

Exercice 1

La figure représente le diagramme (P, H) du procédé cryogénique utilisé pour produire de l'azote liquide (cycle de Joule-Thomson).

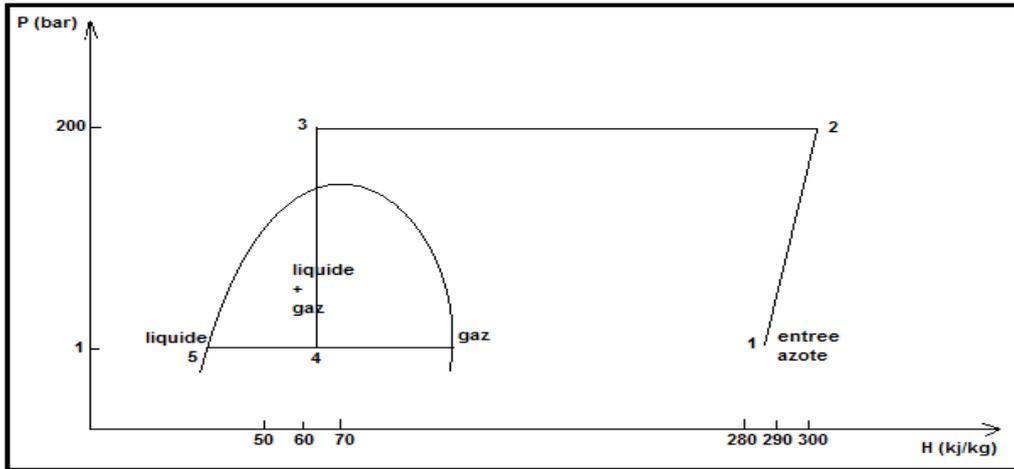
Données :

$P_1 = 1 \text{ bar}$. $T_1 = -2.55 \text{ °C}$. $H_1 = 281.24 \text{ kJ/kg}$,

$P_2 = 200 \text{ bars}$. $T_2 = 49.94 \text{ °C}$, $H_2 = 308.66 \text{ kJ/kg}$,

$P_3 = 200 \text{ bars}$. $T_3 = -107.95 \text{ °C}$, $H_3 = 63.45 \text{ kJ/kg}$,

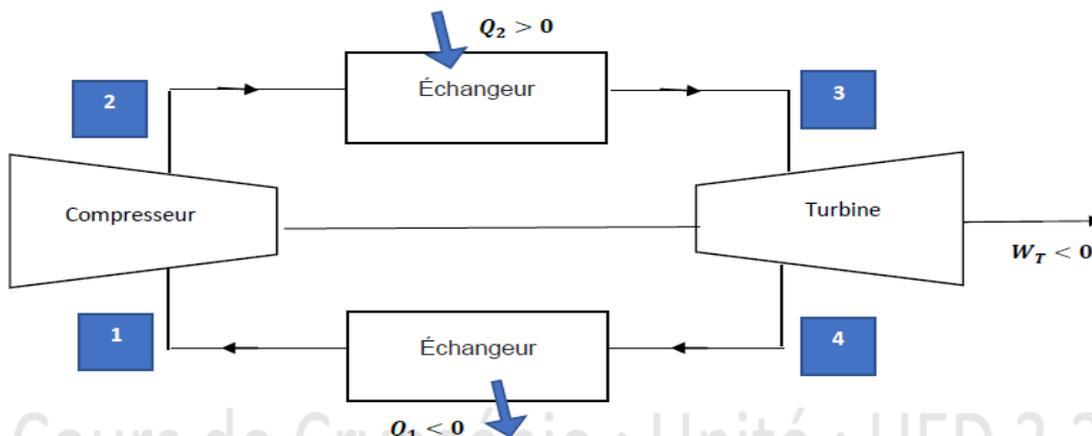
$P_4 = 1 \text{ bar}$. $T_4 = -195.77 \text{ °C}$, $H_4 = 63.45 \text{ kJ/kg}$,



1. Donner le schéma du procédé cryogénique de liquéfaction de l'azote lié à ce diagramme (P, H).
2. Expliquer les transformations : 1-2, 2-3, 3-4 et 4-5.

Exercice 2

La figure ci-dessous représente le cycle à gaz de Brayton, les transformations subies par le fluide au cours d'un cycle sont :



- 1-2, Compression adiabatique dans le compresseur.
- 2-3, Apport de chaleur (Q_2) à pression constante.
- 3-4, Détente adiabatique dans la turbine.
- 4-1, Dégagement de chaleur (Q_1) à pression constante.

Le gaz subissant les différentes transformations sera assimilé à un gaz parfait de coef. « γ ».

Toutes les transformations seront supposées réversibles.

1. Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron
2. Définir le rendement du cycle en fonction des températures du gaz dans les états : 1,2,3,4
3. Calculer ce rendement en fonction de « γ » et du rapport des pressions P_2 / P_1 .
4. En quel point du cycle la température est-elle maximale ?
5. Soit $T_{\max} = 1000 \text{ K}$ et $T_{\text{sortie}} = 300 \text{ K}$, calculer le rendement correspondant.

Exercice 3

La figure 3 représente le schéma de principe du procédé cryogénique (cycle de Linde) utilisé pour produire du méthane. C'est une installation multi étage soit plusieurs compressions. L'intercooler, le refroidisseur et régénérateur sont des échangeurs isobares. Et la détente s'effectue à l'aide d'une vanne avec effect Joule-Thomson.

Données : ($P_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = -44.3 \text{ °C}$, $H_1 = 830 \text{ kJ/kg}$),

($P_2 = 5 \text{ bars}$, $T_2 = 62.75 \text{ °C}$, $H_2 = 1063.13 \text{ kJ/kg}$),

($P_3 = 5 \text{ bars}$, $T_3 = 6.85 \text{ °C}$, $H_3 = 935.45 \text{ kJ/kg}$),

($P_4 = 25 \text{ bars}$, $T_4 = 129.94 \text{ °C}$, $H_4 = 1217 \text{ kJ/kg}$),

($P_5 = 25 \text{ bars}$, $T_5 = 6.85 \text{ °C}$, $H_5 = 909.7 \text{ kJ/kg}$),

($P_6 = 100 \text{ bars}$, $T_6 = 115.73 \text{ °C}$, $H_6 = 1144.9 \text{ kJ/kg}$),

($P_7 = 100 \text{ bars}$, $T_7 = -63.15 \text{ °C}$, $H_7 = 489.55 \text{ kJ/kg}$),

($P_{7\text{bis}} = 100 \text{ bars}$, $T_{7\text{bis}} = -82.09 \text{ °C}$, $H_{7\text{bis}} = 380.76 \text{ kJ/kg}$),

($P_8 = 1 \text{ bar}$, $T_8 = -161.68 \text{ °C}$, $H_8 = 380.76 \text{ kJ/kg}$),

($P_{1\text{bis}} = 1 \text{ bar}$, $T_{1\text{bis}} = -77 \text{ °C}$, $H_{1\text{bis}} = 63.45 \text{ kJ/kg}$),

