

IV Étude de l'origine de la dissipation

Plusieurs phénomènes physiques contribuent à l'amortissement des oscillations constaté sur la figure 2. Une étude expérimentale plus élaborée qu'ici¹ montre que dans les conditions de la figure 2, le phénomène dominant est la non adiabaticité de la transformation. Nous étudions cet aspect dans cette partie.

Du fait de sa masse importante, le verre du récipient est à la température T_0 constante. Il joue, pour le gaz, le rôle d'un thermostat. Pendant une durée dt , le gaz reçoit de la part du verre un transfert thermique :

$$\delta Q = -h\Sigma_t(T - T_0)dt, \quad (5)$$

avec $T(t)$ la température du gaz supposée uniforme, Σ_t la surface du verre au contact du gaz, et h un coefficient conducto-convectif.

34 - Justifier le signe moins dans cette expression.

On considère le système {gaz}. On admet que le premier principe de la thermodynamique, appliqué à ce système, s'écrit entre deux instants proches :

$$dU = -pdV + \delta Q, \quad (6)$$

avec p la pression du gaz supposée uniforme, U son énergie interne, dV la variation de son volume. On rappelle également la première identité thermodynamique pour un système de composition constante :

$$dU = TdS - pdV, \quad (7)$$

avec dS la variation d'entropie du système.

35 - En utilisant la première identité thermodynamique et (6), montrer que la variation d'entropie du gaz vérifie : $TdS = \delta Q$, avec T la température du gaz.

36 - En utilisant le second principe appliqué au même système, entre deux instants proches, établir une expression de la création d'entropie δS_c en fonction de δQ , T et T_0 .

37 - En déduire une expression de δS_c en fonction de T , T_0 , h , Σ_t et dt , et montrer que $\delta S_c > 0$ si $h \neq 0$ et $T \neq T_0$.

Ce qui précède montre que la non adiabaticité de la transformation produit de l'entropie, et contribue donc à amortir les oscillations.

1. Par ex. Bulletin de l'Union des Physiciens n° 808, p.1615.