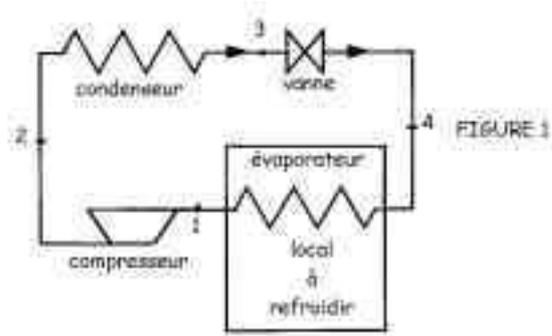


On réalise une machine frigorifique dont le fluide frigorigène est le fréon.

Le schéma de cette machine est le suivant :



Le diagramme enthalpie - pression du fréon est représenté sur le document qui est fourni en double exemplaire. L'un d'eux (document 1) sera utilisé par le candidat pour ses essais et l'autre (document 2) sera remis avec la copie (attention au changement d'échelle en abscisse).

I - La vapeur saturante sèche est comprimée isentropiquement de 2,4 bars à 8 bars dans le compresseur (trajet 1-2 sur le schéma ci-dessus).

Elle subit une transformation isobare dans le condenseur jusqu'à liquéfaction totale (trajet 2-3), puis une détente isenthalpique de 8 à 2,4 bars par laminage dans la vanne (trajet 3-4), et enfin une transformation isobare dans l'évaporateur du local à refroidir (trajet 4-1).

I - 1 - Quelles sont les indications fournies par le diagramme enthalpie - pression du fréon ?

Tracer le cycle des transformations 1-2-3-4-1 sur ce diagramme (utiliser des couleurs).

I - 2 - Calculer la variation de l'enthalpie massique du fluide au cours de l'évaporation.

En déduire la quantité de chaleur retirée au local à refroidir par unité de masse de fluide.

I - 3 - Calculer la variation d'enthalpie massique du fluide au cours de la compression.

En déduire le travail massique de compression.

I - 4 - Calculer l'efficacité de ce cycle.

Etablir l'efficacité théorique d'une machine frigorifique réversible fonctionnant entre les mêmes températures (T_3 et T_4).

I - 5 - La production frigorifique à l'évaporateur étant de 120 000 kJ par heure (soit 120 000 kJ retirés au local à refroidir)

Calculer le débit du fréon. Quelle est la puissance mécanique de l'installation ?

II - Pour améliorer les performances de la machine frigorifique fonctionnant entre les mêmes pressions, on réalise un "sous-refroidissement" isobare 3-3' du liquide avant la détente. La température du liquide est alors abaissée à 18°C.

II - 1 - Placer le point 3' sur le diagramme enthalpie - pression. Après la détente isenthalpique le fluide est à l'état 4'. Placer ce point sur le diagramme.

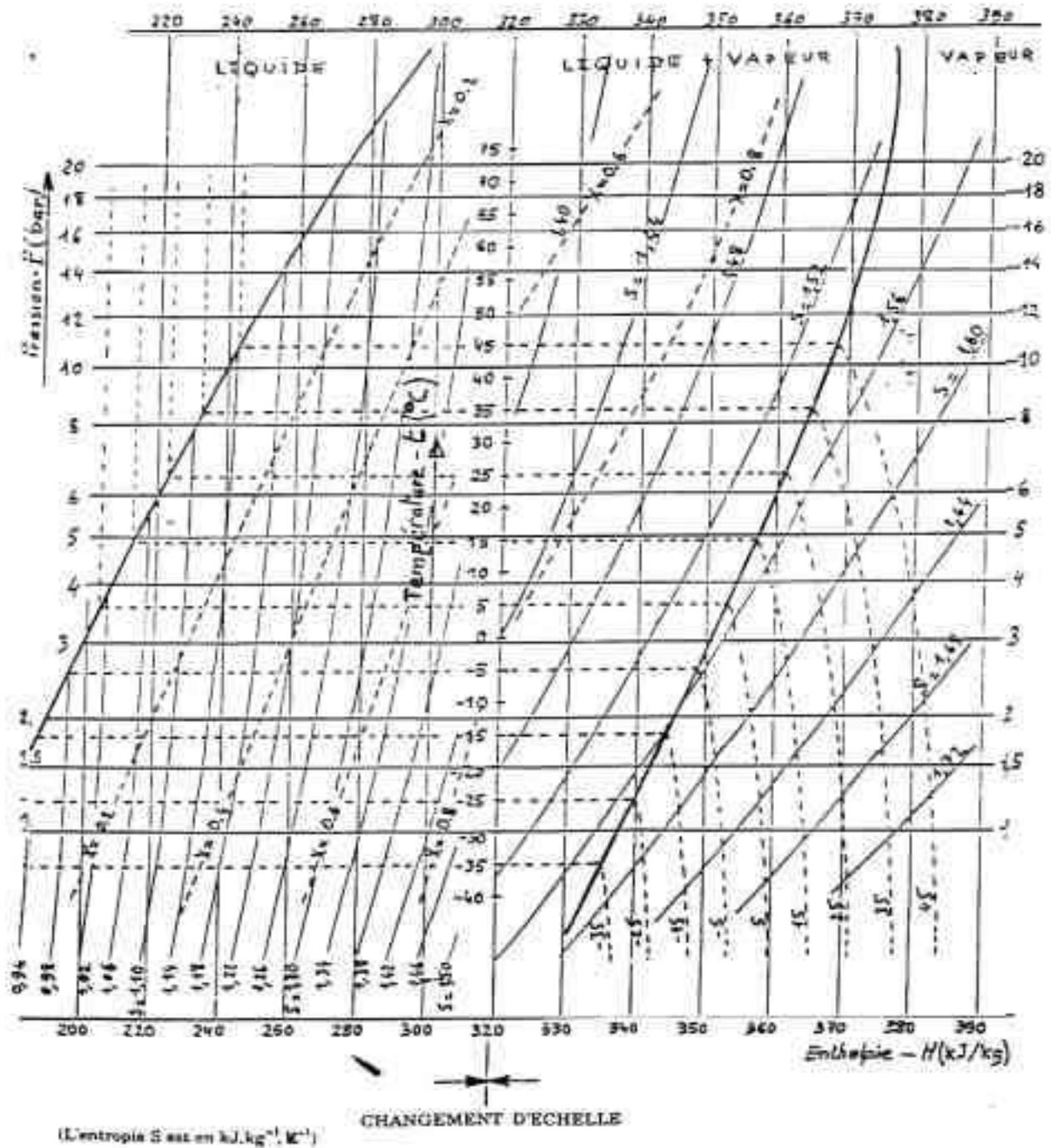
Sur le diagramme enthalpie - pression du fréon tracer (en couleurs) le cycle des transformations de la nouvelle machine.

II - 2 - On maintient le même débit de 1 000 kg/h.

Calculer la nouvelle production frigorifique.

Comparer cette installation à la précédente (production frigorifique, efficacité, puissance).

Diagramme Enthalpie-Pression du fréon



Première Partie : Oxydo - réduction (exercice).

On plonge une lame de platine dans une solution contenant des ions Fe^{2+} et Fe^{3+}

1 - 1 - Donner l'expression du potentiel pris par la lame de platine. Faire l'application numérique en prenant :

$$[\text{Fe}^{2+}] = 10^{-2} \text{ mol.dm}^{-3} \quad [\text{Fe}^{3+}] = 10^{-1} \text{ mol.dm}^{-3}$$

1 - 2 - D'après l'expression précédente, étudier qualitativement les modifications qui interviennent quand on impose à l'électrode de platine un potentiel de 0,86 V.

1 - 3 - Calculer dans ce cas les concentrations molaires volumiques des ions ferreux et ferriques.

1 - 4 - Quel potentiel faut-il imposer à l'électrode de platine pour que la concentration molaire volumique des ions Fe^{3+} soit, à l'équilibre, le centième de sa valeur initiale ?

Données: Formule de Nernst : $E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$

On prendra : $\frac{RT}{F} \ln a = 0,06 \lg a$

Potentiel normal du couple : $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$: $E^0 = 0,77 \text{ V}$.

Deuxième partie - Exercice de Thermochimie.

2 - 1 - Ecrire l'équation de la réaction de combustion totale du butane normal ($\text{C}_4 \text{H}_{10}$).

2 - 2 - On donne les enthalpies de formation standard :

- dioxyde de carbone : $H_f^0(\text{gaz}) = - 394 \text{ kJ. mol}^{-1}$

- l'eau $H_f^0(\text{vap}) = - 242 \text{ kJ. mol}^{-1}$

- butane normal $H_f^0(\text{gaz}) = - 126 \text{ kJ. mol}^{-1}$

et l'enthalpie de vaporisation de l'eau dans les conditions standards :

$$\Delta H_{\text{vap}}(\text{H}_2\text{O}) = 44 \text{ kJ. mol}^{-1} .$$

Calculer l'enthalpie de la réaction de combustion d'une mole de butane, en considérant que l'eau formée est à l'état liquide.