

Un atelier reçoit du dioxyde de carbone (CO_2) sous la pression de 10 atm et à la température de 200°C . Il produit de la carboglace sous forme de pains en équilibre de pression avec l'atmosphère. (1 atm ; -80°C).

a) Fabrication idéale

1°) Déterminer à l'aide du diagramme la variation d'enthalpie que subit 1 kg de dioxyde de carbone au cours de la sublimation sous 1 atm.

2°) En déduire la variation d'entropie subie par 1 kg de dioxyde de carbone au cours de la même transformation.

3°) Quelle est l'entropie de 1 kg de dioxyde de carbone (gazeux, sous 1 atm, à -80°C) ?

4°) En déduire l'entropie S_0 de 1 kg de dioxyde de carbone (solide, sous 1 atm, à -80°C).

5°) Connaissant l'entropie S_1 de 1 kg de dioxyde de carbone à l'entrée de l'atelier et l'entropie S_0 à la sortie, en déduire la quantité de chaleur idéale que devrait fournir une source de chaleur à 20°C .

6°) Dans ces conditions idéales, quel serait le travail mécanique nécessaire à la fabrication. de 1 kg de carbo-glace ?

b) Fabrication réelle :

En pratique, la fabrication s'effectue de la façon suivante.

- compression de 10 à 78 atm en 2 étages à taux de compression égaux avec refroidissements successifs jusqu'à 20°C
- refroidissement dans un échangeur E détente isenthalpique, dans une vanne de 78 à 1 atm.
- séparation du solide et du gaz qui est recyclé. Le gaz recyclé se réchauffe dans l'échangeur E jusqu'à 20°C .
- enfin, ce gaz est comprimé jusqu'à 10 atm, puis refroidi jusqu'à 20°C avant d'être mélangé au gaz entrant.

1°) Sur le schéma ci-joint de l'installation sont représentés les états 0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 8 ; 9 et 10 (entre autres) .

Placez ces états sur le diagramme, puis représentez les transformations 1_ 2 ; 2_ 3 ; 3_ 4 ; 4_ 5 ; 8_ 9 ; 9_ 10 ; 10_ 1.

2°) Soit m la masse de dioxyde de carbone entrant en 5 dans l'échangeur E permettant d'obtenir 1 kg de carbo-glace en 0.

Quelle relation existe-t-il entre m et les enthalpies massiques h_0 ; h_5 et h_9 ? En déduire m .

3°) Calculer l'enthalpie massique du gaz à la sortie de l'échangeur en 6.

4°) Représenter sur le diagramme les états 6 et 7

5°) En déduire le titre du mélange solide-gaz dans le condenseur,

6°) Quelle est l'énergie mécanique totale nécessaire aux compresseurs afin de préparer 1 kg de carbo-glace ?

7°) Calculer alors, la quantité de chaleur totale abandonnée à la source de refroidissement.

8°) Justifier les écarts trouvés entre les valeurs calculées en A et B.

N. B. :

- Les compressions sont toutes adiabatiques et réversibles
- Tous les échanges thermiques entre le fluide et le milieu extérieur sont supposés isobares.
- On néglige toute perte mécanique et thermique.
- Sur le diagramme l'enthalpie est exprimée en kJ/kg
l'entropie en kJ/kg.K
le volume massique en dm^3/kg
la pression en atm
la température en $^\circ\text{C}$

. Le diagramme est à rendre avec la copie.

Documents joints : schéma de l'installation, diagramme (document-réponse fourni en double exemplaire dont un seul, complété, sera remis avec la copie en fin d'épreuve).



