ngưng là nguồn nóng ; c) Môi chất là tác nhân ; d) Động cơ điện cung cấp công.

3. Trong bài này có đưa thêm kí hiệu  $Q'$  để biểu thị nhiệt lượng mà hệ toả ra.

**C1** Hiệu suất của động cơ nhiệt không thể lớn hơn 1 là vì  $|A'| < |Q_1|$ .

**C2** Máy điều hoà nhiệt độ là một máy lạnh là vì nó hoạt động đúng như một máy lạnh.

**C3** Hiệu năng của máy lạnh có thể lớn hơn 1 là vì  $|Q_2|$  có thể lớn hơn  $|A'|$ , và thực tế hiệu năng của máy lạnh luôn lớn hơn 1.

## V – Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

### Câu hỏi

Từ câu 1 đến câu 4 : xem SGK.

5. Định lí Các-nô cho ta biết hiệu suất cực đại của động cơ nhiệt làm việc giữa nguồn nóng và nguồn lạnh đã cho, đồng thời chỉ cho ta cách nâng cao hiệu suất của động cơ nhiệt, đó là nâng cao nhiệt độ nguồn nóng hoặc hạ thấp nhiệt độ nguồn lạnh hoặc cả hai.

6. Xem mục III.1 ở trên.

### Bài tập

1. Chuyển động C : bè trôi theo dòng sông.

2. Hiệu suất thực :

$$\frac{(Q_1 - Q_2')}{Q_1} = \frac{(1,5 - 1,2)}{1,5} = 0,2 = 20\%.$$

Hiệu suất cực đại :

$$\frac{(T_1 - T_2)}{T_1} = \frac{(250 - 30)}{(273 + 250)} = 0,42 = 42\%.$$

3. Hiệu suất cực đại :  $\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{520 - 20}{520 + 273} = 0,63.$

Công cực đại :  $10^7 \cdot 0,63 = 6,3 \cdot 10^6 \text{ J}.$

4. Hiệu năng của máy lạnh :  $\varepsilon = \frac{Q_2}{A'}.$

Nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng trong mỗi giờ là :

$$Q_2 = 5 \cdot 10^6 \cdot 4 = 20 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

5. Hiệu suất thực của máy hơi nước là :

$$\frac{0,5(227 - 77)}{(273 + 227)} = 0,15$$

Đã biết :

$$H = \frac{A'}{Q_1}, \text{ vậy } A' = HQ_1$$

Chia cả hai vế cho thời gian  $\tau$  (1 h = 3 600 s) ta tìm được công suất của máy hơi nước :

$$\frac{A'}{\tau} = \frac{HQ_1}{\tau}$$

Vậy công suất của máy hơi nước là  $W = \frac{0,15 \cdot 700 \cdot 31 \cdot 10^6}{3\,600} = 904 \text{ kW}.$

Năng suất toả nhiệt của nhiên liệu là nhiệt lượng toả ra khi đốt cháy hết 1 đơn vị khối lượng nhiên liệu (xem SGK Vật lí 8).