

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG

KHOA ĐIỆN- ĐIỆN TỬ

BÀI GIẢNG

KỸ THUẬT ĐIỆN LẠNH

TS. NGUYỄN DÁO

TP. HỒ CHÍ MINH - 2019

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT ĐIỆN LẠNH

Nội dung chính:

Chương 1: CƠ SỞ KỸ THUẬT LẠNH	trang 4
I. Lý thuyết về nhiệt	
II. Môi chất lạnh	
III. Chu trình máy lạnh	
Chương 2: CÁC THIẾT BỊ HỆ THỐNG LẠNH	trang 47
I. Khái quát	
II. Bộ bốc hơi	
III. Bộ ngưng tụ	
IV. Máy nén	
V. Thiết bị tiết lưu	
VI. Các thiết bị phụ	
VII. Tính chọn các thiết bị	
Chương 3: LÀM LẠNH TRONG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ	trang 79
I. Khái quát	
II. Không khí ẩm	
III. Tính toán quá trình làm lạnh không khí	
IV. Điều hòa không khí trong tòa nhà	
Chương 4: TÍNH CHỌN MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ	trang 105
I. Phân tích các hệ thống ĐHKK	
II. Các vấn đề cơ bản của hệ thống ĐHKK	
III. Tính chọn máy ĐHKK hai cụm (RAC)	
IV. Tính chọn máy ĐHKK tổ hợp gọn (PAC)	
V. Tính chọn máy ĐHKK VRV	
VI. Tính chọn máy ĐHKK làm lạnh nước (WC)	

Tài liệu tham khảo:

[1] Bill Whitman, Bill Johnson [2012],

Refrigeration and Air Conditioning Technology,

Delmar Cengage Learning.

[2] Lê Chí Hiệp [2011], Kỹ thuật Điều hòa không khí,

Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.

[3] Andrew D. Althouse, Carl H. Turnquist, A.F. Bracciano, D.C. Bracciano, and G.M. Bracciano [2013], Modern Refrigeration and Air Conditioning, Goodheart-Willcox.

[4] Nguyễn Đức Lợi [2011], Hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hòa không khí. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.

[5] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận [2011], Kỹ thuật lạnh ứng dụng. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.

Tailieu.vn

Chương 1: CƠ SỞ KỸ THUẬT LẠNH

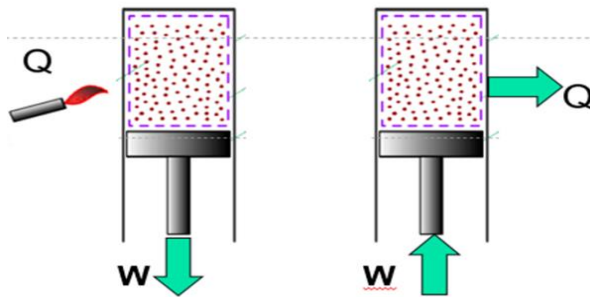
Phần I: LÝ THUYẾT VỀ NHIỆT

1.1. CÁC THÔNG SỐ CHẤT KHÍ VÀ HƠI

Tổng quan về năng lượng nhiệt

Năng lượng nhiệt Q và năng lượng cơ học (công) W là hai dạng năng lượng truyền từ vật thể này sang vật thể khác. Quá trình truyền công, truyền nhiệt hay biến đổi qua lại giữa công và nhiệt gọi là quá trình nhiệt động.

Năng lượng nhiệt (gọi tắt là nhiệt) có liên quan đến sự chuyển động của các phân tử và năng lượng cơ học liên quan đến chuyển động của vật thể.



Hình 1.1.1: Mô hình về sự chuyển đổi giữa năng lượng nhiệt và công cơ học

Nhiệt và công được chuyển đổi qua lại trong các quá trình nhiệt động. Các quá trình nhiệt động thường được ứng dụng để biến nhiệt lượng thành công và ngược lại trong các động cơ nhiệt và máy lạnh. Trong đó chất khí và hơi là chất trung gian (gọi là môi chất) thực hiện việc nhận nhiệt từ bên ngoài và biến đổi thành năng lượng cơ học và ngược lại.

Môi chất thường là các chất khí hay hơi vì khả năng tăng thể tích cao khi nhận nhiệt hay ngược lại, làm cho quá trình biến đổi nhiệt thành công hiệu quả (hình 1.1.1).

Ba thông số trạng thái cơ bản của khí, hơi là nhiệt độ, áp suất và thể tích riêng (có thể đo trực tiếp).

Năm thông số của khí, hơi là các thông số năng lượng: nội năng, entanpy, entropy, nhiệt lượng và công (có thể được tính qua thông số trạng thái)

1.1.1 Nhiệt độ

Nhiệt độ thể hiện mức độ nóng lạnh của vật chất. Nhiệt độ có thể được coi là một mô tả của nhiệt lượng, một vật nhiệt độ cao là vật đó có chứa nhiệt lượng cao.

Các loại nhiệt kế thông dụng để đo nhiệt độ:

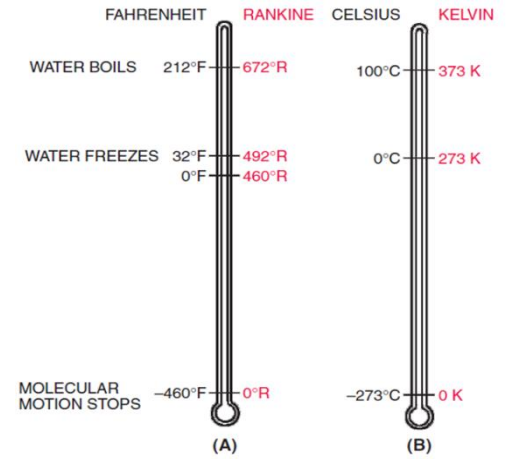
- Nhiệt kế chất lỏng,
- Nhiệt kế điện trở
- Nhiệt kế cặp nhiệt điện

Các thang nhiệt độ thông dụng:

- Nhiệt độ bách phân ($t^{\circ}\text{C}$),
- Nhiệt độ Fahrenheit ($t^{\circ}\text{F}$);
- Nhiệt độ tuyệt đối ($T^{\circ}\text{K}$)

Quan hệ giữa các thang đo nhiệt độ:

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273; ^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{C} + 32; ^{\circ}\text{C} = 5/9(^{\circ}\text{F} - 32)$$



(1-1)

Hình 1.1.2. Biểu thị ba thang nhiệt độ

1.1.2. Áp suất

Áp suất là lực tác dụng lên một đơn vị diện tích chịu lực.

Đối với chất khí và hơi là lực tác động của các phân tử khí hoặc hơi trên bề mặt của bình chứa.

Đơn vị đo:

Hệ thống SI: N / m^2 (hệ thống đơn vị quốc tế)

(đơn vị sử dụng thực tế: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N} / \text{m}^2$; $1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} \dots$)

Đơn vị Anh: psi ($1 \text{ lbf} \cdot \text{pao} / 1 \text{ in}^2$ -inch vuông)

$$1 \text{ psi} = 6894,76 \text{ N/m}^2 = 6,8976 \text{ kPa}$$

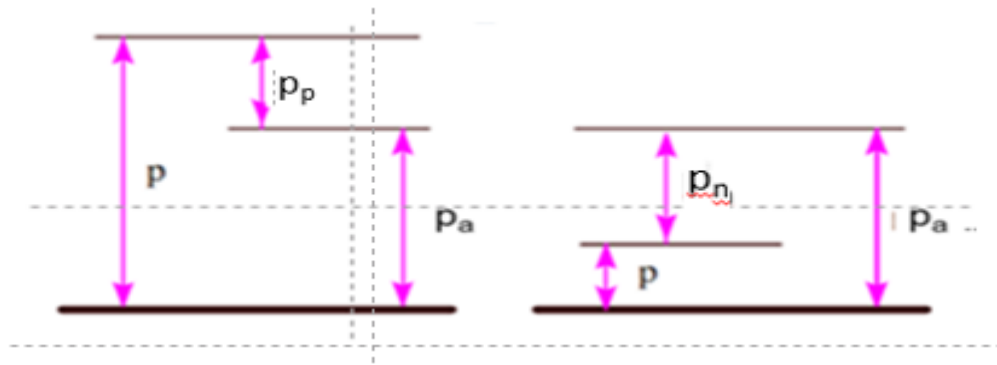
$$1 \text{ bar} = 15 \text{ psi}; 1 \text{ psi} = 1/15 = 0,067 \text{ bar}$$

Ba loại áp suất:

- Áp suất khí quyển: p_a ($p_a = 15 \text{ psi}$ hoặc 1 bar)
- Áp suất dư -psig: p_p , ($p_p > p_a$)
- Áp suất chân không: p_n ; ($p_n < p_a$)

+ Áp suất tuyệt đối: p (dùng trong tính toán, không đo trực tiếp được)

$$p = p_a + p_p \text{ và } p = p_a - p_n$$



Hình 1.1.3. Biểu thị ba loại áp suất

1.1.3. Thể tích riêng

Thể tích riêng v : là thể tích của 1 đơn vị khối lượng,

- Đơn vị SI: m^3/kg

- Đơn vị Anh: ft^3/lb

+ **Khối lượng riêng** (Mật độ) $\rho = 1/v$

Khối lượng riêng là khối lượng của 1 đơn vị thể tích.

Đơn vị SI: kg/m^3

- Đơn vị Anh: lb/ft^3

$$1 \text{ kg}/\text{m}^3 = 0,06243 \text{ lb}/\text{ft}^3$$

1.1.4. Phương trình trạng thái chất khí

Tại một trạng thái chất của chất khí thì giữa các thông số trạng thái cơ bản (p , v , T) có mối quan hệ bằng phương trình trạng thái sau: $p \cdot V = M R T$ (ở một trạng thái chất khí chỉ cần biết 2 thông số cơ bản còn thông số thứ 3 tìm bằng phương trình trạng thái).

Trong đó: T - nhiệt độ chất khí; $^{\circ}\text{K}$

M - khối lượng chất khí; kg

(nhiều tài liệu ký hiệu khối lượng môi chất là G)

p - áp suất tuyệt đối chất khí; N/m^2

V - thể tích chất khí; m^3

R là hằng số chất khí; $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$

$$R = R_{\mu}/\mu$$

Với: $R_{\mu} = 8314$; J/kmol. K -Hằng số khí vạn năng;

μ - khối lượng kmol của chất khí- kg/kmol.

Bảng hằng số chất khí của một số loại khí thường gặp

Loại khí/công thức	μ -kg/kmol/ R-kJ/kg-K	Loại khí/công thức	μ -kg/kmol/ R-kJ/kg-K
Không khí	29/288	Carbonic-CO ₂	44/189
Oxy-O ₂	32/260	Oxytcarbon-CO	28/297
Nito-N ₂	28/297	Methan CH ₄	16/520

Đối với các loại hơi như hơi nước, hơi môi chất lạnh không dùng phương trình trạng thái mà chỉ dùng bảng và đồ thị thực nghiệm để tìm các thông số cơ bản.

1.1.5. Enthalpy và Entropy

1. Enthalpy: H

Enthalpy là thước đo hàm lượng nhiệt chứa trong môi chất. Enthalpy càng lớn thì nhiệt chứa trong môi chất càng lớn.

- Entanpy riêng: $h = H/M$; (M-khối lượng môi chất-kg)

- Đơn vị SI: h [kJ/kg]

- Đơn vị Anh: h [Btu/lb]

2. Entropy: S

Entropy được sử dụng để tính nhiệt lượng trao đổi của môi chất trong quá trình nhiệt động.

$$dS = dQ / T \rightarrow dQ = TdS \quad (1-2)$$

Entropy riêng: $s = S/M$

-Đơn vị SI: s [kJ/kg. K]

- Đơn vị Anh: s [Btu/lb. K]

1.1.6. Năng lượng nhiệt (nhiệt lượng), Q

Nhiệt lượng: $dQ = T dS$

Trong quá trình nhiệt động học: $Q = M \int_1^2 T ds$

Nhiệt lượng riêng $q = Q / M$ hoặc $q = C \times \Delta t$ (1-3)

- Đơn vị SI: q [kJ/kg]

- Đơn vị Anh: q [Btu/lb]

C - nhiệt dung riêng, C [kJ/kg- K], (C - nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg môi chất nóng lên 1 độ theo 1 quá trình nhiệt động nào đó. C của một vật liệu thường cho trong các tài liệu chuyên ngành)

Δt - hiệu số nhiệt độ trong quá trình.

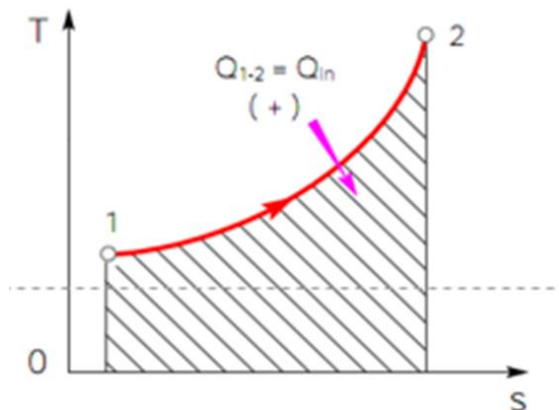
Theo quy ước trong một quá trình nếu $Q > 0$ là môi chất đã nhận nhiệt, khi $Q < 0$ là môi chất đã nhả nhiệt.

Trong một quá trình nhiệt động có thể qua sự tăng hay giảm entropy để biết quá trình đó môi chất nhận nhiệt hay nhả nhiệt.

Qui ước:

$dS < 0 \rightarrow Q < 0$ - nhiệt lượng âm (môi chất nhả nhiệt)

$dS > 0 \rightarrow Q > 0$ – nhiệt lượng dương (môi chất nhận nhiệt)



Hình 1.1.4. Đồ thị T - s biểu diễn quá trình môi chất nhận nhiệt hay nhả nhiệt.

1.1.7. Công (cơ học); W

Công là năng lượng cơ học. Trong quá trình nhiệt động công sinh ra do môi chất nhận nhiệt từ bên ngoài. Công liên quan đến chuyển động của 1 vật, được tính bằng khối lượng nhân với độ dời của vật nhận công.

Trong quá trình nhiệt động học 1-2 có thể có 2 loại công:

- Công thể tích (do thể tích chất khí thay đổi): $W_v = M \int_1^2 (p dv)$ (1-4)

- Công kỹ thuật (do áp suất chất khí thay đổi): $W_p = M \int_1^2 (-v dp)$ (1-5)

- Công riêng: $w = W / M$;

- Đơn vị SI: w [kJ/kg]

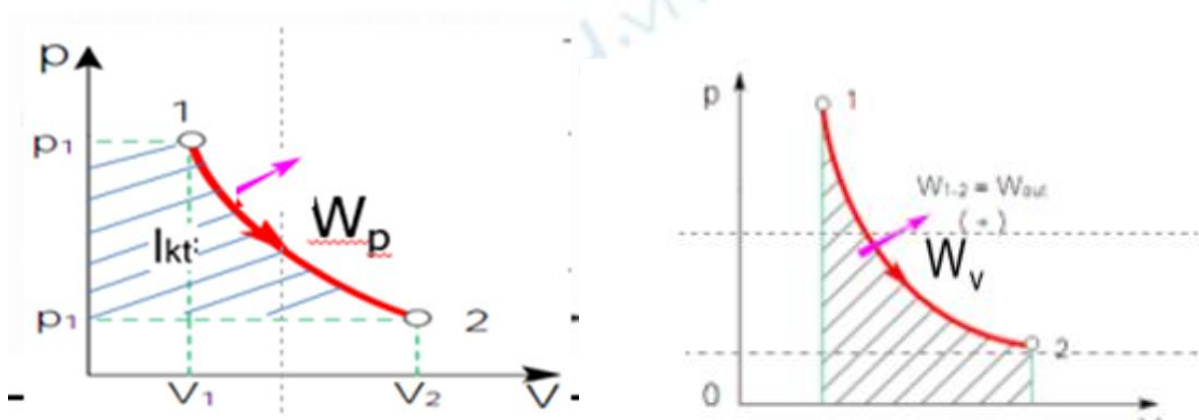
- Đơn vị Anh: w [Btu/lb]

Trong một quá trình nhiệt động có thể qua sự tăng hay giảm thể tích hay áp suất để biết quá trình đó môi chất nhận công hay sinh công.

Qui ước:

$dV > 0$ hoặc $dp < 0 \rightarrow W > 0$ công dương (môi chất sinh công)

$dV < 0$ hoặc $dp > 0 \rightarrow W < 0$ công âm (môi chất nhận công)

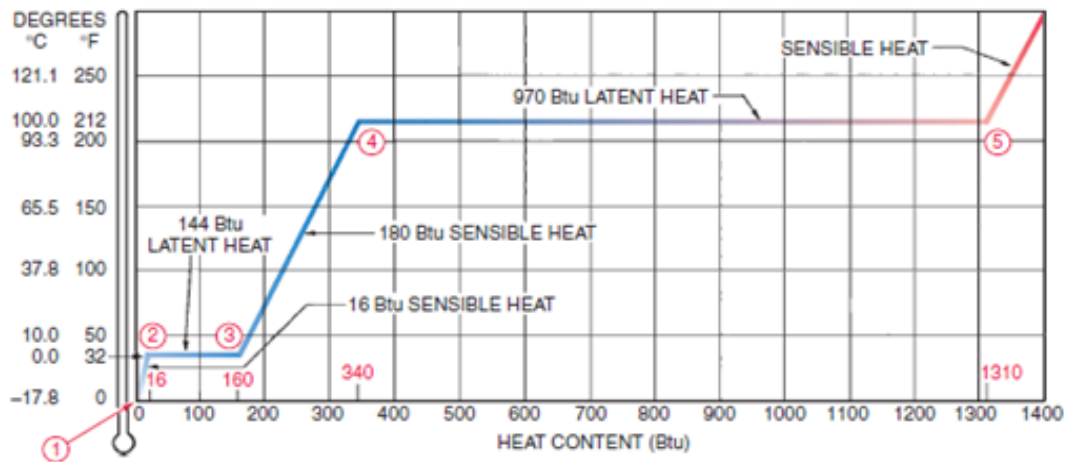


Hình 1.1.5. Đồ thị p - v biểu diễn quá trình môi chất nhận công hay sinh công.

1.1.8. Nhiệt hiện và nhiệt ẩn

Nhiệt hiện là nhiệt lượng liên quan đến độ tăng hay giảm nhiệt độ của môi chất trong một quá trình nhiệt động. Môi chất nhận nhiệt từ bên ngoài thì nhiệt độ môi chất tăng và ngược lại, môi chất nhả nhiệt cho bên ngoài thì nhiệt độ môi chất giảm.

Nhiệt ẩn là nhiệt lượng cung cấp cho môi chất chỉ để thay đổi pha mà không thay đổi nhiệt độ (ví dụ như nhiệt lượng môi chất nhận vào hay nhả ra trong quá trình sôi, bốc hơi hay ngưng tụ của chất lỏng).



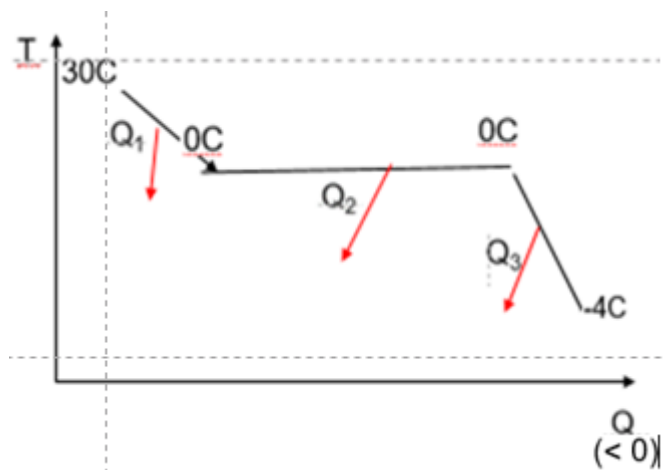
Hình 1.1.6: Nhiệt hiện và nhiệt ẩn trong quá trình thay đổi thể của nước

1 - băng (nước đá), 2 - băng bắt đầu tan chảy, 3 - nước là chất lỏng, 4 - nước sôi, 5 - hơi bão hòa khô, 4->5- Hơi bão hòa (quá trình đun sôi), sau điểm 5 - hơi quá nhiệt

Ví dụ về tính nhiệt hiện và nhiệt ẩn:

Ví dụ 1.1: Một máy lạnh sản xuất nước đá, khối lượng nước đá $G = 1000 \text{ kg}$, nhiệt độ nước ban đầu 30°C , nhiệt độ đá ra -4°C .

Cho biết nhiệt dung riêng của nước là $C_n = 4,18 \text{ kJ/kg. K}$ và của nước đá là $C_{nd} = 2,1 \text{ kJ/kg. K}$, nhiệt đông đặc của nước đá là $q_{nd} = 334,5 \text{ kJ/kg}$. Tính nhiệt lượng nhả ra trong quá trình trên.



Giải:

Nhiệt lượng do nước nhả ra trong quá trình sản xuất nước đá (để đơn giản lấy giá trị tuyệt đối): $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

Q_1 - nhiệt hiện, Q_2 - nhiệt ẩn, Q_3 - nhiệt hiện

$$Q_1 = G C_n (30 - 0) = 1000.4,18. (30 - 0) = 125400 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = G.q_{nd} = 1000. 334,5 = 334500 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = G C_{nd} (0 - (-4)) = 1000. 2,1(0 + 4) = 8400 \text{ kJ}$$

$$Q = 125400 + 334500 + 8400 = 468300 \text{ kJ}$$

1.1.2. NHIỆT ĐỘNG HỌC CHẤT KHÍ VÀ HƠI

1.2.1. Định luật nhiệt động I

Định luật nhiệt động I là định luật bảo toàn và biến đổi năng lượng trong lĩnh vực nhiệt.

Định luật: Nhiệt lượng cung cấp cho môi chất trong 1 quá trình nhiệt động thì một phần để thay đổi enthanpy của môi chất và một phần sinh công.

Công thức của định luật I: Trong quá trình nhiệt động với mục đích nhiệt biến đổi thành công và ngược lại thì cân bằng năng lượng là:

$$Q = \Delta H + W \quad (1-5)$$

Trong đó: Q- nhiệt lượng môi chất nhận vào hay nhả ra; kJ

W- công do môi chất sinh ra hay nhận vào; kJ

ΔH - độ thay đổi của enthanpy trong quá trình; kJ

Đặc biệt:

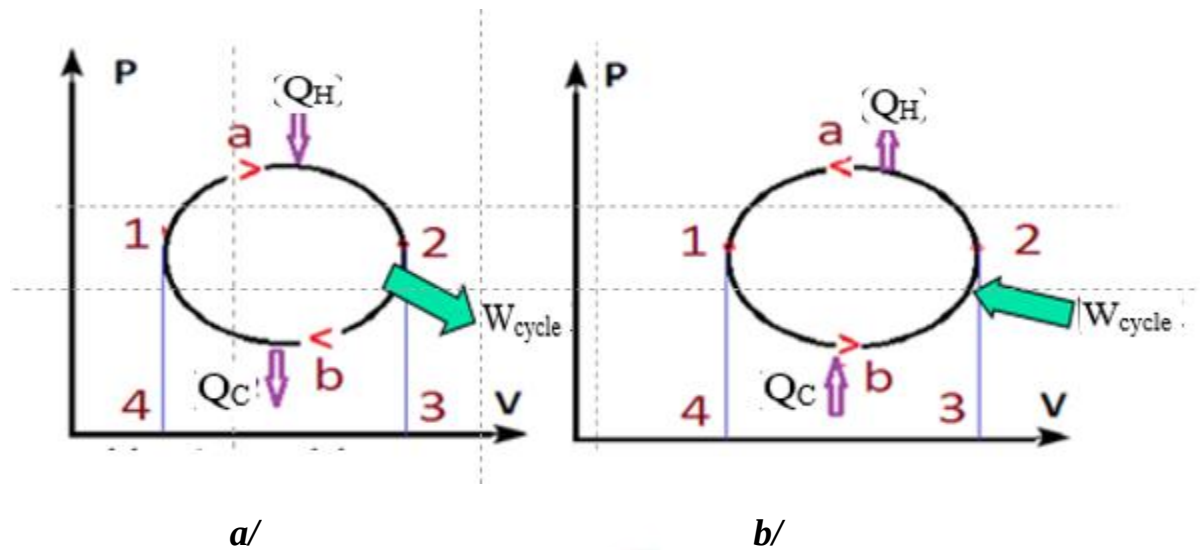
- Trong quá trình đoạn nhiệt (môi chất không nhận hay nhả nhiệt): $Q = 0$ suy ra:

$$W = - \Delta H = H_1 - H_2 \text{ và } dS = 0 \text{ nên } S_1 = S_2$$

- Trong quá trình đẳng áp (áp suất môi chất không đổi): $p = \text{const}$ suy ra: $-vdp = 0$ nên $W_p = 0$ và $Q = \Delta H = H_2 - H_1$

1.2.2. Định luật nhiệt động II:

Định luật 2 nhiệt động chỉ ra rằng: Máy nhiệt (động cơ nhiệt và máy lạnh) hoạt động theo chu trình, đó là một quá trình nhiệt động khép kín. Chu trình bao gồm tối thiểu 2 quá trình nhiệt động với một quá trình môi chất nhận nhiệt và một quá trình môi chất nhả nhiệt (ví dụ: trong hình 1.2.1 thì 2 quá trình là 1a2 và 2b1).



Hình 1.2.1: Chu trình động cơ nhiệt và máy lạnh trên đồ thị p-v

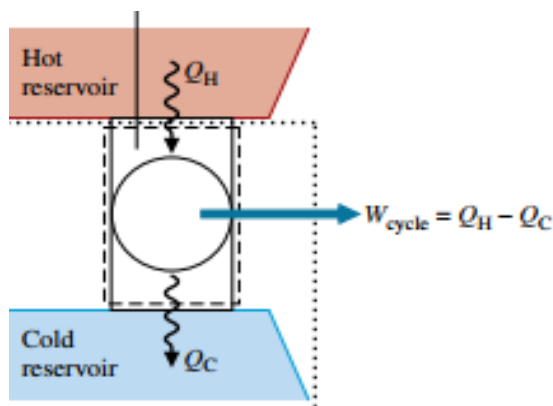
Trong chu trình động cơ nhiệt: môi chất nhận nhiệt từ nguồn nhiệt nhiệt có nhiệt độ cao (nguồn nóng) để sinh công và nhả nhiệt cho nguồn nhiệt nhiệt độ thấp (nguồn lạnh). Chu trình diễn biến thuận chiều kim đồng hồ (chu trình thuận).

Trong chu trình máy lạnh: môi chất nhận công từ bên ngoài để thực hiện việc truyền nhiệt từ vật có nhiệt độ thấp (nguồn lạnh) đến vật có nhiệt độ cao (nguồn nóng). Chu trình diễn biến ngược chiều kim đồng hồ (chu trình ngược).

1.2.3. Cân bằng năng lượng trong chu trình

$$Q_H = Q_C + W_{\text{cycle}} \quad (1-6)$$

a/ Trong chu trình động cơ nhiệt:



+ Q_H là nhiệt lượng môi chất nhận từ nguồn nóng (hot reservoir).

Trong quá trình 1a2, do thể tích v tăng nên $dv > 0$ cho nên công sinh ra $W_{1a2} > 0$ - có nghĩa quá trình 1a2 môi chất nhận nhiệt Q_H từ bên ngoài và sinh công W_{1a2} = diện tích hình 41a23 trên đồ thị hình 1.2.1a.

+ Q_C là nhiệt lượng môi chất nhả cho nguồn lạnh (cold reservoir).

Trong quá trình 2b1, do thể tích v giảm nên $dv < 0$ cho nên môi chất nhận công từ bên ngoài $W_{2b1} < 0$ (W_{2a1} = diện tích hình 32b14 trên đồ thị hình 1.2.1a). - có nghĩa quá trình 2b1 môi chất nhận công W_{2b1} từ bên ngoài và nhả nhiệt cho vật có nhiệt độ thấp (môi trường bên ngoài) $Q_{2b1} < 0$, (vật có nhiệt độ thấp như là nước hay không khí trong môi trường xung quanh).

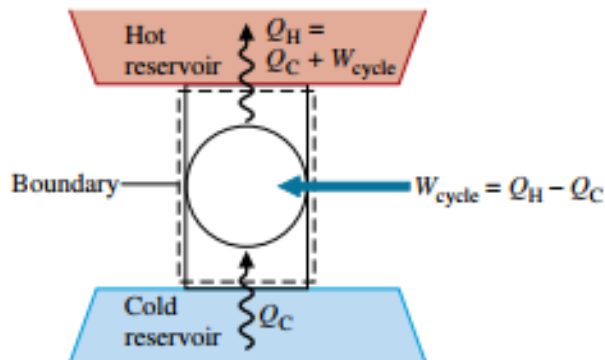
+ W_{cycle} (W_c) là công do chu trình sinh ra cấp cho bên ngoài.

$W_{\text{cycle}} = W_{1a2} - W_{2b1} > 0$ (chu trình sinh công do: $W_{1a2} > W_{2b1}$ và W_{cycle} được thể hiện bằng diện tích bao bởi chu trình 1a2b1a).

+ Hiệu suất nhiệt dùng để đánh giá hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình:

$$\eta_t = W_{\text{cycle}} / Q_H < 1 \quad (1-7a)$$

b/ Trong chu trình máy lạnh:



+ Q_C là nhiệt lượng môi chất nhận của nguồn lạnh (cold reservoir) là vật cần làm lạnh.

Trong quá trình 1b2, do thể tích v tăng nên $dv > 0$ cho nên công sinh ra $W_{1b2} > 0$ (W_{1b2} = diện tích hình 41b23 trên đồ thị hình 1.2.1b). Có nghĩa quá trình 1b2 môi chất nhận nhiệt Q_2 từ bên ngoài như là vật cần làm lạnh và tăng thể tích.

+ Q_H là nhiệt lượng môi chất nhả ra cho nguồn nhiệt (hot reservoir) có nhiệt độ cao (vật có nhiệt độ cao như là nước hay không khí trong môi trường xung quanh).

Trong quá trình 2a1, do thể tích v giảm nên $dv < 0$ có nghĩa môi chất nhận công từ bên ngoài $W_{2a1} < 0$ – tức là quá trình 2a1 môi chất nhận công W_{2a1} từ bên ngoài và nhả nhiệt cho bên ngoài như là không khí hay nước $Q_{2a1} < 0$.

+ W_{cycle} là công do chu trình nhận từ bên ngoài như là từ động cơ điện.

$$W_{\text{cycle}} = W_{1a2} - W_{2b1} < 0 \text{ (chu trình tiêu hao công)}$$

+ Hệ số làm lạnh (COP) đánh giá hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình:

$$\varepsilon = Q_C / W_{\text{cycle}} > 1 \quad (1-7b)$$

Ví dụ 1.2: Một máy lạnh sản xuất nước đá có thông số hoạt động như ví dụ 1.1, hãy tính cân bằng năng lượng của chu trình máy lạnh sản xuất nước đá. Cho biết điện năng tiêu tốn $W_c = 40 \text{ kWh}$

Giải:

Cân bằng năng lượng trong chu trình máy lạnh: $Q_H = Q_C + W_{\text{cycle}}$

$Q_C = Q = 468300 \text{ kJ}$ - nhiệt lượng máy lạnh thu vào = nhiệt lượng do nước làm đá nhả ra.

W_{cycle} - công tiêu hao do động cơ điện kéo máy nén

$$W_{\text{cycle}} = 40 \text{ kWh} \cdot 3600 \text{ kJ/kWh} = 144000 \text{ kJ}$$

Q_H - nhiệt lượng bình ngưng (dàn nóng) nhả ra môi trường

$$Q_H = Q_C + W_{\text{cycle}} = 468300 + 144000 = 612300 \text{ kJ}$$

$$\varepsilon = Q_C / W_{\text{cycle}} = 468300 / 144000 = 3,25$$

1.3. TRUYỀN NHIỆT

Quá trình truyền nhiệt trong tự nhiên là nhiệt lượng được truyền từ vùng (vật) nhiệt độ cao đến vùng (vật) nhiệt độ thấp hơn.

Có ba dạng truyền nhiệt cơ bản:

-Dẫn nhiệt

-Đổi lưu nhiệt

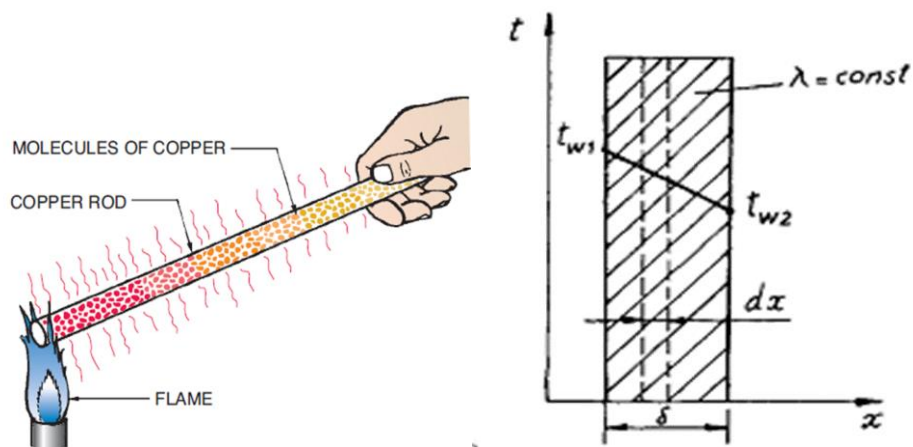
-Bức xạ nhiệt

1.3.1. Dẫn nhiệt

Dẫn nhiệt là quá trình truyền năng lượng nhiệt giữa các vật chất (rắn, lỏng, khí) khi chúng tiếp xúc với nhau và có nhiệt độ khác nhau.

Trong chất rắn dẫn nhiệt là chính.

Khả năng dẫn nhiệt phụ thuộc vào loại vật liệu: tất cả kim loại là chất dẫn nhiệt rất tốt, các chất phi kim loại dẫn nhiệt rất kém. Chất khí và lỏng dẫn nhiệt rất kém.



Hình 1.3.1: Mô tả quá trình dẫn nhiệt (ngọn lửa tiếp xúc với ống đồng, dẫn nhiệt dọc theo ống đồng đến đầu lạnh hơn, đầu lạnh tiếp với tay làm tay nóng lên sau một thời gian)

Công thức tính nhiệt lượng truyền từ bề mặt nóng đến bề mặt lạnh của vách phẳng bằng dẫn nhiệt:

$$Q = F \frac{\lambda \Delta T}{\delta}; W \quad (1-7)$$

Trong đó: λ ; W/m. K – hệ số dẫn nhiệt, thường là số liệu thực nghiệm, cho trong các tài liệu chuyên ngành, kim loại có λ lớn nên dẫn nhiệt tốt (đồng 390 W/m. K, thép Carbon 40-50 W/m. K ...) vật liệu cách nhiệt có λ nhỏ nên dẫn nhiệt kém ($\lambda < 1-2$ W/m. K)

F- diện tích bề mặt vách phẳng hay ống trụ mỏng, m^2

$\Delta t = |t_{w1} - t_{w2}|$ – hiệu số nhiệt độ giữa 2 bề mặt vách; $^{\circ}C$

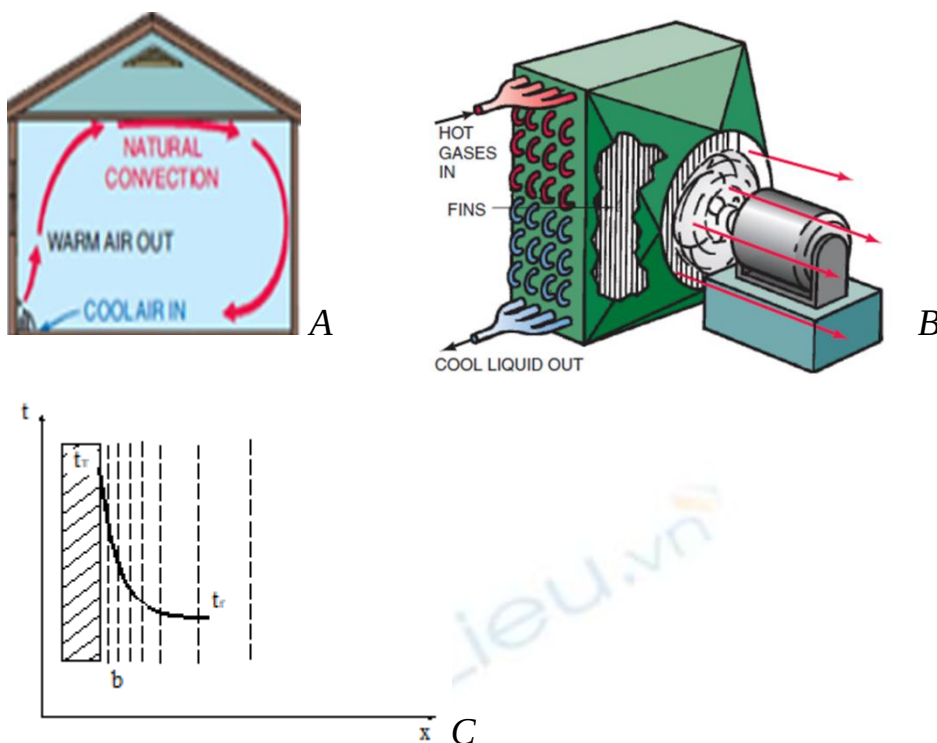
δ - độ dày vách; m

1.3.2. Đối lưu nhiệt.

Đối lưu nhiệt là quá trình truyền nhiệt giữa bề mặt vật rắn và dòng chảy của chất lỏng hoặc khí khi chúng tiếp xúc với nhau và có nhiệt độ khác nhau.

Hai loại: Đối lưu nhiệt tự nhiên và đối lưu nhiệt cưỡng bức.

Hình 1.33: Mô tả quá trình đối lưu nhiệt.



Hình A: Mô tả quá trình đối lưu nhiệt tự nhiên (có sự khác biệt nhiệt độ giữa các vùng chất lỏng, chất khí nên phát sinh dòng chảy, vùng nóng khí nhẹ hơn di chuyển đi lên, vùng lạnh khí di chuyển đến vùng nóng tạo ra dòng chảy)

Hình B: Mô tả quá trình đối lưu nhiệt cưỡng bức (có lực đẩy chất lỏng chất khí từ quạt, bơm)

Hình C: Mô tả thông số quá trình tính đối lưu nhiệt

Công thức tính nhiệt lượng trao đổi giữa bề mặt vật rắn và dòng chất lỏng, chất khí:

$$Q = \alpha F \Delta t; W \quad (1-8)$$

Trong đó: α ; $W/m^2 \cdot K$ – hệ số đối lưu nhiệt, thường là số liệu thực nghiệm hay tính theo các công thức thực nghiệm. Với 1 thiết bị thường cho sẵn α nằm trong một khoảng nào đó (xem các bảng chương 2, 3)

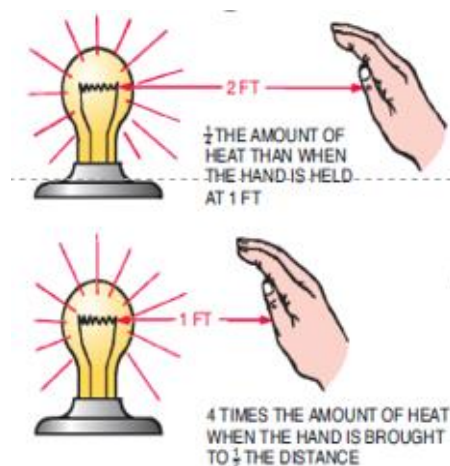
F- diện tích bề mặt vật rắn, m^2

$\Delta t = |t_f - t_w|$ – hiệu số nhiệt độ giữa bề mặt vật rắn và chất lỏng, khí; $^{\circ}C$

1.3.3. Bức xạ nhiệt

Bức xạ nhiệt là quá trình truyền nhiệt bằng sóng điện từ. Quá trình xảy ra trên bề mặt vật rắn và chất lỏng và không cần sự tiếp xúc (có thể đi qua chân không). Đối với chất khí xảy ra trong toàn bộ thể tích với các bước sóng bức xạ chọn lọc. Quá

trình truyền nhiệt bức xạ phụ thuộc vào nhiệt độ, diện tích, màu sắc các bề mặt vật, và khoảng cách giữa chúng. Một dẫn chứng dễ nhận biết là truyền nhiệt bức xạ từ mặt trời tới trái đất.



Hình 1.34: Mô tả quá trình bức xạ nhiệt.

Công thức tính nhiệt lượng trao đổi giữa 2 bề mặt vách rắn phẳng đặt song song:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] F; W \quad (1-9)$$

Trong đó:

C_0 ; $W/m^2 \cdot K^4$ – hệ số bức xạ của vật đen tuyệt đối; $C_0 = 5,67 W/m^2 K^4$

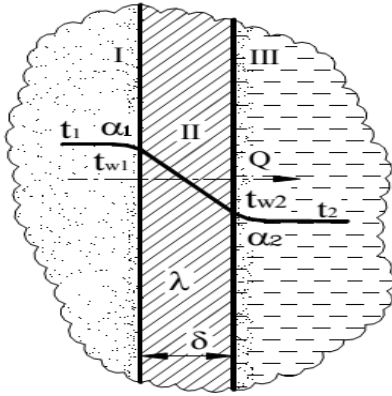
$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - độ đen của bề mặt vách 1,2, mặt vách càng đen thì độ đen càng cao (các vật bình thường có $0 < \varepsilon < 1$), ε thường là số liệu thực nghiệm cho trong các tài liệu chuyên ngành.

F- diện tích bề mặt vật rắn, m^2

T_1, T_2 – nhiệt độ bề mặt vật nóng và vật lạnh, $^{\circ}K$

1.3.4. Truyền nhiệt kết hợp

Trong thực tế, truyền nhiệt thường được thực hiện đồng thời nhiều phương thức khác nhau, được gọi là truyền nhiệt kết hợp. Ví dụ như truyền nhiệt giữa môi chất lạnh chảy trong ống đồng với không khí nóng hơn bên ngoài ống đồng. Quá trình đó bao gồm 3 giai đoạn: dòng nhiệt từ không khí truyền cho bề mặt ngoài ống đồng (đối lưu nhiệt), từ mặt ngoài vào mặt trong ống đồng (dẫn nhiệt) và từ mặt trong ống đến môi chất lạnh chảy trong ống (đối lưu nhiệt).



Hình 1.3.5: Mô tả quá trình truyền nhiệt kết hợp

Công thức tính nhiệt lượng truyền trong quá trình:

Nhiệt truyền từ chất lỏng nóng lên tường và đến chất lỏng lạnh.

$$Q = k F \Delta t; W \quad (1-10)$$

Trong đó:

$$k - \text{hệ số truyền nhiệt, } k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}; W/m^2 \cdot K \quad (1-11)$$

F- diện tích bề mặt của tường; m²

α_1, α_2 - hệ số tỏa nhiệt đối lưu trên bề mặt nóng và lạnh của vách rắn; W/m². K

t_1, t_2 - nhiệt độ môi trường nóng và môi trường lạnh - °C

δ - độ dày của tường, m

λ - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu của tường, W/m. K

Ví dụ 1.3: Một phòng lạnh có vách cách nhiệt xung quanh với tổng diện tích bề mặt 27 m², nhiệt độ trong buồng lạnh $t_2 = 0^\circ\text{C}$, nhiệt độ ngoài trời $t_1 = 35^\circ\text{C}$, hệ số truyền nhiệt $k = 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Tính nhiệt lượng tổn thất qua vách cách nhiệt.

Giải:

$$Q = k F (t_1 - t_2) = 0,3 \cdot 27 \cdot (35 - 0) = 283,5 \text{ W}$$

Ví dụ 1.4: Một phòng lạnh có vách cách nhiệt gồm 4 lớp:

Lớp vữa 1: $\delta_1 = 10 \text{ mm}$, $\lambda_1 = 0,82 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Lớp gạch 2: $\delta_2 = 240 \text{ mm}$, $\lambda_2 = 0,9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Lớp cách nhiệt 3: $\delta_3 = 100 \text{ mm}$, $\lambda_3 = 0,028 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Lớp vữa xi măng 4: $\delta_4 = 15 \text{ mm}$, $\lambda_4 = 1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Hệ số tỏa nhiệt phía mặt trong $7 \text{ W/m}^2\text{K}$, mặt ngoài $15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Tính hệ số truyền nhiệt k của vách.

Giải:

$$\text{Hệ số truyền nhiệt cho vách nhiều lớp : } k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} ; \text{ W/m}^2.\text{K}$$

$$\text{Thay số: } k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,01}{0,82} + \frac{0,24}{0,9} + \frac{0,1}{0,028} + \frac{0,015}{1} + \frac{1}{15}} = 0,245 \text{ W/m}^2. \text{ K}$$

Phần II: MÔI CHẤT LẠNH

Môi chất lạnh (còn gọi là ga lạnh, tác nhân lạnh) là chất trung gian trong các máy lạnh có nhiệm vụ nhận công từ bên ngoài (ví dụ như động cơ điện) để thực hiện việc truyền nhiệt từ vật có nhiệt độ thấp đến vật có nhiệt độ cao.

1.II. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI MÔI CHẤT LẠNH

1. Yêu cầu đối với môi chất lạnh

a. Hóa học:

-Bền vững, không phân ly, polyme hóa ở điều kiện áp suất và nhiệt độ làm việc của máy lạnh yêu cầu.

-Không ăn mòn vật liệu chế tạo máy lạnh như sắt thép, các vật liệu phi kim loại làm doăng, bọc cách điện, cách nhiệt. Không phản ứng với dầu bôi trơn, không oxy trong không khí ẩm và các tạp chất có trong máy lạnh.

b. An toàn cháy nổ:

Không dễ cháy, nổ

c. Vật lý:

- Áp suất ngưng tụ không quá cao, ở điều kiện mùa hè Việt Nam khoảng từ 15-20 bar.

-Nhiệt độ cuối quá trình nén thấp.

-Áp suất bay hơi không quá thấp.

-Nhiệt độ đông đặc thấp hơn nhiệt độ bay hơi nhiều.

-Độ nhớt nhỏ, hòa tan dầu tốt, hòa tan nước nhiều, không dẫn điện

d. Tính chất nhiệt động: hệ số lạnh cao

e. *Tính sinh lý:*

- Không độc hại với người, vật.
- Không ảnh hưởng sản phẩm.
- Có mùi dễ dễ phát hiện rò môi chất lạnh.

f/ *Tính kinh tế:* rẻ, sản xuất, vận chuyển và bảo quản dễ.

g/ *Môi trường:* không ảnh hưởng môi trường, không phá hủy tầng ozon.

2. Ký hiệu Môi chất lạnh Freon:

Môi chất lạnh Freon được điều chế từ các khí gốc là các khí CH_4 - metan, C_2H_6 - etan, C_3H_8 - propan. Người ta thay thế toàn bộ hay một số nguyên tử hydro trong các phân tử khí trên bằng các nguyên tử Clo, Flo để tạo ra các Freon đơn chất khác nhau có tính chất khác nhau và phạm vi sử dụng cũng khác nhau.

a. Ví dụ: R113:

Từ trái sang phải các ký hiệu có ý nghĩa sau:

R- môi chất lạnh.

1-số nguyên tử C -1, nếu = 0 thì không viết.

1-số nguyên tử H +1.

3-số nguyên tử Flo.

So sánh với khí gốc là C_2H_6 ta tìm được công thức của R113 là $\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$

b. Các nguyên tắc ký hiệu:

- Các Freon có 2 chữ số như: R12, R22... xuất xứ từ khí gốc CH_4 .
- Các Freon có 3 chữ số: nếu có số 1 đầu (như R113) xuất xứ từ etan C_2H_6 , số 2 đầu (như R216) là xuất xứ từ propan C_3H_8
- Các chất có số 4 đầu: hỗn hợp không đồng sôi (t_s không bằng nhau khi sôi ở cùng một áp suất) từ 2 hay nhiều freon khác nhau như R 410, R410a...
- Các chất có số 5 đầu tiên như R502 là hỗn hợp đồng sôi (t_s bằng nhau khi sôi ở cùng một áp suất).
- Các hợp chất vô cơ (như CO_2 , H_2O , NH_3 .) có số 7 đầu các số kế tiếp là phân tử lượng của nó, ví dụ ammoniac – NH_3 -R717...

1.II.2. CÁC MÔI CHẤT LẠNH TRUYỀN THÔNG