

Interrogation de cours n°21

7 avril 2025

NOM :

Calculatrices autorisées. Répondez de manière complète mais brève.

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

Un système fermé est un système n'échangeant pas de matière avec l'extérieur. On peut citer comme exemple un pneu ou un ballon.

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

Une grandeur est dite extensive si elle est proportionnelle à la taille du système. On peut citer par exemple le volume, la masse et la quantité de matière.

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

On a :

$$PV = nRT$$

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 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

4. Définir la capacité thermique à volume constant C_V . Donner son expression pour un gaz parfait monoatomique.

La capacité thermique à pression constante C_V est la dérivée partielle de l'énergie interne U par rapport à la température T :

$$C_V = \frac{\partial U}{\partial T}$$

On a, pour un gaz parfait monoatomique, $C_V = \frac{3}{2}nR$

5. Donner l'expression du travail dans le cas d'une transformation quasi-statique.

$$W = - \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

V_i et V_f désignent les volumes initiaux et finaux, P la pression.

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 volume constant 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 :

$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

8. Énoncer les lois de Laplace, avec les hypothèses associées. On considère 25 L de gaz à $T = 298$ 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 :

$$P_B = P_A \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^\gamma = 3,6 \text{ bar} \qquad \text{et} \qquad T_B = T_A \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^\gamma = 430 \text{ K}$$

9. Dans un calorimètre parfaitement isolé de capacité thermique $C = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, on place $m_1 = 300$ g d'eau à $T_1 = 293$ K en équilibre thermique avec le calorimètre. On ajoute $m_2 = 100$ 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 $\Delta H_{\text{eau}} = m_1 c_{\text{eau}} (T_f - T_1)$

— La capacité thermique du morceau de cuivre est $m_2 c_{\text{Cu}}$ donc $\Delta H_{\text{Cu}} = m_2 c_{\text{Cu}} (T_f - T_2)$

— La capacité thermique du calorimètre est C donc $\Delta H_{\text{calo}} = C (T_f - T_1)$

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

$$T_f = \frac{m_1 c_{\text{eau}} T_1 + m_2 c_{\text{Cu}} T_2 + C T_1}{m_1 c_{\text{eau}} + m_2 c_{\text{Cu}} + C} = 294,7 \text{ K}$$