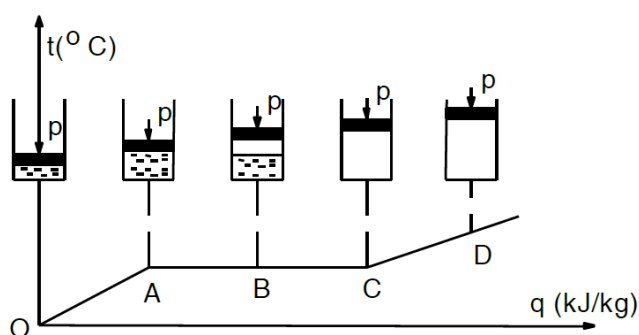


**Câu 1: (2 điểm)** Trình bày quá trình hóa hơi đẳng áp của hơi nước (hình vẽ, quá trình, đồ thị, nhiệt lượng cung cấp).

**Trả lời:**

Quá trình hoá hơi thường xảy ra ở áp suất không đổi.



**Quá trình được tiến hành như sau:**

Cho vào xi lanh 1 kg nước ở  $0^{\circ}\text{C}$  trên đó có đặt 1 piston và có thể dịch chuyển dễ dàng với áp suất  $p = \text{const}$ . Vì piston đè lên mặt thoáng của nước nên không xảy ra sự bay hơi mà chỉ xảy ra sự sôi khi cấp nhiệt.

Khi cấp nhiệt vào xi lanh quá trình biến nước thành hơi như sau:

+ Đoạn OA : Quá trình đốt nóng nước từ  $0^{\circ}\text{C}$  đến nhiệt độ sôi, giai đoạn này khi nhiệt độ tăng thì thể tích cũng tăng. Các thông số của nước ở trạng thái ban đầu (điểm O) có ký hiệu:  $v_0, u_0, i_0, t_0$ . Tại A nhiệt độ của nước đạt đến nhiệt độ sôi. Các thông số nước sôi có ký hiệu:  $v', u', i', t = t_s$ .

+ Đoạn AC : Biểu diễn quá trình sôi, trong giai đoạn này mặc dù tiếp tục cấp nhiệt, nhưng nhiệt độ của nước vẫn không đổi. Nhiệt lượng cung cấp cho nước trong đoạn AC không làm nhiệt độ của nước tăng lên gọi là nhiệt hoá hơi, ký hiệu:  $r$

Tại C giọt nước cuối cùng biến thành hơi, sự sôi kết thúc, hơi nước ở trạng thái này gọi là hơi bão hoà khô, ký hiệu các thông số :  $v'', u'', i'', t'' = t_s$

Hơi nước tại điểm B nào đó trong đoạn AC (hỗn hợp giữa nước sôi và hơi nước bão hoà khô) gọi là hơi nước bão hoà ẩm. Thông số trạng thái của B kí hiệu là:  $v_x, u_x, i_x, t_x = t_s$

**(0.5 điểm)**

Để xác định trạng thái hơi nước bão hoà ẩm người ta đưa ra thông số mới  $x$ , gọi là độ khô. Độ khô cho biết lượng hơi bão hoà khô chứa trong 1 kg hơi bão hoà ẩm.

$$x = \frac{G \text{ kg hơi bão hoà khô}}{G \text{ kg hơi bão hoà ẩm}}$$

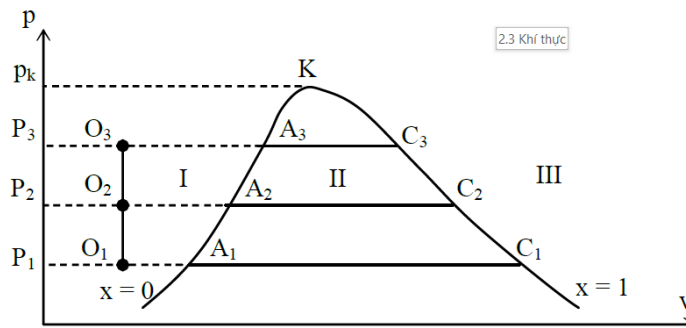
$$= \frac{G_k}{G_x} = \frac{G_k}{G_n + G_k}$$

Ngoài ra ta còn dùng 1 thông số khác  $y$ : gọi là độ ẩm.

$$y = 1 - x = \frac{G \text{ kg nước sôi}}{G \text{ kg hơi bão hoà ẩm}}$$

Độ ẩm cho biết lượng nước chứa trong 1 kg hơi bão hoà ẩm.

**Đoạn CD:** Biểu diễn quá trình biến hơi bão hoà khô thành hơi quá nhiệt. Sau khi toàn bộ nước đã biến thành hơi tại C, nếu tiếp tục cấp nhiệt lúc này nhiệt độ của hơi sẽ tăng lên cho đến trạng thái D nào đó. D gọi là trạng thái hơi quá nhiệt, thông số hơi quá nhiệt là :  $v, u, i, t > t_s$ . Quá trình tiến hành nhiều lần ở các áp suất khác nhau, sau khi xử lí số liệu được tóm tắt và biểu diễn trên đồ thị p-v như sau:



Trên đồ thị các điểm  $O_1, O_2, O_3$  biểu diễn trạng thái nước ở  $0^\circ\text{C}$  với các áp suất khác nhau, chúng nằm trên đường thẳng gần như song song với trục p (vì thể tích của nước ở  $0^\circ\text{C}$  hầu như không thay đổi theo áp suất).

Những điểm  $A_1, A_2, A_3$  biểu diễn trạng thái nước sôi ở các áp suất khác nhau, áp suất càng cao các điểm này càng nghiêng về bên phải, vì nhiệt độ sôi cao nên thể tích tăng theo áp suất.

Các điểm  $C_1, C_2, C_3$  biểu diễn trạng thái hơi bão hoà khô ở các áp suất khác nhau, áp suất càng lớn thì đường này càng có khuynh hướng nghiêng về bên trái (p và v của hơi bão hoà khô có quan hệ tỉ lệ nghịch).

Nối các điểm  $O_1, O_2, O_3, \dots$  ta được đường nước ở  $0^\circ\text{C}$ . Nối các điểm  $A_1, A_2, A_3, \dots$  ta được đường nước sôi hay gọi là đường giới hạn dưới có  $x = 0$ . Nối các điểm  $C_1, C_2, C_3, \dots$  ta có đường hơi bão hoà khô gọi là đường giới hạn trên có  $x = 1$ .

**(1.0 điểm)**

Khi áp suất càng tăng thì hai đường giới hạn dưới và trên tiến lại gần nhau, đến một áp suất nào đó gọi là áp suất tới hạn thì hai đường này sẽ gặp nhau tại k, k gọi là điểm tới hạn.

Thông số tại k :

$$p_k = 221 \text{ bar} \approx 225 \text{ at}$$

$$v_k = 0,003 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$t_k = 374^\circ\text{C}$$

Ngoài ra đồ thị chia làm 3 vùng :

Vùng I : vùng nước chưa sôi.

Vùng II : vùng hơi bão hoà ẩm.

Vùng III : vùng hơi quá nhiệt.

\* Nhiệt lượng cần thiết để biến nước ở  $0^\circ\text{C}$  đến trạng thái hơi quá nhiệt là :

$$q = q_n + r + q_k \quad (2-16)$$

Trong đó :  $q_n = i'' - i_0 = c_{pn} (t_s - t_0)$

$q_n$  : Nhiệt lượng cần thiết làm cho nước ở  $0^\circ\text{C}$  đạt đến nhiệt độ sôi.

$$r = i'' - i'$$

$r$  : Nhiệt hoá hơi.

$$q_k = c_{ph} (t - t_s)$$

$q_k$  : Nhiệt lượng cần thiết để biến hơi bão hoà khô thành hơi quá nhiệt.

$c_{ph}$  : Nhiệt dung riêng đẳng áp của hơi quá nhiệt.

### **(0.5 điểm)**

**Câu 2: (1 điểm)** Hệ thống VRV là gì? Trình bày các kiểu dàn lạnh phổ biến được sử dụng trong hệ thống VRV.

#### **Trả lời:**

Hệ thống lạnh **VRF** (chữ viết tắt của **Variable Refrigerant Flow**) là tên gọi ở hầu hết các hãng máy lạnh hiện nay. Còn **VRV** (chữ viết tắt của **Variable Refrigerant Volume**) là tên gọi riêng biệt của hãng Daikin. Nguyên lý của VRF và VRV là như nhau.

Hệ thống lạnh VRF/ VRV sử dụng nguyên lý thay đổi lưu lượng môi chất lạnh giữa dàn nóng đến các dàn lạnh từ đó thay đổi công suất lạnh cho phù hợp yêu cầu không gian điều hòa.

**VRF system** hay **VRV system** cũng là hệ thống lạnh theo nguyên lý trao đổi nhiệt trực tiếp kiểu DX coil tương tự như các loại hệ thống máy lạnh cục bộ 2 mảnh (split system) chúng ta thường thấy, với việc đưa môi chất lạnh di chuyển thông qua đường ống đồng đi và về giữa dàn nóng và dàn lạnh. Điểm khác nhau rõ nhất đó là: trong khi hệ thống điều hòa không khí cục bộ (split system) thông thường sẽ là 1 dàn nóng kết nối với 1 dàn lạnh thì trong hệ thống VRF/ VRV với 1 dàn nóng hoặc cụm dàn nóng có khả năng kết nối rất nhiều dàn lạnh.

**(0.5 điểm)**

Dàn lạnh phổ biến của VRV:

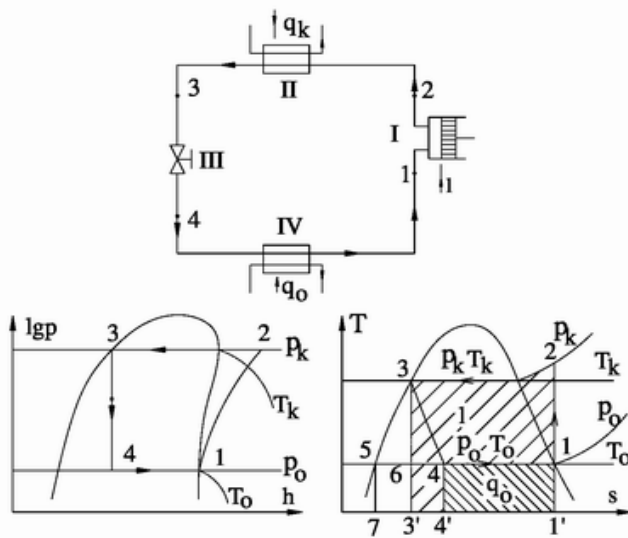
- Dàn lạnh kiểu giấu trần nối ống gió
- Dàn lạnh âm trần
- Dàn lạnh treo tường
- Dàn lạnh áp trần

**(0.5 điểm)**

**Câu 3: (6 điểm)** Một hệ thống lạnh dùng chu trình máy lạnh một cấp hành trình khô môi chất lạnh R22 có van tiết lưu với nhiệt độ bay hơi là  $-14^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ ngưng tụ là  $36^{\circ}\text{C}$ .

**Trả lời:**

**a, Sơ đồ nguyên lý, đồ thị chu trình lý thuyết:**



Hình: Máy lạnh 1 cấp hành trình khô dùng van tiết lưu.

I-Máy nén; II-Thiết bị ngưng tụ; III-Van tiết lưu; IV-Thiết bị bay hơi.

1-2: Quá trình nén đoạn nhiệt, đẳng entropy ở máy nén I; 2-3: Quá trình ngưng tụ đẳng áp ở thiết bị ngưng tụ II;

3-4: Quá trình tiết lưu đẳng enthalpy ở van tiết lưu III;

4-1: Quá trình bay hơi đẳng áp ở thiết bị bay hơi IV;

**(1.0 điểm)**

**Nguyên lý hoạt động của chu trình:**

Chu trình lý thuyết (Hình): Hơi bão hòa khô từ thiết bị bay hơi IV đi đến máy nén, nén đoạn nhiệt, đẳng entropy theo quá trình 1-2 trở thành hơi quá nhiệt cao áp, tiêu tốn ngoại công 1.

Môi chất với thông số trạng thái 2 đi vào thiết bị ngưng tụ II, ngưng tụ đẳng áp theo quá trình 2-3, nhả nhiệt  $q_k$  thành lỏng hoàn toàn (lỏng bão hòa khô với thông số trạng thái 3). Lỏng cao áp với thông số trạng thái 3 đi đến van tiết lưu III và tiết lưu đẳng enthalpy thành hơi bão hòa ẩm hạ áp với thông số trạng thái 4.

Với thông số trạng thái 4 môi chất đi vào cụm thiết bị bay hơi IV và nhận nhiệt  $q_0$  đẳng áp, đẳng nhiệt bay hơi đến thông số trạng thái 1 rồi quay trở về máy nén I. Cứ thế chu trình tiếp diễn.

**(1.0 điểm)**

**b, Thiết lập bảng thông số các điểm nút:**

**Dùng bảng hơi bão hòa và hơi quá nhiệt của môi chất lạnh R22 ta có thể tra các thông số và lập bảng các điểm nút:**

**(0.5 điểm)**

Points	Temp. °C	Press. Bar	$v$ ( $m^3/kg$ )	$u$ (Kj/kg)	$h_i$ (Kj/kg)	$s$ (Kj/kg · K)
1	-14	3.0733	0.0748	221.58	244.56	0.9490
2	60	13.897	0.01929	254.52	281.53	0.9452
3	36	13.897	0.8724e-3	88.08	89.29	0.3265
4	-14	3.0733	0.02186	83.69	89.29	0.3542
5	-14	3.0733	0.7533e-3	28.73	28.97	0.1171

**(1 điểm)**

Thông số tại điểm 2 được tra theo bảng hơi quá nhiệt của môi chất R22.

Thông số tại điểm 4 được tính toán theo công thức (2-17) dựa vào Enthalpy suy ra được độ khô  $x=0.285$ .

Sau đó tính  $s$ ,  $u$  và  $v$  tại điểm 4 ta có các giá trị trên bảng thông số điểm nút.

Riêng đối với hơi bão hoà ẩm không có trong bảng, để xác định các thông số của nó ta xác định theo độ khô  $x$ , các thông số của hơi bão hoà khô và nước sôi, theo các công thức sau:

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v' + x(v'' - v') \\ i_x &= i' + x(i'' - i') \\ s_x &= s' + x(s'' - s') \\ u_x &= u' + x(u'' - u') \end{aligned} \right\} \quad (2-17)$$

Suy ra:  $x = \frac{i_x - i'}{i'' - i'}$

Hoặc:  $x = \frac{s_x - s'}{s'' - s'}$

Ngoài ra nội năng không có trong các bảng và đồ thị, và được xác định từ enthalpi:

$$\begin{aligned} i &= u + pv \\ \Rightarrow u &= i - pv \end{aligned} \quad (2-18)$$

**(0.5 điểm)**

**c, Tính toán các thông số bao gồm:**

1) Công cấp cho máy nén:  $l = h_2 - h_1 = 281.53 - 244.56 = \mathbf{36.97 \text{ (Kj/kg)}}$

**(0.5 điểm)**

2) Nhiệt lượng nhả ra ở thiết bị ngưng tụ:  $q_k = h_2 - h_3 = 281.53 - 89.29 = \mathbf{192.24 \text{ (Kj/kg)}}$   
(đt(1'12533'1') trên đồ thị T-s.)

**(0.5 điểm)**

3) Nhiệt lượng nhận được ở thiết bị bay hơi:  $q_0 = h_1 - h_4 = 244.56 - 89.29 = \mathbf{155.27 \text{ (Kj/kg)}}$   
(đt(1'144'1') trên đồ thị T-s.)

**(0.5 điểm)**

4) Hệ số làm lạnh:  $\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = 155.27 / 36.97 = \mathbf{4.2}$

**(0.5 điểm)**

**Câu 4: (1 điểm)** Nêu định nghĩa quá trình truyền nhiệt. Trình bày các phương thức truyền nhiệt, công thức tính toán mật độ dòng nhiệt cho mỗi trường hợp.

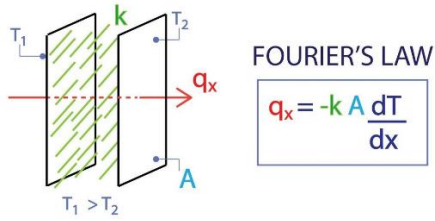
**Trả lời:**

Quá trình truyền nhiệt là quá trình truyền dẫn năng lượng (Nhiệt năng) từ môi trường có năng lượng cao hơn (nhiệt độ cao) sang môi trường có năng lượng thấp hơn (nhiệt độ thấp).

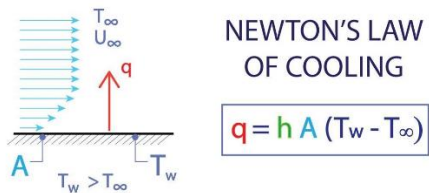
**(0.5 điểm)**

Có 3 phương thức truyền nhiệt cơ bản:

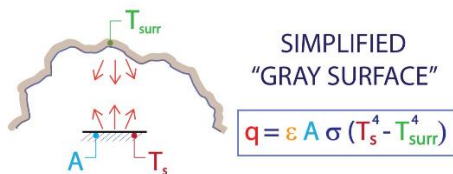
- Dẫn nhiệt:



- Đối lưu:



- Bức xạ:



(0.5 điểm)

## BM CN NHIỆT ĐIỆN LẠNH

Đặng Hùng Sơn