

TP 01 Mesure du coefficient $\gamma=C_P/C_V$ de l'air

BUT DU TP

Le but est de déterminer la valeur du coefficient $\gamma=C_P/C_V$ (« gamma ») de l'air par la méthode de Clément-Desormes.

INTRODUCTION

Le coefficient γ permet notamment de caractériser le comportement des gaz parfaits (coefficients calorimétriques) et de modéliser les évolutions isentropiques (adiabatiques réversibles) du gaz dans les machines thermiques ou les tuyères. Il est également nécessaire pour déterminer la vitesse de propagation du son dans un gaz. Lors des deux expériences, le gaz étudié sera de l'air considéré comme étant un gaz parfait diatomique. On rappelle la définition de γ :

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

Avec C_P et C_V les capacités thermiques à pression et volume constants respectivement. Le coefficient vaut 7/5 dans le cas d'un gaz parfait diatomique.

METHODE DE CLEMENT-DESORMES

Cette expérience repose sur le principe de la compression et de la détente de l'air dans une enceinte à volume constant, avec ou sans échanges de chaleur avec l'extérieur.

Pour réaliser l'expérience, on dispose Un grand récipient, d'une dizaine de litres, est rempli d'air à la pression atmosphérique p_o . Il est muni d'un manomètre à eau, d'une poire P et d'une valve.

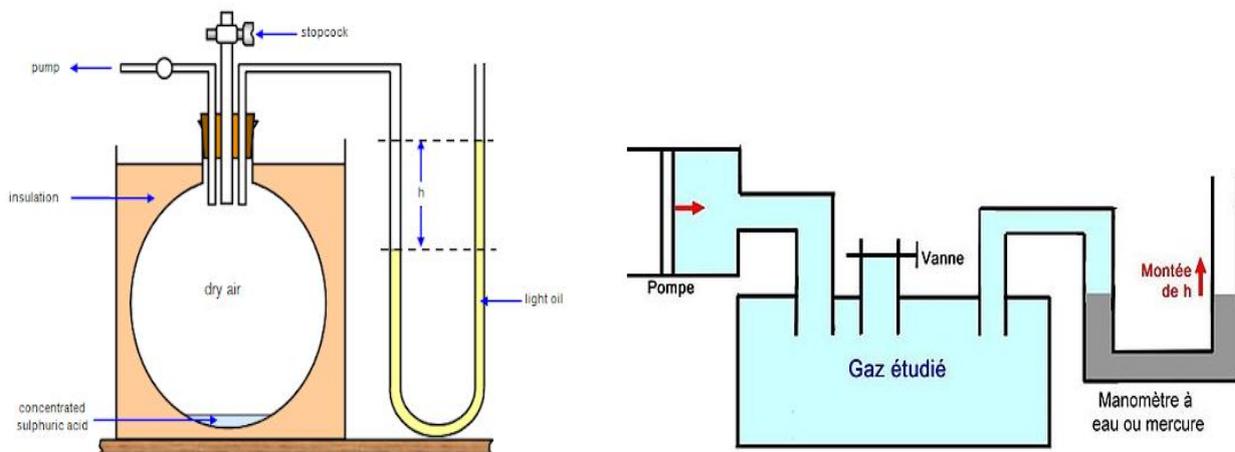
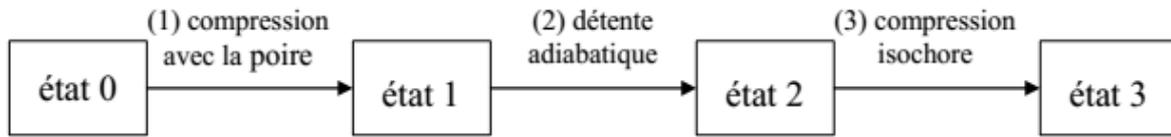


Figure 1 : Expérience de Clément-Desormes.

La manipulation se décompose en trois parties :



L'étape (1) correspond à une compression dans le récipient à l'aide la poire. Pour cela, il faut tourner le robinet pour mettre en communication le récipient et la poire. Comprimer ensuite l'air par quelques pressions sur la poire. Isoler le récipient en tournant le robinet. 2 à 3 minutes sont alors nécessaires pour que l'équilibre de température soit établi. Vous venez de réaliser une compression, qui se traduit par une différence de hauteur d'eau, notée h_1 , sur le manomètre en U. h_1 est la différence de niveau entre les deux branches du tube en U. Le gaz se trouve alors dans l'état 1 caractérisé par :

- Une pression absolue $P_1 = P_0 + \rho g h_1$
- Une température T_1 égale à la température ambiante T_{amb} et un volume V_1 .

L'étape (2) est une détente adiabatique. Ouvrir la soupape, le mouvement doit être suffisamment rapide pour qu'aucun échange de chaleur ne s'effectue avec l'extérieur. Le gaz est alors dans l'état 2 caractérisé par :

- Une pression absolue P_2 égale à la pression atmosphérique P_{atm} ;
- Une température $T_2 < T_1$ et un volume $V_2 > V_1$

La dernière étape (n°3) est une compression isochore. Cette étape ne demande aucune intervention. Les échanges de chaleur à travers les parois conduisent à un réchauffement du gaz jusqu'à la température ambiante. Suite à cet échauffement, la pression dans le récipient s'élève. 2 à 3 minutes sont nécessaires après l'étape (2) pour atteindre un état d'équilibre. Cette compression se traduit par une différence de niveau entre les deux branches du tube en U, notée h_2 . L'état 3 est caractérisé par :

- Une pression absolue $P_3 = P_0 + \rho g h_2$;
- Une température $T_3 = T_{amb} = T_1$;
- Un volume $V_3 = V_2$.

Questions

- Tracer le cycle décrit dans un diagramme de Clapeyron (P, V) ?

Montrer que : $\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$,

on utilisant la loi de Laplace: $PV^\gamma = \text{Cst}$ et l'approximation : Si $x \ll 1$, $\ln(1-x) \approx -x$

Manipulations :

- Effectuer la manipulation (états 0 à 3) environ 8 fois. Consigner les hauteurs h_1 et h_2 dans un tableau et calculer pour chaque expérience la valeur de γ obtenue.

h_1								
h_2								
γ								
$\Delta\gamma$								

- Conserver les trois meilleures mesures pour calculer la valeur moyenne de γ .
- Comparer votre résultat à la valeur théoriquement admise pour un gaz parfait diatomique : $\gamma_{th} = 1,40$.
- Essayer d'expliquer la différence trouvée.
- A votre avis, la manipulation présente-t-elle une (ou des) erreur systématique ?
- Conclusion