

C_p/C_v

0'30" → 2'50"

Le rapport C_p/C_v permet de résoudre différentes situations thermodynamique, notamment la détente adiabatique d'un gaz parfait qui est présente dans de nombreux cycles de moteur. Nous avons mesuré ce rapport pour l'air, l'argon et le dioxyde de carbone.

Description de l'expérience

Pour l'air, on utilise le dispositif de Rüchardt qui permet de mesurer la période des oscillations amorties d'une bille. Un tube vertical dans lequel la bille peut se déplacer communique avec un récipient d'air. La vanne est tout d'abord ouverte pour mettre le récipient à pression atmosphérique puis refermée. La bille est libérée et va alors se mettre à faire des oscillations amorties suite à la compression du volume d'air se trouvant dans le récipient.

Pour l'argon et le dioxyde de carbone on utilise le dispositif de Hafner et Duthie qui permet d'avoir des oscillations forcées. Un récipient rempli de gaz communique avec un tube vertical dans lequel un piston est libre de bouger. Sous la pression du gaz le piston va monter dans le tube. A mi-hauteur se trouve un orifice par lequel le gaz se trouvant en dessous du piston va pouvoir s'échapper. La pression va alors diminuer et le mobile redescendre.

Dans les deux cas la mesure de la période permet de calculer c_p/c_v .

Nombre de degrés de libertés d'une molécule de gaz parfait et calcul de la valeur théorique de $\gamma = C_p/C_v$

Voici la relation qui permet de calculer la valeur théorique de C_p/C_v . κ étant le nombre de degrés de liberté de la molécule de gaz multiplié par $\frac{1}{2}$.

Dans le cas du gaz monoatomique, la molécule possède 3 degrés de liberté: la position donc $\kappa = 3/2$ et $\gamma = 1.67$

Dans le cas du gaz diatomique, la molécule possède 5 degrés de liberté: la position et l'orientation donc $\kappa = 5/2$ et $\gamma = 1.40$.

Dans le cas du gaz triatomique ou plus, la molécule possède 6 degrés car il y a en plus sa rotation propre donc $\kappa = 3$ et $\gamma = 1.33$.

Résultats

Voici la formule qui permet d'obtenir la valeur expérimentale de C_p/C_v .
 Nous avons obtenus $\gamma_{\text{Air}} = 1.26$ $\gamma_{\text{CO}_2} = 1.14$, $\gamma_{\text{Ar}} = 1.47$
 On constate que les valeurs expérimentales sont plus petites que les valeurs théoriques.

Cycle de Stirling

5'10" → 7'45"

Le moteur de Stirling possède de nombreux avantages. Il peut fonctionner à l'aide de n'importe quelle source de chaleur (combustion chimique, effet Joule...), son fonctionnement est silencieux et son rendement est relativement bon comparé aux autres moteurs thermiques.

Montage

La source chaude est constituée d'une résistance parcourue d'un courant et la source froide d'un circuit d'eau. Un dispositif muni d'un rayon laser permet de tracer un diagramme pression-volume sur un écran. Le travail fourni par le moteur s'obtient en mesurant l'aire formée par le cycle sur le diagramme. Pour mesurer la puissance fournie à l'eau, il faut mesurer la température à l'entrée et à la sortie ainsi que le débit. Une autre méthode pour calculer la puissance fournie par le moteur consiste à freiner le moteur à l'aide d'un moment provenant d'une masse fixée au bout d'une tige reliée à un dispositif de serrage.

Résultats

La puissance que nous avons obtenue d'après le diagramme relevé est de 53.7 W et ceci donne un rendement de 22%.

Une autre méthode pour obtenir la puissance est de faire le bilan des puissances entrantes et sortantes du système. La puissance obtenue est 147.5W.

La troisième méthode est celle du freinage et la puissance est donnée par la formule suivante. On obtient une puissance moyenne de 6.9W.

Machine frigorifique

Finalement on peut utiliser le moteur de Stirling comme machine frigorifique en reliant l'arbre moteur à un moteur électrique par une courroie. Le sens de rotation doit être le même que dans l'utilisation comme moteur. Pour connaître la chaleur évacuée par la machine frigorifique, on produit de la chaleur à l'aide d'une résistance de sorte qu'il y ait un équilibre thermique. Ainsi la chaleur évacuée est la même que celle produite par la résistance. La tension et le courant mesurés au moteur et à la résistance permettent de connaître la puissance fournie et la puissance utile et ainsi de calculer le rendement par la relation suivante:

On obtient que le rendement moyen est de 10%.

Conclusion

9'45" → 10'00"

Ces trois expériences nous ont permis de mettre en évidence les principaux phénomènes thermodynamiques des machines thermiques. C'est un point fondamental car la thermodynamique s'est développée pour les décrire et les optimiser. L'expérience nous a également montré que la théorie utilisée modélise bien les phénomènes observés