

Conseils généraux de début de partiel : Réfléchissez avant de commencer à calculer, et vérifiez **tous** vos calculs (sont-ils raisonnables, les unités sont-elles cohérentes)... Si vous faites preuve d'esprit critique face à un résultat faux, je serai indulgent.

1 Questions de cours

1. Quelle est la capacité calorifique de 100 grammes d'eau à pression et température ambiante ?
 2. Si l'on fait tomber une pierre de 1 kg de 10 mètres, quelle est l'énergie mise en jeu ? (accélération gravitationnelle $g = 10 \text{ m s}^{-2}$).
 3. Si toute cette énergie est transmise à l'eau sous forme de chaleur, quelle est l'élévation de température ?
-

2 Positivité de la chaleur spécifique

On se propose de montrer dans cet exercice que la chaleur spécifique à volume constant est toujours positive.

1. Considérons la différentielle de l'énergie interne par rapport à T et V :

$$dU = AdT + BdV$$

Pour exprimer A et B en fonction de α , κ et C_V :

- a) écrivez la différentielle de U en fonction de dS et dV ;
- b) remplacez le dS par une expression faisant intervenir dT et dV ;
- c) utilisez les égalités de Maxwell et les égalités sur les dérivées partielles pour exprimer A et B en fonction de α , κ et C_V .

2. Pour un gaz parfait, calculez B. Quelle est la conséquence de ce résultat ?
3. Considérons un système isolé thermiquement et mécaniquement (ça n'est pas forcément un gaz parfait). Que peut-on dire de l'énergie interne de ce système ?
4. On coupe notre système en deux sous-systèmes identiques Σ_1 et Σ_2 , **dont les volumes sont fixés**, mais qui peuvent échanger de l'énergie sous forme de chaleur. Reliez la variation d'énergie interne dU_1 de Σ_1 à la variation de température dT_1 . Même question pour Σ_2 . Exprimez $\frac{dT_2}{dT_1}$ en fonction de $C_V(T_1)$ et de $C_V(T_2)$. Remarquez que, par conséquent, dT_2 n'est pas indépendant de dT_1 . Autrement dit, si l'on connaît $C_V(T)$, on peut en principe trouver la fonction $T_2(T_1)$.
5. Calculez la variation d'entropie dS_1 et dS_2 de Σ_1 et Σ_2 lors de cette transformation. Quelle est la variation d'entropie de l'univers ?
6. Quelle contrainte sur l'entropie nous donne le second principe de la thermodynamique lorsqu'on se trouve à l'équilibre ? Que peut-on en déduire sur $\frac{dS}{dT_1}$? sur $\frac{d^2S}{dT_1^2}$?
7. En utilisant les résultats des questions 4 et 5, calculez $\frac{dS}{dT_1}$. Déduisez-en à quelle condition sur T_1 et T_2 le système est à l'équilibre ? Interprétation ?
8. En partant de votre expression pour $\frac{dS}{dT_1}$, calculez $\frac{d^2S}{dT_1^2}$, et évaluez cette expression à l'équilibre. Que peut-on conclure sur C_V ?