

Fiche : Thermodynamique : énergie interne et transferts thermiques

FICHE • P12 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- L'état d'un système est décrit par ses variables d'état P , V , T et n ; la température absolue s'exprime en kelvins : $T = \theta + 273,15$.
- Le gaz parfait est un modèle où les entités sont ponctuelles et sans interaction à distance ; il décrit bien les gaz réels à basse pression.
- L'équation d'état du gaz parfait s'écrit $P V = n R T$, en unités SI uniquement.
- L'énergie interne U est la somme des énergies cinétiques microscopiques et des énergies potentielles d'interaction des entités ; on n'en mesure que les variations.
- Le premier principe traduit la conservation de l'énergie : pour un système fermé au repos, $\Delta U = W + Q$, avec les énergies reçues comptées positivement.
- Le travail est un transfert d'énergie d'origine macroscopique (mécanique ou électrique) ; le transfert thermique est un transfert désordonné à l'échelle microscopique, dû à un écart de température.
- Pour un solide ou un liquide sans changement d'état, $\Delta U = m c \Delta T$; l'eau a une capacité thermique massique particulièrement élevée.
- Dans un calorimètre, système isolé, la somme des variations d'énergie interne de toutes les parties est nulle.
- Un transfert thermique va spontanément du corps chaud vers le corps froid et cesse à l'équilibre thermique.
- La conduction se fait de proche en proche sans déplacement de matière, la convection par un fluide en mouvement, le rayonnement par ondes électromagnétiques, même dans le vide.
- Le flux thermique à travers une paroi vaut $\Phi = \Delta T / R(\text{th})$; les résistances thermiques de parois successives s'ajoutent.
- Selon la loi de Newton, l'écart entre la température d'un système et celle du milieu décroît exponentiellement avec la constante de temps $\tau = C / (hS)$.



- La Terre absorbe en moyenne environ $238 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ du rayonnement solaire ; sans atmosphère, sa température d'équilibre serait d'environ 255 K.
- L'effet de serre est dû aux gaz qui absorbent l'infrarouge émis par la surface et en renvoient une partie vers le sol, d'où une température moyenne de surface d'environ 288 K.

Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unité	Condition de validité
Température absolue	$T = \theta + 273,15$	K	toujours
Gaz parfait	$P V = n R T$, $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	Pa, m^3 , mol, K	gaz à basse pression
Premier principe	$\Delta U = W + Q$	J	système fermé, au repos macroscopique
Système incompressible	$\Delta U = C \Delta T = m c \Delta T$	J	solide ou liquide, sans changement d'état
Changement d'état	$\Delta U = m L$	J	à température constante
Flux thermique	$\Phi = Q / \Delta t$	W	toujours
Résistance thermique	$\Phi = (T_1 - T_2) / R(\text{th})$; $R(\text{th}) = e / (\lambda S)$	$\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$	régime permanent, paroi plane
Loi de Newton	$\Phi = h S (T - T(\text{ext}))$	W	écart de température modéré, T uniforme
Évolution de T	$T(t) = T(\text{ext}) + (T_0 - T(\text{ext})) \exp(-t/\tau)$, $\tau = C / (hS)$	K ou $^{\circ}\text{C}$; s	thermostat à $T(\text{ext})$ constante
Stefan-Boltzmann (donnée)	$p = \sigma T^4$, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	corps noir

Pièges à éviter

- Utiliser des degrés Celsius dans $P V = n R T$ ou dans σT^4 : seul le kelvin convient.
- Oublier de convertir les litres en m^3 et les bars en Pa.

- Se tromper de signe : ce que le système cède est négatif.
- Confondre capacité thermique C ($\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$) et capacité thermique massique c ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).
- Additionner des conductivités au lieu des résistances thermiques pour des couches successives.
- Croire qu'au bout de τ l'équilibre est atteint : il reste 37 % de l'écart, l'équilibre est atteint vers 5τ .

Je me teste

1. Combien vaut 37°C en kelvins ? $\rightarrow 310,15\text{ K}$.
2. Quelles sont les deux hypothèses du gaz parfait ? $\rightarrow$ Entités ponctuelles et pas d'interaction à distance entre elles.
3. Que vaut le volume molaire d'un gaz parfait à 0°C sous $1,013\text{ bar}$? $\rightarrow 22,4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.
4. Écris le premier principe pour un système fermé au repos. $\rightarrow \Delta U = W + Q$.
5. Un système reçoit 200 J de travail et cède 50 J de chaleur : que vaut ΔU ? $\rightarrow +150\text{ J}$.
6. Quelle énergie faut-il pour chauffer $1,0\text{ kg}$ d'eau de 10 K ? $\rightarrow 4,18\times 10^4\text{ J}$.
7. Quel mode de transfert traverse le vide ? $\rightarrow$ Le rayonnement.
8. Comment se combinent deux résistances thermiques en série ? $\rightarrow$ Elles s'additionnent.
9. Quelle fraction de l'écart initial reste-t-il au bout de τ ? $\rightarrow$ Environ 37 %.
10. Pourquoi la surface terrestre est-elle à 288 K et non à 255 K ? $\rightarrow$ À cause de l'effet de serre, qui renvoie vers le sol une partie de l'infrarouge émis.