Sur le calcul de C/c par la méthode dite de clément et desormes

R. Swyngedauw

SUR LE CALCUL DE $\frac{C}{c}$ PAR LA MÉTHODE DITE DE CLÉMENT ET DESORMES;

Par M. R. SWYNGEDAUW.

Dans le calcul classique de $\frac{C}{c}$ par la méthode dite de Clément et Desormes, on regarde comme négligeable la variation de volume de l'air du récipient, déterminée par l'ascension du liquide manométrique après la compression adiabatique; on tient compte néanmoins de la variation de pression correspondante. On commet ainsi une erreur systématique qui n'est pas toujours négligeable. Je vais montrer comment on peut la calculer.

Considérons le récipient de Clément et Desormes muni d'un manomètre à liquide plongeant dans une cuvette. Envisageons le gaz sous les trois états suivants : 1° au commencement; 2° à la fin de la compression adiabatique; 3° lorsque la température du gaz intérieur a repris sa valeur primitive. Désignons par p, v, t, la pression, le volume spécifique et la température du gaz intérieur, et affectons ces lettres des indices 1, 2, 3, suivant qu'elles se rapportent aux états 1, 2, 3.

En appliquant le théorème de Reech sous sa forme la plus générale on a :

$$\frac{C}{c} = \frac{p_2 - p_1}{p_3 - p_1} \cdot \frac{v_3 - v_1}{v_2 - v_1}. \tag{1}$$

Dans le calcul classique on pose :

$$(2) \qquad k = \frac{v_3 - v_1}{v_2 - v_1} = 1,$$

et on obtient :

$$(3) \qquad \frac{C}{c} = \frac{p_2 - p_1}{p_3 - p_1}.$$

Pour évaluer le terme correctif k, supposons la compression adiabatique infiniment petite (cas où la formule précédente s'applique rigoureusement), et appliquons les lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

Pour chaque transformation du gaz, on peut écrire :

$$(4) \qquad pdv + vdp = \mathrm{R}dt,$$

R étant une constante ; dp, dv, dt, les variations de p, v, t.

Appliquons l'équation aux trois transformations suivantes : le gaz passe : 1° de l'état 1 à l'état 2 ; 2° de l'état 2 à l'état 3 ; 3° de l'état 3 à l'état 1. En tenant compte de l'égalité $t_1 = t_3$, les transformations 1, 2, 3 donnent :

$$\begin{array}{ll} (5) & p\,(v_2 - v_1) + v\,(p_2 - p_1) = \mathrm{R}\,(t_2 - t_1) \\ (6) & p\,(v_2 - v_1) + v\,(p_3 - p_2) = \mathrm{R}\,(t_2 - t_2) \\ (7) & p\,(v_1 - v_3) + v\,(p_1 - p_3) = 0 \end{array}$$

d'où l'on tire :

$$k = \frac{1}{1 + \frac{p}{p_1 - p_3}\,\frac{v_2 - v_3}{v}};$$

et :

$$\frac{C}{c} = \frac{p_2 - p_1}{p_2 - p_3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{p}{p_1 - p_3}\,\frac{v_2 - v_3}{v}}.$$

Le facteur correctif k est toujours supérieur à l'unité et il est donné en fonction de grandeurs directement mesurables sur l'appareil. Si on prend comme unité de masse la masse de gaz qui est renfermée dans l'appareil à la fin de la transformation adiabatique, v est le volume du récipient et du tube manométrique, $v_2 - v_3$ est la variation de volume due à l'ascension du liquide après la transformation adiabatique. Si dans les états 1 et 2 le liquide manométrique monte respectivement à des hauteurs h et h' au-dessus du niveau de la surface libre dans la cuvette, si dans l'état (2) le gaz intérieur est à la pression atmosphérique mesurée par une colonne du liquide manométrique de hauteur H, si U est la section du tube, en prenant pour le rapport $\frac{h}{h - h'}$ la valeur 1,4, donnée par l'expérience, on a

$$\frac{C}{c} = \frac{h}{h - h'} \quad \frac{1}{1 - 0{,}4\,\frac{Hu}{v}}.$$

Avec un manomètre à huile de $\frac{1}{2}$ centimètre carré de section et un récipient de 20 litres, quand le calcul classique donne :

$$\frac{C}{c}\frac{h}{h - h'} = 1{,}4,$$

le calcul précédent fournit 1,414 ; la correction est 0,014.

Quand le manomètre est un tube en U, la correction est deux fois plus petite. Dans certaines expériences de Cazin où la pression est de 8 à 9 atmosphères, la correction peut atteindre 5 à 6 centièmes.

Cette correction est négligeable dans les expériences de M. Röntgen et n'intervient pas dans la méthode de M. Maneuvrier.

Conclusion. — La loi de Mariotte n'intervenant dans le calcul précédent que pour évaluer le facteur correctif, la méthode dite de Clément et Desormes peut donner des résultats précis pour tous les gaz, sans qu'il soit nécessaire de connaître leur loi de compression isothermique, pourvu qu'on évalue avec précision la pression finale dans l'opération adiabatique.