

Travaux dirigés de THERMODYNAMIQUE

Série n° 6

Exercice 1 :

Etude d'un climatiseur : un local, de capacité thermique à pression constante $C_p = mcp = 4.103 \text{ kJ.K}^{-1}$, est initialement à la température de l'air extérieur $T_1 = 305 \text{ K}$. un climatiseur, qui fonctionne de façon cyclique réversible ditherme (entre l'air extérieur et le local), ramène la température du local à 20°C ($T_2 = 293 \text{ K}$) en une heure. Quelle puissance électrique moyenne P a dû recevoir ce climatiseur ?

Exercice 2 :

On s'intéresse au fonctionnement d'une pompe à chaleur fonctionnant suivant un cycle de Carnot entre les températures Celsius $t'_1 = 70^\circ\text{C}$ et $t'_2 = -30^\circ\text{C}$.

1) Expliquer à partir d'un schéma, où l'on symbolisera la pompe à chaleur et les sources de chaleur chaude et froide, les échanges d'énergie avec la source chaude, avec la source froide et le travail échangé par seconde.

2) Définir le coefficient de performance η' et montrer qu'il est égale à $\eta' = \frac{T'_1}{T'_1 - T'_2}$

3) La puissance P' est d'origine électrique. Pour une habitation dont le besoin en chauffage est de 25 kw, comparer énergétiquement les systèmes :

- chaudière à combustion d'un rendement égal à 0,9
- pompe à chaleur

Exercice 3 :

Un réfrigérateur est constitué essentiellement d'un fluide soumis à une série de cycles thermodynamiques.

A chaque cycle, le fluide extrait de l'intérieur de l'enceinte un transfert thermique Q_2 et échange avec l'extérieur un transfert thermique Q_1 et un travail W .

On admettra que l'intérieur du réfrigérateur et l'extérieur constituent deux thermostats aux températures respectives $T_2 = 268 \text{ K}$ et $T_1 = 293 \text{ K}$, et qu'en dehors des échanges avec ces thermostats, les transformations sont adiabatiques.

1) Quels sont les signes de Q_1 , W et Q_2 ?

2) Définir et calculer l'efficacité théorique maximale e de cette machine. Pour quel type de cycle ce rapport est-il maximal ? Calculer cette valeur maximale.

3) Peut-on refroidir, à long terme, une cuisine en laissant la porte du réfrigérateur ouverte ?

Exercice 4 :

Une machine frigo évacue par son condenseur un flux thermique de 33.800 kcal/kg. On sait que la puissance mécanique fournie au compresseur est de 10 kW.

- 1) Donner le schéma à deux niveaux de température de cette machine en y indiquant les grandeurs échangées.
- 2) Quelle est la quantité de frigories produites à l'évaporateur.
- 3) Quel est l'efficacité de la machine frigo.

Exercice 5 :

Dans une pièce à 20 °C, l'intérieur d'un congélateur est à -19 °C. Pour arriver à maintenir cette température, il est nécessaire d'enlever, par transfert thermique, 400 kJ par heure à l'intérieur du congélateur. L'opération est supposée réversible.

- 1) Déterminer la puissance mécanique à fournir au congélateur.
- 2) Calculer le transfert thermique fourni à la pièce par le congélateur.

Exercice 6 :

Une mole de gaz subit une détente de Joule de l'état P_0, V_0, T_0 à l'état P_1, V_1, T_1 .

- 1) Décrire dans quelles conditions doit se produire la détente de Joule.
- 2) Démontrer que C_v ne dépend pas du volume mais seulement de la température T . Pour ce faire, on montrera :

$$l = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

$$\left(\frac{\partial C_v}{\partial V} \right)_T = T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

Donner de même, la relation donnant le coefficient h et montrer que C_p ne dépend que de la température.