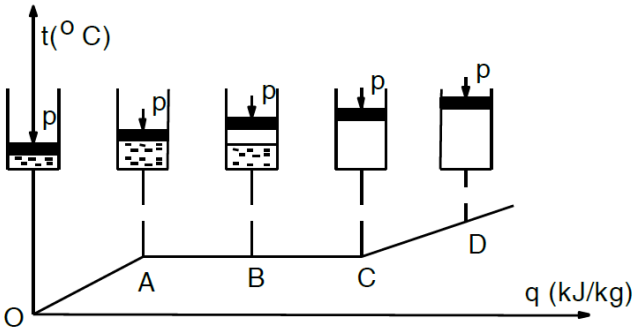
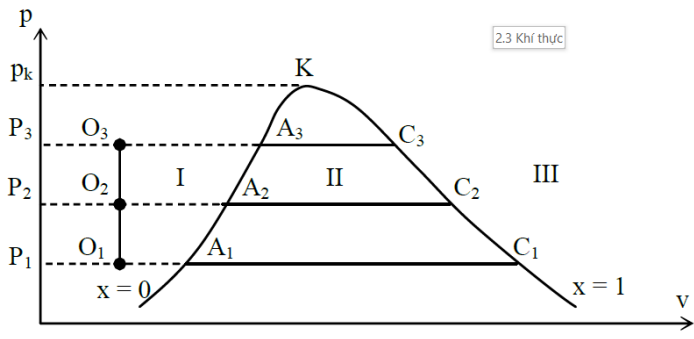


Câu 1: (2 điểm) Trình bày quá trình hóa hơi đẳng áp của hơi nước (hình vẽ, quá trình, đồ thị, nhiệt lượng cung cấp).

Trả lời:

Nội Dung	Điểm
Quá trình hoá hơi thường xảy ra ở áp suất không đổi.  Độ ẩm cho biết lượng nước chứa trong 1 kg hơi bão hòa ẩm. <u>Đoạn CD</u>: Biểu diễn quá trình biến hơi bão hòa 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: 	(0.5 điểm)

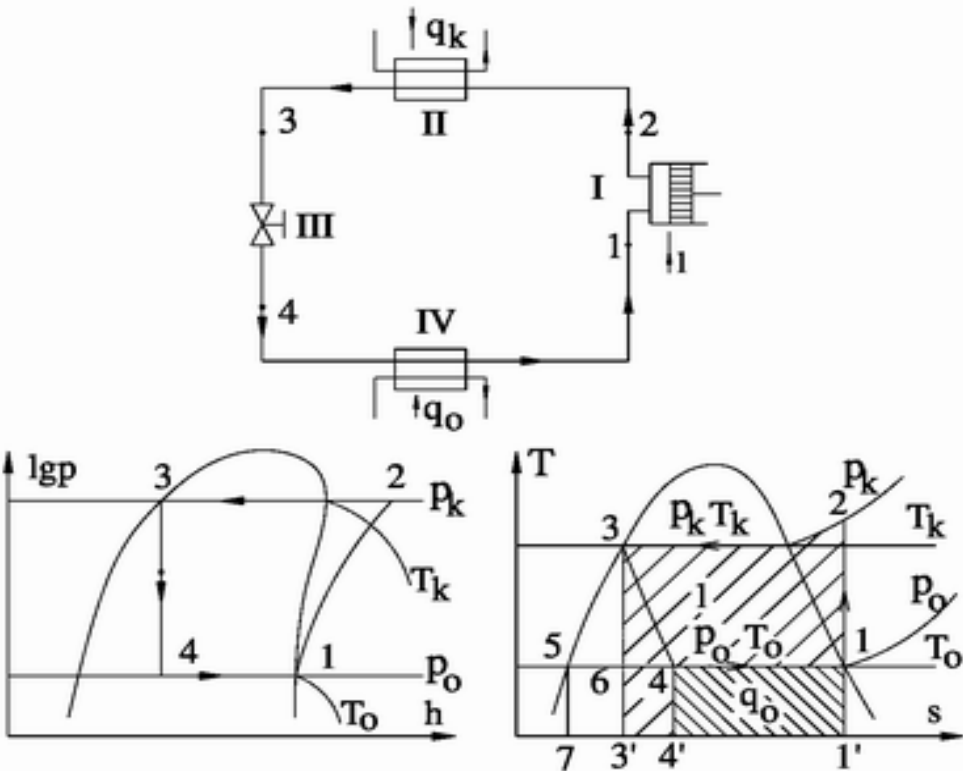
Trên đồ thị các điểm O_1, O_2, O_3 biểu diễn trạng thái nước ở 0°C với các áp suất khác nhau, chúng nằm trên đường thẳng gần như song song với trục p (vì thể tích của nước ở 0°C hầu như không thay đổi theo áp suất). Những điểm A_1, A_2, A_3 biểu diễn trạng thái nước sôi ở các áp suất khác nhau, áp suất 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°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 $x = 1$.	
Quá trình được tiến hành như sau: Cho vào xi lanh 1 kg nước ở 0°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: + <u>Đoạn OA</u> : Quá trình đốt nóng nước từ 0°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: $v', u', i', t' = t_s$. + <u>Đoạn AC</u> : 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 ký 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. $x = \frac{G \text{ kg hơi bão hòa khô}}{G \text{ kg hơi bão hòa ẩm}}$ $= \frac{G_k}{G_x} = \frac{G_k}{G_n + G_k}$ Ngoài ra ta còn dùng 1 thông số khác y: gọi là độ ẩm. $y = 1 - x = \frac{G \text{ kg nước sôi}}{G \text{ kg hơi bão hòa ẩm}}$	(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°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°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.	
---	--

Câu 2: (2 điểm) Trình bày cấu tạo, sơ đồ nguyên lý, đồ thị, chu trình lý thuyết và nguyên lý hoạt động của chu trình máy lạnh 1 cấp thực hiện ở hành trình khô có dùng van tiết lưu. Tính toán các thông số của chu trình.

Trả lời:

Nội Dung	Điểm
Sơ đồ nguyên lý, đồ thị.	(1.0 điểm)

 <i>I-Máy nén; II-Thiết bị ngưng tụ; III-Van tiết lưu; IV-Thiết bị bay hơi.</i> Chu trình lý thuyết. <i>1-2: Quá trình nén đoạn nhiệt, đẳng entropy ở máy nén I;</i> <i>2-3: Quá trình ngưng tụ đẳng áp ở thiết bị ngưng tụ II;</i> <i>3-4: Quá trình tiết lưu đẳng enthalpy ở van tiết lưu III;</i> <i>4-1: Quá trình bay hơi đẳng áp ở thiết bị bay hơi IV;</i>	
Nguyên lý hoạt động. 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 l. 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	(0.5 điểm)

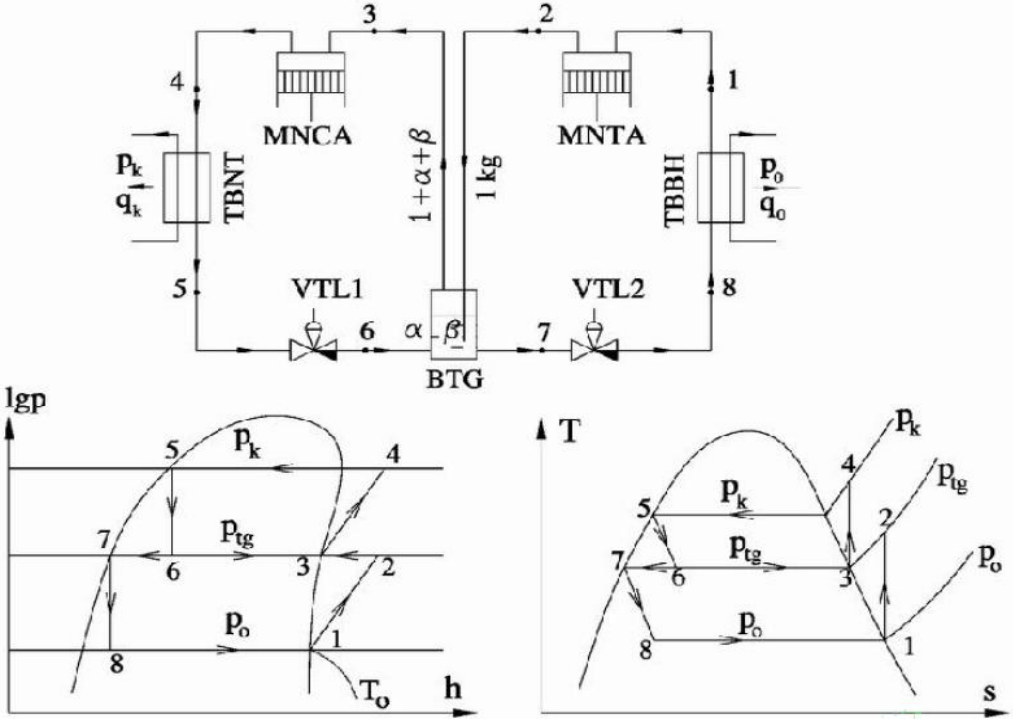
thái 4 môi chất đi vào cụm thiết bị bay hơi IV và bình tách lỏng V nhận nhiệt q_0 đẳng áp, đẳng nhiệt đến thông số trạng thái 1 rồi quay trở về máy nén I. Cứ thế, chu trình tiếp diễn.	
Tính toán các thông số của chu trình. 1) Công nén: $l = h_2 - h_1$. 2) Nhiệt lượng nhả ra ở thiết bị ngưng tụ: $q_k = h_2 - h_3 = dt(1'12533'1')$ trên đồ thị T-s. 3) Nhiệt lượng nhận được ở thiết bị bay hơi: $q_0 = h_1 - h_4 = dt(1'144'1')$ trên đồ thị T-s. 4) Hệ số làm lạnh: $\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$	(0.5 điểm)

Câu 3: (6 điểm) Một buồng lạnh sử dụng môi chất **R22** cho chu trình máy lạnh 2 cấp có trích hơi trung gian, làm mát trung gian hoàn toàn, có 2 tiết lưu. Nhiệt độ bay hơi $T_0 = -35^\circ\text{C}$, nhiệt độ ngưng tụ ở thiết bị ngưng tụ là 30°C , độ hoàn nhiệt $\Delta T = 4^\circ\text{C}$. Năng suất lạnh $Q_0 = 120 \text{ kW}$.

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 11°C , nhiệt độ ngưng tụ là 35°C .

Trả lời:

Nội Dung	Điểm
<i>a, Vẽ sơ đồ nguyên lý, đồ thị chu trình lý thuyết và trình bày nguyên lý hoạt động của chu trình:</i> Sơ đồ nguyên lý, đồ thị.	(1.0 điểm)

 Chu trình lí thuyết, nguyên lý hoạt động. 12: quá trình nén đoạn nhiệt, đẳng entropy ở máy nén thấp áp; 23: quá trình làm mát hoàn toàn trong bình trung gian; 34: quá trình nén đoạn nhiệt, đẳng entropy ở máy nén cao áp; 45: quá trình ngưng tụ đẳng áp ở thiết bị ngưng tụ; 56: quá trình tiết lưu ở van tiết lưu 1; 78: quá trình tiết lưu ở van tiết lưu 2; 81: quá trình bay hơi ở thiết bị bay hơi.	
Tính toán chu trình: Chu trình được tính toán cho 1 kg qua thiết bị bay hơi. - α : Lượng hơi sau van tiết lưu TL1. - β : Lượng lỏng bay hơi ở bình trung gian để làm mát hoàn toàn 1 kg hơi quá nhiệt trung áp. - Lượng môi chất đi qua máy nén cao áp là $1 + \alpha + \beta$. 1) Xác định β theo phương trình cân bằng nhiệt: $\beta \cdot h_7 + 1 \cdot h_2 = (1 + \beta) \cdot h_3$ $\beta = \frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_7}$	(1.0 điểm)

Chu trình được tính toán cho 1 kg qua thiết bị bay hơi.

α : Lượng hơi sau van tiết lưu TL1.

β : Lượng lỏng bay hơi ở bình trung gian để làm mát hoàn toàn 1 kg hơi quá nhiệt trung áp.

Lượng môi chất đi qua máy nén cao áp là $1 + \alpha + \beta$.

2) Xác định α qua van tiết lưu TL1:

$$h_5 = h_6$$

$$(1 + \alpha + \beta)h_6 = (1 + \beta)h_7 + \alpha h_3$$

$$\alpha = (1 + \beta) \frac{h_6 - h_7}{h_3 - h_6} = \frac{h_2 - h_7}{h_3 - h_7} \cdot \frac{h_6 - h_7}{h_4 - h_6}$$

3) Công máy nén thấp áp: $l_{\text{NAT}} = h_2 - h_1$.

4) Công máy nén cao áp: $l_{\text{NAC}} = (1 + \alpha + \beta)(h_4 - h_3)$.

5) Công nén: $l = l_{\text{NAT}} + l_{\text{NAC}}$

- α : Lượng hơi sau van tiết lưu TL1.

- β : Lượng lỏng bay hơi ở bình trung gian để làm mát hoàn toàn 1 kg hơi quá nhiệt trung áp.

- Lượng môi chất đi qua máy nén cao áp là $1 + \alpha + \beta$.

6) Nhiệt lượng tỏa ra ở thiết bị ngưng tụ: $q_k = (1 + \alpha + \beta)(h_4 - h_5)$.

7) Nhiệt lượng nhận được ở thiết bị bay hơi: $q_0 = h_1 - h_8$.

8) Hệ số làm lạnh: $\varepsilon = q_0/l$.

9) Lượng môi chất tuần hoàn qua máy nén thấp áp: $G_{\text{NAT}} = Q_0/q_0$.

10) Lượng môi chất tuần hoàn qua máy nén cao áp: $G_{\text{NCA}} = (1 + \alpha + \beta)G_{\text{NAT}}$.

11) Thể tích hút của máy nén thấp áp: $V_h^{\text{NAT}} = G_{\text{NAT}} \cdot v_1$

12) Thể tích hút của máy nén cao áp: $V_h^{\text{NAC}} = G_{\text{NAC}} \cdot v_3$.

b, Thiết lập bảng thông số các điểm nút:

(2.0 điểm)

Points	Temp. °C	Press. bar	v (dm ³ /kg)	h/i (kJ/kg)	s (kJ/kg · K)
1	-35	1,3213	166,5	390,34	1,8120
2	≈15	3,941	≈67,8	≈415,85	1,8120
3	-7	3,941	59,15	402,34	1,7610
4	≈50	11,879	≈22,249	≈429,68	1,7610

5	30	11,879	0,8517	236,67	1,1254
6	-7	3,941		236,67	1,1386
7	-7	3,941	0,7637	191,62	0,9692
8	-35	1,3213		191,62	0,982
9	-35	1,3213	0,7165	159,31	0,8464

Từ nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi và tra bảng hơi bão hòa tìm được thông số các điểm 1, 9, 5

Áp suất trung gian $\sqrt{P_0 \cdot P_k} = \sqrt{1,3213 \cdot 11,879} = 3,96166$ Bar, do đó nhiệt độ trung gian -7°C

tra bảng hơi bão hòa R22 cho -7°C Được áp suất 3,941 bar. tìm được thông số điểm 3, 7

Thông số tại điểm 2 được tra theo bảng hơi quá nhiệt của môi chất R22. Do entropy tại 1 bằng 2, áp suất tại 2 bằng áp suất trung gian. Từ bảng hơi quá nhiệt theo entropy và áp suất, hãy tìm các thông số còn lại.

Thông số tại điểm 4 được tra theo bảng hơi quá nhiệt của môi chất R22. Do entropy tại 3 bằng 4, áp suất tại 4 bằng áp suất ngưng tụ. Từ bảng hơi quá nhiệt theo entropy và áp suất, hãy tìm các thông số còn lại.

Thông số tại điểm 6 và 8 được tính theo công thức (2-17) dựa trên enthalpy, từ đó suy ra độ khô của 2 điểm 6 và 8 lần lượt là:

$$x_6 = \frac{h_6 - h_7}{h_3 - h_7} = \frac{236,67 - 191,62}{402,34 - 191,62} = 0,214$$

$$x_8 = \frac{h_8 - h_9}{h_1 - h_9} = \frac{191,62 - 159,31}{390,34 - 159,31} = 0,14$$

x tại 6 (= 0,214), x tại 8 (=0,14)

Sau đó, tính s và v tại các điểm 6 và 8, ta có các giá trị trong bảng thông số của các điểm nút 6, 8.

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: $\begin{aligned} i &= u + pv \\ \Rightarrow u &= i - pv \end{aligned} \quad (2-18)$	
<i>c, Tính toán các thông số bao gồm (công cấp cho máy nén, nhiệt lượng nhả ra ở thiết bị ngưng tụ, nhiệt lượng nhận vào từ thiết bị bay hơi, hệ số làm lạnh của chu trình, lượng môi chất tuần hoàn qua hệ thống và thể tích hút của máy nén:</i> 1)Xác định β theo phương trình cân bằng nhiệt: $\beta \cdot h_7 + 1 \cdot h_2 = (1 + \beta) \cdot h_3$ $\beta = \frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_7} = \frac{415,85 - 402,34}{402,34 - 191,62} = 0,064$ 2)Xác định α qua van tiết lưu TL1: $h_5 = h_6$ $(1 + \alpha + \beta)h_6 = (1 + \beta) \cdot h_7 + \alpha \cdot h_3$ $\alpha = (1 + \beta) \frac{h_6 - h_7}{h_3 - h_6} = \frac{h_2 - h_7}{h_3 - h_7} \cdot \frac{h_6 - h_7}{h_4 - h_6} = 0,289$ 3)Công máy nén thấp áp: $l_{\text{NAT}} = h_2 - h_1 = 25,51 \text{ kJ/kg}$ 4)Công máy nén cao áp: $l_{\text{NAC}} = (1 + \alpha + \beta)(h_4 - h_3) = 1,353 \cdot 27,34 = 37 \text{ kJ/kg}$ 5)Công nén: $l = l_{\text{NAT}} + l_{\text{NAC}} = 25,51 + 37 = 62,51 \text{ kJ/kg}$ 6) Nhiệt lượng tỏa ra ở thiết bị ngưng tụ: $q_k = (1 + \alpha + \beta)(h_4 - h_5)$ $= 1,353 \cdot 193,01 = 261,14 \text{ kJ/kg}$ 7) Nhiệt lượng nhận được ở thiết bị bay hơi: $q_0 = h_1 - h_8 = 198,72 \text{ kJ/kg}$ 8) Hệ số làm lạnh: $\varepsilon = q_0 / l = 198,72 / 62,51 = 3,18$	(2.0 điểm)

9) Lượng môi chất tuần hoàn qua máy nén thấp áp: $G_{\text{NAT}} = Q_0/q_0$ $= 120/198,72 = 0,604 \text{ kg/s}$ 10) Lượng môi chất tuần hoàn qua máy nén cao áp: $G_{\text{NCA}} = (1 + \alpha + \beta).G_{\text{NAT}}$ $= 1.353.0,604 = 0,817 \text{ kg/s}$ 11) Thể tích hút của máy nén thấp áp: $V_h^{\text{NAT}} = G_{\text{NAT}}.v_1 = 0,604.0,1665 = 0,1006 \text{ m}^3/\text{s}$ 12) Thể tích hút của máy nén cao áp: $V_h^{\text{NAC}} = G_{\text{NAC}}.v_3 = 0,817.0,05915 = 0,0483 \text{ m}^3/\text{s}$	
--	--

BM CN NHIỆT ĐIỆN LẠNH

Đặng Hùng Sơn