



Matière : Machines Frigorifiques et Pompes à Chaleur

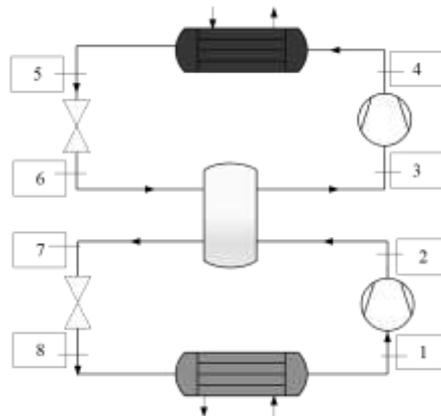
TEST N° 02

Durée 40 mn

**Exercice**

Une installation de production de froid est présentée dans le schéma ci-dessus, elle utilise deux circuits différents avec un mélangeur séparateur en commun. Le fluide subit une surchauffe de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  à la sortie de l'évaporateur et un sous refroidissement de  $5^{\circ}\text{C}$  à la sortie du condenseur. Le débit du cycle inférieur est de  $0,1\text{ kg/s}$ , le rendement isentropique du premier compresseur est de  $0,85$  et celui du second est de  $0,87$ .

L'évaporateur fonctionne à une température de  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $2\text{ bar}$ ) et le condenseur à la température de  $60^{\circ}\text{C}$  ( $16,8\text{ bar}$ ).



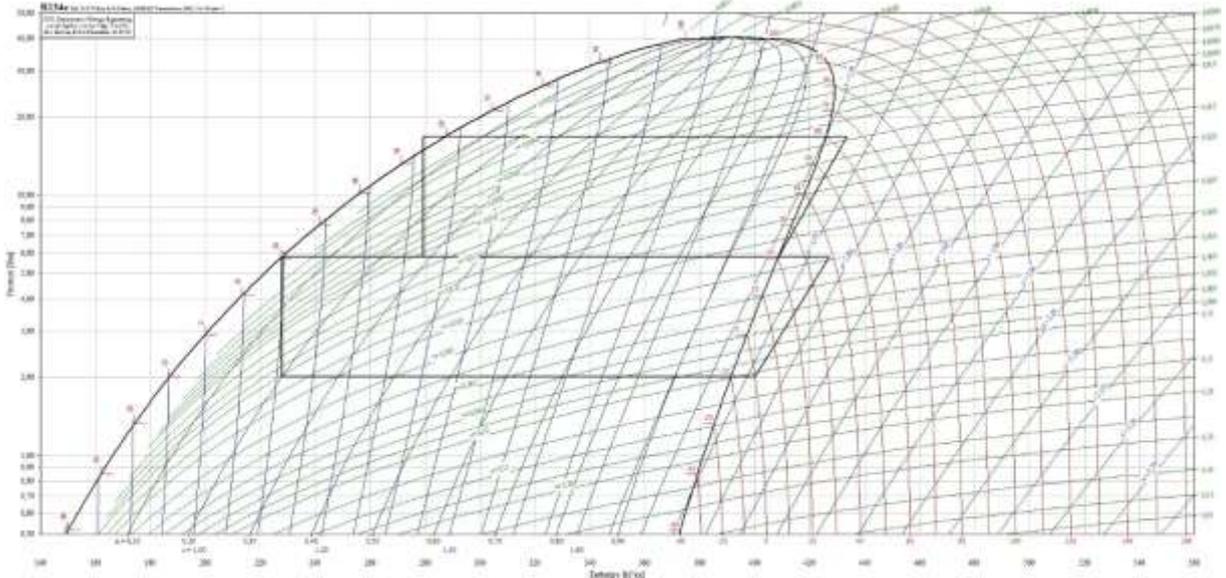
- Tracer le cycle correspondant dans un diagramme (p, h).
- Présenter les caractéristiques (h, P, T, x, v) des points 1 à 8 dans un tableau.
- Calculer le débit du cycle supérieur.
- Faire le bilan énergétique de l'installation.
- Calculer le COP de l'installation
- Calculer les volumes horaires balayés.

**Exercice :**

On calcule la pression intermédiaire (1 point)

$$P_I = \sqrt{P_F \cdot P_C} = \sqrt{2 \cdot 16,8} = 5,8 \text{ bar}$$

a) Le digramme (2 points)



b) Le tableau (4 points)

On calcule les enthalpies des points réels

L'enthalpie réelle sortie compresseur 1 (0,5 point)

$$h_{2r} = h_1 + \frac{h_{2is} - h_1}{\eta_{is}}$$

L'enthalpie réelle sortie compresseur 2 (0,5 point)

$$h_{4r} = h_3 + \frac{h_{4is} - h_3}{\eta_{is}}$$

	1	2is	2r	3	4is	4r	5	6	7	8
h (kJ/kg)	400	423	427	409	431	434	279	279	228	228
P (bar)	2	5,8	5,8	5,8	16,8	16,8	16,8	5,8	5,8	2
T (°C)	0	35	39	21	63	65	55	21	21	-10
x	1	1	1	1	1	1	0	0,28	2	0,20
v (m <sup>3</sup> /kg)	0,103	0,038	0,039	0,035	0,012	0,012	-	0,013	-	0,020

c) on fait le bilan énergétique au niveau du mélangeur séparateur :

$$\dot{m}_i(h_{2r} - h_7) = \dot{m}_s(h_3 - h_6) \quad (1 \text{ point})$$

$$\dot{m}_s = \dot{m}_i \frac{(h_{2r} - h_7)}{(h_3 - h_6)} = 0,1 \frac{427 - 228}{409 - 279} = 0,15 \text{ kg/s} \quad (1 \text{ point})$$

d) le bilan d'énergie de l'installation

**Les formules (02 points)**

Le compresseur du circuit inférieur

$$\dot{W}_{inf} = \dot{m}_i(h_{2r} - h_1) = 0,1(427 - 400) = 2,7kW \text{ (1 point)}$$

Le compresseur du circuit supérieur

$$\dot{W}_{sup} = \dot{m}_s(h_{4r} - h_3) = 0,15(434 - 409) = 3,8kW \text{ (1 point)}$$

L'évaporateur

$$\dot{Q}_F = \dot{m}_i(h_1 - h_8) = 0,1(400 - 228) = 17,2kW \text{ (1 point)}$$

Le condenseur

$$\dot{Q}_C = \dot{m}_s(h_{4r} - h_5) = 0,15(434 - 279) = 23,3kW \text{ (1 point)}$$

e) Le COP de l'installation

$$COP = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{W}_{sup} + \dot{W}_{inf}} = \frac{17,2}{2,7 + 3,8} = 2,65 \text{ (1 point)}$$

f) Les volumes balayés horaires

On calcule le rendement volumique du compresseur 1 et 2 (1 point)

$$\eta_{vol} = 1 - 0,05 \frac{P_C}{P_I} = 1 - 0,05 \frac{P_I}{P_F} =$$

Ce rendement volumique est égal à

$$\eta_{vol} = \frac{\dot{V}_{asp}}{\dot{V}_{bal}}$$

Le débit du volume balayée par heure

$$\dot{V}_{bal} = 3600 \frac{\dot{V}_{asp}}{\eta_{vol}}$$

Le volume aspirée est déterminé par

$$\dot{V}_{asp} = v \cdot \dot{m}_r$$

D'où le volume balayé est pour le compresseur 1 (0,5 point)

$$\dot{V}_{bal} = 3600 \frac{v_1 \cdot \dot{m}_{inf}}{\eta_{vol}}$$

D'où le volume balayé est pour le compresseur 2 (0,5 point)

$$\dot{V}_{bal} = 3600 \frac{v_3 \cdot \dot{m}_{sup}}{\eta_{vol}}$$

Les résultats (1 point)

Résultats	$v$ (m <sup>3</sup> /kg)	$\dot{m}$ (kg/s)	$\eta_{vol}$	$\dot{V}_{bal}$ (m <sup>3</sup> /s)
Compresseur 1	0,103	0,1	0,855	43
Compresseur 2	0,035	0,15	0,855	22