



Détermination du rapport C/c des deux chaleurs spécifiques des gaz

Em. Paquet

► To cite this version:

Em. Paquet. Détermination du rapport C/c des deux chaleurs spécifiques des gaz. J. Phys. Theor. Appl., 1885, 4 (1), pp.30-35. 10.1051/jphystap:01885004003001 . jpa-00238376

HAL Id: jpa-00238376

<https://hal.science/jpa-00238376>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DÉTERMINATION DU RAPPORT $\frac{C}{c}$ DES DEUX CHALEURS SPÉCIFIQUES DES GAZ;

PAR M. EM. PAQUET.

Le rapport $\frac{C}{c}$ de la chaleur spécifique sous pression constante et de la chaleur spécifique à volume constant a été déterminé par deux méthodes principales : 1° par la méthode de Laplace, qui a déduit la valeur de ce rapport des résultats d'une expérience ancienne faite par Clément et Desormes; 2° par une méthode fondée sur la mesure de la vitesse du son et l'emploi de la formule de Newton corrigée par Laplace. Cette dernière a l'inconvénient de ne conduire que par une voie très indirecte à la valeur du rapport $\frac{C}{c}$, qui est une des données les plus importantes de la Physique

et qu'il y a intérêt, par suite, à déterminer par un moyen moins détourné.

La méthode de Clément et Desormes est plus directe. Néanmoins, quoique bonne en principe, elle n'a guère donné avec les appareils employés jusqu'ici que des résultats peu concordants.

Elle présente, en effet, plusieurs causes d'erreurs :

1° La principale a été signalée par M. Cazin : l'arrivée de l'air extérieur dans le ballon y détermine un mouvement oscillatoire, de sorte que la masse gazeuse emprisonnée dans l'appareil dépend de l'instant fortuit où l'opérateur a fermé le robinet ; elle est donc généralement plus grande ou plus petite que celle que suppose la théorie. M. Röntgen n'a d'ailleurs fait qu'atténuer cette cause d'inexactitude en ne produisant dans le ballon que des raréfactions très faibles.

2° L'air qui arrive de l'atmosphère est humide, et il n'y a pas lieu de recourir à l'emploi de tubes desséchants, qui diminueraient la rapidité de la compression.

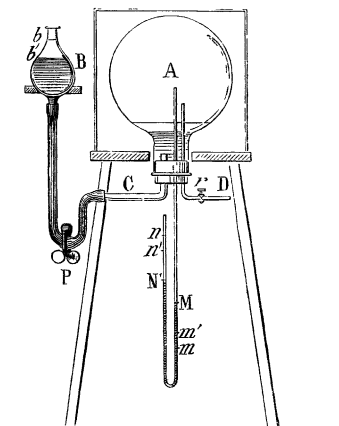
3° Une partie de la chaleur dégagée par la compression est absorbée immédiatement par les parois du ballon.

La disposition expérimentale suivante, que j'ai employée, élimine en partie les influences perturbatrices qui viennent d'être rappelées.

L'appareil est très simple. Le gaz sur lequel on opère est contenu dans un gros ballon de verre renversé A, placé dans une caisse que l'on achève de remplir avec des matières mauvaises conductrices, sciure de bois ou autre, destinées à maintenir l'invariabilité de la température pendant la durée de chaque expérience. La compression est produite par l'arrivée d'une masse de mercure venant d'un réservoir B qu'on peut fixer à diverses hauteurs (on peut se servir pour cela du ballon mobile et du mécanisme de la machine pneumatique de M. Alvergnyat). Le mercure est amené du réservoir B au ballon A au moyen d'un raccord de caoutchouc et d'un tube C de *gros calibre*, qui traverse le bouchon du ballon ; un robinet dont est pourvu le vase B, ou plus simplement une pince P dans laquelle s'engage le tube de caoutchouc, permet d'établir l'écoulement du mercure et de l'arrêter à volonté. Le gaz à comprimer est

d'ailleurs séparé du mercure par une couche d'acide sulfurique, qui ne transmet pas la chaleur. Un tube de verre étroit D, à robinet, sert soit à introduire dans le ballon le gaz sur lequel on veut opérer et l'acide sulfurique qui doit le séparer du mercure, soit à régler la pression initiale dans l'appareil. Les variations de pression sont mesurées par un manomètre à acide sulfurique ou même à eau.

L'expérience se fait ainsi : le robinet *r* étant ouvert, on fait arriver dans le ballon une certaine quantité de mercure au moyen du



tube C; puis, une fois pour toutes, de l'acide sulfurique par le tube D. Si l'on veut étudier un autre gaz que l'air, on l'introduit alors dans le ballon qu'on fait traverser par un courant prolongé entrant par le tube D et sortant par le tube manométrique MN, où l'on ne met de l'eau que lorsque tout l'air du ballon a été entraîné et qu'on a reconnu que le gaz sort pur. Après quoi, on règle la pression initiale en soulevant ou abaissant le réservoir B, et remettant la pince en P. Soit *H* cette pression initiale, qui peut être plus grande ou plus petite que la pression atmosphérique; comme on n'a besoin de connaître que les *variations de pression*, il suffit de noter la position M et N des extrémités de la colonne manométrique lorsqu'elle est devenue stationnaire.

Ces opérations préliminaires effectuées, le réservoir B ayant été fixé à l'avance à une hauteur suffisante, on laisse arriver du mer-

cure dans le ballon en enlevant la pince P, qu'on replace ensuite, ce qui empêche toute oscillation des liquides intérieurs. Le gaz se comprime et s'échauffe; soit h l'accroissement de pression (représenté par le déplacement Mm ou Nn , ou mieux par $Mm + Nn$); la pression est donc alors $H + h$. Le gaz se refroidissant ensuite en conservant un volume qu'on peut considérer comme invariable, sa force élastique diminue, et, quand la colonne manométrique est devenue stationnaire, on évalue le nouvel excès de pression h' : la pression intérieure est alors $H + h'$.

On obtient par un calcul bien connu la relation

$$\frac{C}{c} = \frac{h}{h'} \quad (1).$$

(1) En désignant par V le volume du gaz et par t sa température, quand il est soumis à la pression initiale H , par v la réduction de volume et par x l'élévation de température qu'il a éprouvée par la compression, on aura les deux équations suivantes, en appliquant la formule $\frac{VP}{1 + \alpha t} = \text{const.}$ à la masse gazeuse considérée dans ses trois états,

$$\frac{VH}{1 + \alpha t} = \frac{(V - v)(H + h)}{1 + \alpha(t + x)} = \frac{(V - v)(H + h')}{1 + \alpha t},$$

qui déterminent la valeur x de l'élévation de température et celle de la compression $\frac{v}{V}$ qui l'a produite.

De l'équation

$$\frac{(V - v)(H + h)}{1 + \alpha(t + x)} = \frac{(V - v)(H + h')}{1 + \alpha t}$$

on tire immédiatement

$$x = \frac{h - h'}{H + h'} \frac{1 + \alpha t}{\alpha}.$$

L'équation

$$\frac{VH}{1 + \alpha t} = \frac{(V - v)(H + h')}{1 + \alpha t}$$

donne

$$\frac{v}{V} = \frac{h'}{H + h'}.$$

Or, Laplace a établi la relation connue $\frac{C}{c} = 1 + \theta$, où θ est l'élévation de température produite par une compression $\frac{\alpha}{1 + \alpha t}$. L'expression précédente fournit

Ainsi le rapport $\frac{C}{c}$ est égal au rapport des accroissements de pression h et h' .

Puisqu'on n'a pas besoin des valeurs absolues de h ni de h' , il est avantageux d'employer un manomètre incliné : les déplacements Mm et Mm' qui représentent h et h' sont en effet d'autant plus grands, toutes choses égales, que l'inclinaison du tube manométrique est plus grande.

L'appareil se prête commodément à une expérience inverse, dans laquelle le gaz est soumis à une détente qui le refroidit. Pour cela on opère de la manière suivante : dans la première expérience, le réservoir B était placé au-dessus du niveau en A, et la compression était produite par l'écoulement du mercure allant de B en A ; dans la seconde, après avoir amené B au-dessous de A, on laisse écouler le mercure de A vers B, ce qui produit une raréfaction dans le ballon. En désignant par h_1 et h'_1 les quantités correspondant à h et h' , et tenant compte des signes, on trouve encore

$$\frac{C}{c} = \frac{h_1}{h'_1}.$$

Cette méthode présente l'avantage capital de supprimer l'incertitude signalée par M. Cazin. La disposition employée, grâce à laquelle on peut opérer sur une masse gazeuse invariable et toujours absolument sèche, élimine en outre la cause d'erreur due à l'humidité de l'air extérieur qui pénètre dans le ballon de Clément et Desormes. Il reste, il est vrai, l'influence des parois du ballon, qu'il est impossible d'empêcher, mais on diminue cette cause d'erreur en employant des vases de grande capacité, que la disposition adoptée permet d'ailleurs d'enduire d'une couche d'acide sulfu-

l'élévation de température α correspondant à une compression $\frac{V}{V'}$. En écrivant que les petites compressions sont proportionnelles aux élévations de température qu'elles produisent, on obtient

$$\theta = \frac{h - h'}{h'};$$

par suite,

$$\frac{C}{c} = \frac{h}{h'}.$$

rique, liquide dont la mauvaise conductibilité rend négligeables les échanges de chaleur entre le gaz et son enveloppe.

Les quelques expériences que j'ai pu faire jusqu'ici dans le simple but d'éprouver la méthode que je viens de faire connaître m'ont donné chaque fois des résultats conformes à ceux qu'on déduit de la vitesse du son. Voici les résultats numériques de la première expérience double faite sur l'air; les variations de pression h , h' , h_1 , h'_1 sont évaluées en unités arbitraires (centimètres du manomètre incliné) :

Première expérience, com-

pression..... $h = 19,8$; $h' = 14,2$; $\frac{h}{h'} = 1,3944$

Deuxième expérience, dé-

tente..... $h_1 = 17,50$; $h'_1 = 12,4$; $\frac{h_1}{h'_1} = 1,4112$

Valeur moyenne..... $\frac{C}{c} = 1,4038$.

Cette méthode permet d'ailleurs de varier les pressions initiales tout en ne produisant dans le gaz sur lequel on expérimente que des compressions ou raréfactions toujours assez petites pour qu'on puisse admettre qu'elles sont proportionnelles aux variations de températures correspondantes. C'est avec l'appareil précédemment décrit et avec un autre un peu différent, permettant d'opérer entre des limites plus étendues, que je me propose d'étudier l'influence de la pression et de la température sur la valeur du rapport $\frac{C}{c}$ relatif aux divers gaz, et de vérifier l'invariabilité qu'on a été conduit à lui attribuer.
