

Dimensionnement d'un cycle frigorifique

Correction des questions théoriques

1 - Cf. cours : compresseur → condenseur → détenteur → évaporateur. L'évaporateur est à l'intérieur du frigo, le condenseur à l'extérieur.

2 - Pour que le fluide frigorigène puisse prélever de la puissance thermique à l'intérieur du frigo, il faut qu'il soit à $T_{\min} < T_f$ lorsqu'il entre dans l'évaporateur. Réciproquement, pour qu'il puisse céder de la puissance thermique à l'air extérieur, il faut qu'il soit à $T_{\max} > T_c$ lorsqu'il entre dans le condenseur.

3 - La puissance intéressante est la puissance prélevée à la source froide, la puissance coûteuse la puissance mécanique fournie au compresseur, donc

$$e = \frac{\mathcal{P}_f}{\mathcal{P}_{\text{compr}}} < \frac{T_f}{T_c - T_f} = 18,5$$

d'après le théorème de Carnot.

4 - Pour que le cycle soit réversible, il faudrait éviter toute inhomogénéité donc que les étapes au contact des sources soient des isothermes à T_c et T_f . C'est impossible car d'après la loi de Newton les puissances thermiques échangées seraient nulles.

5 - Par définition, $\Phi = \mathcal{P}_f$, donc

$$\mathcal{P}_f = h(T_f - T)2\pi RL \quad \text{d'où} \quad T_f - T = \frac{\mathcal{P}_f}{2\pi hRL} \quad \text{soit} \quad T = T_f - \frac{\mathcal{P}_f}{2\pi hRL}.$$

Pour avoir $L < 10$ m, il faut que $T < -3^\circ\text{C}$.

Augmenter la différence de température a forcément pour effet d'augmenter la création d'entropie dans le système, et donc de diminuer l'efficacité.

6 - Les échangeurs thermiques sont isobares, il suffit donc d'imposer les pressions en sortie du compresseur et du détenteur (qui sont fixées par construction) comme valant la pression de vapeur saturante à la température voulue.