

TD n°20 : Premier Principe de la thermodynamique**Exercice 1 : Compression isotherme d'un gaz parfait.**

Une masse $m = 8,00$ g d'Argon assimilée à un gaz parfait monoatomique est comprimée de manière isotherme (à la température $T = 298$ K) et réversible. La pression du gaz passe de 1,0 bar à 10,0 bar.

1. Exprimer le travail W et le transfert thermique Q reçus par le gaz lors de cette compression. Discuter le signe de W .
2. Calculer le volume initial et le volume final.

Données : $M(\text{Ar}) = 40,0$ g . mol⁻¹.

Résultats : 1. $W = -nRT \ln(V_F/V_I) = -nRT \ln(P_F/P_I) > 0$; $\Delta U = 0$, soit $Q = -W$ 2. $V_F = 0,50$ L ; $V_I = 5,0$ L

Exercice 2 : Comparaison entre deux états.

On enferme dans une enceinte, de volume initial $V_A = 5,0$ L, $n = 0,50$ mol d'un gaz parfait diatomique initialement à la température $T_A = 287$ K. Au moyen d'un piston, on dilate le gaz de façon quasi-statique et mécaniquement réversible. Le volume final est $V_B = 20,0$ L et la température finale est $T_B = 350$ K. Pour aller de l'état d'équilibre initial A vers l'état d'équilibre final B deux séries de transformations différentes sont réalisées.

- Un chauffage isochore de 287 K à 350 K puis une détente isotherme à la température T_B .
- Une détente isotherme à la température T_A puis un chauffage isochore.

1. Représenter les deux évolutions dans un diagramme de Clapeyron.
2. Exprimer puis calculer le travail W_1 , le transfert thermique Q_1 et la variation d'énergie interne ΔU_1 lors de la première série de transformations.
3. Exprimer puis calculer le travail W_2 , le transfert thermique Q_2 et la variation d'énergie interne ΔU_2 lors de la seconde série de transformations.
4. Comparer les deux évolutions entre les deux états d'équilibre.

Exercice 3 : Compression d'un gaz parfait.

Une mole de gaz parfait diatomique est enfermée dans une enceinte calorifugée de volume initial 5,0 L. Une compression quasistatique et mécaniquement réversible est réalisée au moyen d'un piston faisant passer la pression dans le gaz de 1,0 bar à 10,0 bar.

1. Quelle transformation le gaz parfait subit-il?
2. Déterminer le volume final et le travail reçu par le gaz lors de cette compression.
3. Déterminer la température finale.

Exercice 4 : Cycle réversible d'un gaz parfait

Un système constitué de n moles de gaz parfait ($\gamma = 7/5 = 1,4$) décrit le cycle réversible ABCD suivant :

Etat A : $P_0 = 1\text{bar}$, V_0 , $T_0 = 300\text{K}$. AB : compression adiabatique jusqu'à $P_B = 10P_0$. BC : échauffement isobare jusqu'à $T_C = 5T_0$. CD : détente adiabatique. DA : refroidissement isochore.

1. Représenter l'allure du cycle en coordonnées de Clapeyron (P,V).
2. Caractériser les états A, B, C et D du cycle (pression, température, volume). Calculer les échanges d'énergie, W et Q , pour chacune des quatre transformations.
3. Retrouver le travail des forces de pression de l'ensemble du cycle par une autre méthode.

Exercice 5 : Calorimétrie.

On place dans un calorimètre supposé indéformable et parfaitement calorifugé une masse $m = 300\text{ g}$ d'eau à la température $\theta = 18,0\text{ °C}$. On introduit alors dans celui-ci :

- $m_1 = 50\text{ g}$ de cuivre à la température $\theta_1 = 30,0\text{ °C}$
- $m_2 = 30\text{ g}$ de plomb à la température $\theta_2 = 80,0\text{ °C}$
- $m_3 = 80\text{ g}$ de fer à la température $\theta_3 = 50,0\text{ °C}$

Calculer la température finale θ_f .

Données :

$$C_{\text{cal}} = 209\text{ J.K}^{-1}$$

$$c_{\text{Pb}} = 129\text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

$$c_{\text{Fe}} = 452\text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

$$c_{\text{Cu}} = 385\text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

$$c_{\text{Eau}} = 4\,180\text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

Exercice 6 : Après la classe...

Après une journée fatigante mais au cours de laquelle il a appris plein de choses, un étudiant de PCSI2 désire prendre un bain avec une eau dont la température est $32,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Malheureusement, dans l'immeuble la chaudière collective ne fonctionne pas très bien, si bien qu'il ne dispose que de deux réservoirs : un réservoir d'eau chaude de température $60,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et un réservoir d'eau froide de température $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

N'écoutant que son courage et se rappelant ses cours de Thermodynamique (!!) notre brave étudiant de PCSI2 propose la chose suivante : « le volume V de la baignoire est environ de 100 L , je vais négliger dans un premier temps la capacité thermique de la baignoire et je supposerai qu'il n'y a aucune perte thermique. Ça ne devrait pas être bien sorcier de trouver le volume à prélever dans chaque compartiment, surtout si je suppose que l'eau est une phase condensée idéalisée! »

Trouvez le volume à prélever dans chaque compartiment pour pouvoir prendre un bon bain.

Exercice 7 : Chauffage d'un local

On considère un local dont la capacité thermique à pression constante est C . A l'instant t , la température du local supposée uniforme est notée $T(t)$.

Toutes les évolutions ont lieu à pression constante.

Un radiateur qui fournit une puissance thermique P constante chauffe ce local, initialement à la température T_0 .

1. Quelle est l'unité de C ?
2. Quelle est l'unité de P ?
3. Exprimer, en fonction de P le transfert thermique reçu δQ par le local en provenance du radiateur pendant la durée élémentaire dt .
4. Exprimer la variation d'enthalpie du local pendant dt .
5. Ecrire et justifier l'équation différentielle donnant $T(t)$.
6. Résoudre et tracer la courbe $T(t)$.

Résolution de problèmes : Physique du quotidien

1. Donner un ordre de grandeur de l'augmentation de température des disques de frein pour une voiture qui freine de 90 km/h à 0 km/h . Même question de 130 km/h à 0 km/h .

2. Une voiture miniature de masse totale $m=3$ kg, animée d'une vitesse initiale $v_1 = 5$ m/s, contient un réservoir d'air comprimé (supposé gaz parfait) de volume $V_1= 1$ litre sous $P_1=20$ bar et à $T_1=100$ °C. On suppose qu'un mystérieux dispositif permet d'abaisser la température de l'air jusqu'à la température ambiante $T_0=20$ °C et de récupérer intégralement l'énergie ainsi libérée au bénéfice de l'ensemble du jouet. Jusqu'à quelle hauteur la voiture peut-elle monter sur une route (on négligera toute perte d'énergie par frottement) ? Comparer à une voiture de mêmes caractéristiques mais sans dispositif à air comprimé.

Indications :

1. Il s'agit ici de « Physique à la louche » (en ordres de grandeur). En réalité, il suffit de dire que l'énergie cinétique de la voiture doit être évacuée par transfert thermique, ce qui augmente l'énergie interne des 4 disques de frein considérés comme phases condensées modélisées.

Ensuite, il faut chercher sur internet pour trouver les ordres de grandeur de la masse d'une voiture ainsi que de la capacité thermique massique et de la masse des 4 disques de frein...

2. Appliquer le Premier Principe.