

PCSI Physique - Programme de colle 26

Semaine du 5 au 9 mai 2024.

Chapitre T_3 : Premier principe de la thermodynamique

- Vocabulaire des transformations thermodynamiques. Thermostats et barostats.
- Transformations quasi-statiques : exemple du piston comprimé petit à petit.
- Réversibilité et irréversibilité (sans aucune référence à l'entropie).
- Energie totale, énergie interne, travail et transfert thermique (chaleur).
- Premier principe de la thermodynamique. *La formulation différentielle n'est pas au sens strict du terme au programme, mais elle a été vue par les étudiants.*
- Fonctions d'état *versus* quantités échangées : importance de la distinction. Notations $d - \delta - \Delta$. Chemins thermodynamiques.
- Travaux des forces de pression : calcul dans le cas des transformations isochore, monobare, quasi-statique. Cas de la compression quasi-statique et isotherme d'un gaz parfait.
- Diagrammes de Watt et de Clapeyron. Lecture du travail comme l'aire sous la courbe, et donc l'aire enfermée dans le cycle pour une transformation cyclique.
- Autres travaux : travail électrique, travail d'une force.
- Transferts thermiques : modes de transfert thermique, difficulté du calcul de Q . Transformations adiabatiques : différence avec les transformations isothermes. Calcul de Q à partir du premier principe de la thermodynamique pour un cycle.
- Détente de Joule et Gay-Lussac du gaz parfait.
- Enthalpie : définition, intérêt, interprétation physique. Capacité thermique isobare.
- Relation de Mayer et coefficient adiabatique γ . Enthalpie et capacité thermique isobare du gaz parfait.
- Egalité de C_V et C_P pour une phase condensée incompressible et indilatable.
- Calorimétrie.

Questions de cours potentielles :

- Donner trois définitions du chapitre : transformations isotherme, monotherme, isobare, ...au choix du colleur !
- Enoncer *rigoureusement* le premier principe de la thermodynamique.
- Montrer, en raisonnant sur un piston, que le travail des forces de pression s'écrit $\delta W = -P_{\text{ext}} dV$, et donner son expression pour une transformation isochore et une transformation monobare. (dev 1 et 2)
- Calculer le travail des forces de pression pour une compression isotherme et quasi-statique d'un gaz parfait (dev 3)
- Définir les trois modes de transfert thermique, et exprimer Q dans le cas d'une transformation adiabatique et d'une transformation cyclique. (dev 4)
- Montrer que la détente de Joule et Gay-Lussac est isotherme si le gaz est parfait. (dev 5)
- Calculer l'enthalpie $H(T)$ pour un gaz parfait monoatomique ou diatomique (dev 7 et 9), et démontrer que $C_P - C_V = nR$. Puis exprimer $C_{P,m}$ et $C_{V,m}$ en fonction de R et $\gamma = C_P/C_V$.

Chapitre T_4 - Second principe de la thermodynamique

- Limites du premier principe : différence entre W et Q , irréversibilité de certaines transformations.
- Second principe de la thermodynamique. *Enoncé différentiel hors programme.*
- Interprétation physique de l'entropie comme le "désordre" (en fait, la méconnaissance à l'échelle microscopique) du système. Interprétation des termes d'échange et de création.
- Causes de l'irréversibilité.
- Bilans d'entropie : transformations adiabatiques et réversibles. Expressions de ΔS pour une phase condensée et pour un gaz parfait. **Les expressions ne sont pas à connaître, ni à démontrer. En particulier, aucun calcul impliquant l'identité $dU = T dS - P dV$ ne peut être exigé.**
- Applications : sens du transfert thermique spontané entre deux thermostats. Détente de Joule et Gay-Lussac. Détente isotherme et quasi-statique.
- Lois de Laplace.
- Interprétation statistique de l'entropie. Hypothèse microcanonique, formule de Boltzmann. Calcul statistique de la variation d'entropie du gaz lors d'une détente de Joule et Gay-Lussac, et coïncidence entre les deux définitions de l'entropie.

Questions de cours potentielles :

- On considère deux solides de température T_1 et T_2 en contact. En étudiant le système constitué par ces deux thermostats lors d'une transformation pendant un temps court, calculer ΔS si $T_{1,f} = T_{1,i} + \delta T$. Dans quel sens s'effectue spontanément le transfert thermique ? On donne, pour une phase condensée, $\Delta S = C \ln \frac{T_f}{T_i}$. (App 2).
- Calculer la variation d'entropie du gaz lors de la détente de Joule et Gay-Lussac, et en déduire l'entropie créée. La détente est-elle réversible ? Pouvait-on anticiper ce résultat ?
- Une mole de dioxyde de carbone (modélisée comme un GP) subit une détente isotherme et quasi-statique de $V_i = 20$ L à $V_f = 50$ L. En appliquant les deux principes, calculer pour ce gaz ΔS , S_e et S_c . Si la transformation est irréversible, en expliquer la raison. (App 3).

Exercices

Exercices sur les chapitres T_3 et T_4 .