

EXERCICE DE THERMODYNAMIQUE (sur 25 points)

I. On se propose de maintenir dans un local une température constante T_1 à l'aide d'une pompe à chaleur utilisant comme source froide un lac de température T_0 . On supposera que la température de l'atmosphère extérieure est uniformément égale à T_0 .

La pompe à chaleur servira à compenser les déperditions de chaleur du local dues à l'écart de température avec l'extérieur. Pour calculer ces déperditions on arrête le chauffage pendant une durée Δt non infinitésimale, après quoi la température du local tombe à T_2 . A l'instant t , la température du local est T , et la déperdition de chaleur est proportionnelle à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui s'écrit :

$$\delta Q = \alpha C (T - T_0) dt$$

où C est la capacité thermique du local.

1° Déterminer α en fonction de Δt , T_0 , T_1 et T_2 .

2° Donner la valeur numérique de α pour : $\Delta t = 3$ heures;

$T_1 = 294$ °K; $T_2 = 286$ °K; $T_0 = 281$ °K. Préciser l'unité de α .

II. La température de la source froide reste T_0 et celle de la source chaude T_1 ($T_1 > T_0$; T_1 et T_0 constantes). Un fluide décrit des cycles entre ces deux sources de chaleur. Au cours d'un cycle il reçoit Q_0 de la source froide, Q_1 de la source chaude et le travail mécanique de compression W de la part de l'extérieur.

1° Quels sont les signes de Q_0 , Q_1 et W ?

2° On supposera d'abord le processus réversible. En appliquant les deux principes, on établira la relation qui relie le coefficient d'efficacité η (rapport entre l'énergie fournie au local et le travail mécanique dépensé au cours d'un cycle) et les températures T_0 et T_1 .

3° Le coefficient d'efficacité réel n'est que la fraction β du coefficient théorique précédemment calculé. En se rapportant à la question (I) on exprimera l'énergie mécanique W à fournir pour maintenir dans le local la température T_1 au cours d'un cycle de durée τ .

4° En déduire la puissance P du compresseur.

Application numérique : $\beta = 0,4$; $C = 10^7$ J.K⁻¹.