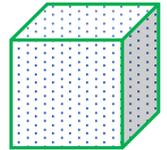


Réchauffons-nous !!

Voici un petit point pour clarifier certaines notations rencontrées en Thermodynamique pour la chaleur apportée à un gaz pour le réchauffer. Remarque : au moment où j'écris ces lignes, il fait 2 °C dehors !

Situation :

On étudie un système physique constitué par un certain volume V de gaz enfermé dans une boîte hermétique. Dans cette boîte, il y a donc un certain nombre n de moles de ce gaz, ou bien encore une certaine masse m de ce gaz.



On suppose que ce volume de gaz est à la température $T_1 = 2\text{ °C}$. On souhaite calculer la quantité d'énergie Q à lui fournir sous forme de chaleur pour le faire passer à la température plus sympathique $T_2 = 20\text{ °C}$.

Rappel : l'énergie interne U d'un gaz est égale à la somme des énergies cinétiques des molécules de ce gaz. Comme la température est un coefficient lié à la distribution des vitesses des molécules d'un gaz, il est logique de voir la variation élémentaire de U liée à celle de T . La formule est, lorsque le volume reste constant : $dU = C_v dT$.

Le premier principe de la thermodynamique donne la variation de U entre deux états de notre système : $\Delta U = Q + W$. Dans cette relation, Q est la chaleur échangée et W est le travail des forces de pression. Comme le volume reste identique, $W = 0$. On peut alors dire que : $Q = \Delta U = C_v \Delta T = C_v(T_2 - T_1)$.

$Q = C_v \Delta T$ est une formule simple, mais que représente le coefficient C_v ?

C_v = quantité d'énergie nécessaire pour augmenter la température du système étudié de 1 degré lorsque son volume reste constant : « Capacité thermique à volume constant ».

Comme C_v dépend fortement de la quantité de gaz dans la boîte, on utilise souvent une autre constante liée à une quantité fixée de matière. Ainsi, pour 1 mole de gaz, on utilisera la notation c_v avec un c minuscule.

Notez bien : C_v est en $J \cdot K^{-1}$ alors que c_v est en $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

On a alors la relation : $C_v = n c_v$ avec n = nombre de mole de gaz dans le volume V .

Côté pratique : pour mesurer la valeur de c_v pour l'air, il « suffit » d'enfermer 1 mole d'air et de mesurer la quantité d'énergie à apporter pour augmenter sa température de 1 degré.

Côté théorique : la « thermodynamique statistique » permet de calculer c_v théoriquement.

De même, on peut chauffer une quantité donnée de gaz en maintenant sa pression constante (en modifiant son volume cette fois). L'augmentation de 1 degré de sa température est alors liée à une quantité de chaleur liée à un autre coefficient noté C_p .

Il existe des relations entre les coefficients C_p et C_v qu'il est bon de connaître...

Relation de Mayer : $C_p - C_v = n R$ avec $R = 8,315 J.mol^{-1}.K^{-1}$.

Remarque en passant : comme on en déduit $C_p > C_v$, on peut dire qu'il est plus « facile » de réchauffer un gaz de 1 degré en maintenant son volume constant plutôt qu'en maintenant sa pression constante !

On a aussi les relations : $C_v = \frac{nR}{\gamma-1}$ avec $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ ($\gamma = 1,4$ pour l'air sec à 20 °C).

Remarque : l'air sec contient aussi du CO_2 qui n'est pas un gaz diatomique ! Mais bon, on peut le considérer comme un gaz diatomique en première approche dans les exercices de base...

Bon, j'espère avoir clarifié certaines notations et certaines idées avec ces quelques notes...

Pour finir, on peut calculer la quantité Q d'énergie à apporter à 0,3 mole d'air (emprisonné dans la boîte déjà présentée) pour que sa température passe de 2 à 20 degrés.

$$Q = C_v \Delta T = \frac{0,3 \times 8,315}{1,4 - 1} (20 - 2) = 112,3 J$$

Julius Robert von Mayer (1814 - 1878) est l'un des pionniers de la thermodynamique. Médecin et physicien, cet esprit brillant sera peu aidé par les circonstances de sa vie. Ses deux enfants meurent en bas âge ; certains scientifiques attaquent ses idées par manque de présentation scientifique.

