

1 Coefficients pour le gaz parfait

1. Calculez les coefficients de dilatation et de compressibilité α et κ d'un gaz parfait (dont vous connaissez l'équation d'état).
 2. Connaissant l'entropie d'un gaz parfait : $S = S_0 + C_V \ln(PV^\gamma)$, déterminez les coefficients de dilatation et de compressibilité α_S et κ_S , ainsi que la chaleur spécifique à pression constante.
-

2 Égalités de Maxwell

1. Écrivez les égalités de Maxwell que l'on peut tirer de U , $U - TS$, $U + PV$ et $U + PV - TS$.
 2. Sans regarder vos résultats précédents, déterminez quelle fonction d'état on doit utiliser pour trouver une équation de Maxwell faisant intervenir $(\frac{\partial S}{\partial V})_T$. Même question pour $(\frac{\partial S}{\partial P})_T$.
 3. Saurez vous trouver une relation entre $(\frac{\partial P}{\partial S})_T$ et α ?
-

3 Bloc de cuivre

On augmente la pression d'un bloc de cuivre de 500g de 0 à 5000 atmosphères en gardant sa température constante à 100°K (mais comment réaliser ceci expérimentalement?). On observe que la densité, la compressibilité isotherme et le coefficient de dilatation et la chaleur spécifique à pression constante sont à peu près constant lors de cette expérience, et valent : $\rho = 9.1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\kappa = 0,73 \cdot 10^{-6} \text{ atm}^{-1}$, $\alpha = 31,5 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^{-1}$ et $c_P = 253 \text{ J/kg/deg}$.

1. Écrivez la différentielle de S par rapport à T et P , et calculez la chaleur échangée lors du processus (vous devrez utiliser une identité de Maxwell).
 2. Écrivez la différentielle de V par rapport à T et P et calculez le travail échangé lors du processus.
 3. Quelle est la variation d'énergie interne?
 4. Si l'on fait maintenant cette transformation adiabatiquement, quelle est la variation de température? Pour répondre à cette question, utilisez la différentielle de S par rapport à P et T que vous avez utilisé au numéro 1.
-

4 Équation d'état

On a mesuré la compressibilité isotherme κ et le coefficient de dilatation α pour un gaz. Ces coefficients suivent approximativement les lois :

$$\alpha = \frac{R}{RT + bP}$$
$$\kappa = \frac{RT/P}{RT + bP}$$

Trouvez l'équation d'état de ce gaz. Pour fixer votre constante d'intégration, prenez la limite de très faible pression (grande dilution), où l'approximation du gaz parfait devient valable.

5 Encore des dérivées partielles

Considérons un système dont l'état peut être caractérisé par quatre variables d'état que l'on appelle A , B , C et D , et dont deux seulement sont indépendantes. Dans nos applications suivantes, les quatre variables seront S , V , P et T .

1. Écrivez les différentielles exactes de A par rapport à B et C , de A par rapport à C et D et de B par rapport à C et D .

2. Reportez la différentielle de B dans la première différentielle de A , et comparez avec la seconde différentielle de A . Vous pouvez en déduire deux égalités entre dérivées partielles.

3. Considérons les capacités calorifiques à pression et à volume constant. Comment feriez-vous pour mesurer ces quantités expérimentalement ? Comment peut-on exprimer ces quantités sous forme de dérivées partielles ?

4. En utilisant une des deux égalités entre dérivées partielles trouvées précédemment, et en utilisant une égalité de Maxwell, trouvez une expression de $C_P - C_V$ en fonction de α , κ , T et V .

5. Considérons les compressibilités adiabatiques et isothermes κ_S et κ . Comment vous y prendriez-vous pour mesurer expérimentalement ces quantités ? Comment peut-on exprimer ces quantités en terme de dérivées partielles ?

6. En utilisant les égalités entre dérivées partielles trouvées précédemment, trouvez une expression reliant C_P , C_V , κ et κ_S .