

T5.9. Cycle de Joule

Une masse $m = 1$ kg d'air de masse molaire $M = 29$ g/mol décrit le cycle thermodynamique suivant :

état A : $T_o = 300\text{K}$, $P_o = 1,0 \cdot 10^5$ Pa ;

état B : T_1 , $P_1 = kP_o$

état C : $T_2 = 1000$ K, P_1

état D : T_3 , P_o

transformations AB et CD : adiabatiques réversibles ;

transformations BC et DA : isobares.

L'air est assimilé à un gaz parfait, de capacité calorifique à pression constante C_p et de rapport $\gamma = 1,40$.

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31$ S.I

1. Calculer les valeurs des températures T_1 et T_3 pour $k = 10$.
Donner l'allure du cycle en diagramme de Clapeyron (P en fonction de V).
2. Faire le bilan énergétique du cycle :
 - ⌘ quantités d'énergie thermique échangées ;
 - ⌘ travail total : est-il reçu ou fourni ?
 - De quel type de machine s'agit-il ?
 - Définir et calculer son rendement (ou efficacité).
3. Les échanges thermiques du fluide ont lieu uniquement avec deux sources :
 - ⌘ une source chaude à T_2 ;
 - ⌘ une source froide à T_o .

Le cycle étudié est-il réversible ? Expliquer pourquoi il l'est ou ne l'est pas.
Que peut-on calculer pour le vérifier numériquement ?
4. Calculer les variations d'entropie de l'air pour les différentes transformations.
Quelles relations doivent vérifier ces différentes quantités ?
5. Le cycle étant décrit dans le sens correspondant à un moteur, et les températures des sources restant inchangées, exprimer le travail total récupéré en fonction de C_p, T_o, T_2, k et γ .
Quelle valeur doit-on donner à k pour obtenir le travail maximal ?