Interrogation de cours n°21

7 avril 2025

NOM :

Calculatrices autorisées. Répondez de manière complète mais brève.

1. Définir un système isolé et en donner un exemple.

Un système isolé est un système n'échangeant ni matière ni énergie avec l'extérieur. On peut citer comme exemple une bouteille thermos (dans une certaine limite de temps).

2. Définir une grandeur intensive et en donner deux exemples.

Une grandeur est dite intensive si elle ne dépend pas de la quantité de matière dans le système. On peut citer par exemple la température, la pression ou les grandeurs massiques/molaires.

3. Donner l'équation d'état des gaz parfaits en précisant les unités de chacune des grandeurs.

On a :

$$\boxed{PV = nRT}$$

P désigne la pression en Pa, V le volume en m^3, n la quantité de matière en mol, T la température en K et R est la constante des gaz parfaits (en $\mathrm{J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$).

4. Définir la capacité thermique à pression constante C_P. Donner son expression pour un gaz parfait diatomique.

La capacité thermique à pression constante C_P est la dérivée partielle de l'enthalpie H par rapport à la température T :

$$C_P = \frac{\partial H}{\partial T}$$

On a, pour un gaz parfait diatomique, $\boxed{C_P = \frac{7}{2} nR}$

5. Donner l'expression du travail dans le cas général.

$$W = -\int_{V_i}^{V_f} P_{\text{ext}} \mathrm{d}V$$

V_i et V_f désignent les volumes initiaux et finaux, P_{ext} la pression exercée sur le piston ($P_{\text{ext}} = F_{\text{ext}}/S$).

6. Définir le transfert thermique et donner les trois types de transfert thermique.

Le transfert thermique est l'échange d'énergie au niveau microscopique. Il peut se faire par conduction thermique (transfert sans mouvement de matière), par convection (un courant d'air par exemple) ou par rayonnement (transfert via les ondes électromagnétiques).

7. Définir le coefficient adiabatique γ, et donner l'expression de la capacité thermique à pression constante d'un gaz parfait en fonction de n, R et γ.

Le coefficient adiabatique γ est le rapport C_P/C_V. La relation de Mayer ($C_P - C_V = nR$) permet d'obtenir :

$$C_P = \frac{\gamma n R}{\gamma - 1}$$

8. Énoncer les lois de Laplace, avec les hypothèses associées. On considère 20 L de gaz à $T = 293$ K et à 1 bar. On comprime ce gaz jusqu'à un volume de 10 L. On donne $\gamma = 1{,}4$. Calculer la pression et la température. On peut utiliser les lois de Laplace.

Pour une évolution adiabatique et quasi-statique d'un gaz parfait :

$$PV^{\gamma} = \text{cte} \qquad P^{1-\gamma}T^{\gamma} = \text{cte} \qquad TV^{\gamma-1} = \text{cte}$$

Pour la transformation considérée, on peut utiliser les lois de Laplace :

$$\boxed{P_{\text{B}} = P_{\text{A}}\left(\frac{V_{\text{A}}}{V_{\text{B}}}\right)^{\gamma} = 2{,}6 \text{ bar}} \qquad \text{et} \qquad \boxed{T_{\text{B}} = T_{\text{A}}\left(\frac{V_{\text{A}}}{V_{\text{B}}}\right)^{\gamma} = 387 \text{ K}}$$

9. Dans un calorimètre parfaitement isolé de capacité thermique $C = 100 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$, on place $m_1 = 200$ g d'eau à $T_1 = 293$ K en équilibre thermique avec le calorimètre. On ajoute $m_2 = 80$ g de cuivre à $T_2 = 353$ K. Déterminer la température d'équilibre T_f. On donne $c_{\text{Cu}} = 385 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ et $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$.

- La capacité thermique de l'eau est $m_1 c_{\text{eau}}$ donc $\boxed{\Delta H_{\text{eau}} = m_1 c_{\text{eau}}(T_f - T_1)}$
- La capacité thermique du morceau de cuivre est $m_2 c_{\text{Cu}}$ donc $\boxed{\Delta H_{\text{Cu}} = m_2 c_{\text{Cu}}(T_f - T_2)}$
- La capacité thermique du calorimètre est C donc $\boxed{\Delta H_{\text{calo}} = C(T_f - T_1)}$

On suppose le calorimètre parfaitement isolé thermiquement donc $Q = 0$. Dans un calorimètre, la transformation est monobare donc $\Delta H_{\text{tot}} = Q$. Ainsi $\boxed{\Delta H_{\text{tot}} = 0}$ Finalement, par extensivité de H :

$$m_1 c_{\text{eau}}(T_f - T_1) + m_2 c_{\text{Cu}}(T_f - T_2) + C(T_f - T_1) = 0$$

Il reste à isoler T_f :

$$\boxed{T_f = \frac{m_1 c_{\text{eau}} T_1 + m_2 c_{\text{Cu}} T_2 + C T_1}{m_1 c_{\text{eau}} + m_2 c_{\text{Cu}} + C} = 294{,}9 \text{ K}}$$