

Consignes :

Écrivez vos nom et prénom avant de commencer une nouvelle double feuille.

Tracez et laissez une marge de 1 cm environ à gauche de chaque page.

Encadrez la réponse définitive qui devra être sous forme de formule. Vous écrirez ensuite l'application numérique, précédée par « A.N. : », le cas échéant.

Documents : non autorisés.

Calculatrice : autorisée

Téléphone (même en remplacement de la calculatrice) : non autorisé

Attention : aucun échange ne sera autorisé entre étudiants (stylo, effaceur, calculatrice, etc.)

Soignez votre écriture : cela en facilitera la lecture et en accélérera la correction.

Durée : 1h30

Questions et exercices de cours (8 pts) :

1. Exprimer l'égalité et l'inégalité de Clausius. Dans quels cas sont-elles applicables ?
2. Dans la formule $\Delta S = S_e + S_c$
 - a. Exprimer le terme S_e
 - b. Dans quels cas a-t-on ?
 - i. $S_c > 0$
 - ii. $S_c = 0$
 - iii. $S_c < 0$
3. Dans quel cas a-t-on $\Delta S = 0 \Leftrightarrow$ transformation réversible ?
4. Montrer qu'il est impossible d'avoir "le mouvement perpétuel", c'est-à-dire qu'il est impossible d'obtenir un moteur thermique à partir d'une seule source de chaleur (air ambiant par exemple), en :
 - a. Écrivant le premier principe de la thermodynamique
 - b. Écrivant le deuxième principe de la thermodynamique

Exercice 1 (2 pts) :

Un cylindre vertical de section S , à parois diathermanes (qui laissent passer la chaleur), contient une mole d'un gaz parfait. Le cylindre est fermé par un piston sans masse.

La pression initiale du gaz est P_0 et sa température T_0 . L'atmosphère est aussi à la pression P_0 et à la température T_0 . Elle se comporte comme un thermostat.

On dépose brutalement sur le piston une masse m . La nouvelle pression d'équilibre est :

$$P_1 = P_0 + m g / S.$$

$$\text{A.N. : } S = 100 \text{ cm}^2, m g = 1 \text{ kN}, P_0 = 1 \text{ bar}, T_0 = 300 \text{ K}$$

1. Déterminer S_{e1} , l'entropie échangée par le cylindre lors de cette transformation. On notera S_{e0} , l'entropie échangée par le thermostat.
2. Déterminer S_{c1} , l'entropie créée par le cylindre lors de cette transformation.

Exercice 2 (2 pts) :

On possède un morceau de fer chauffé à $T_1 = 60^\circ\text{C}$ dont on donne les caractéristiques suivantes :
 $m = 100 \text{ g}$, $C = 500 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (supposé indépendant de la température dans le domaine envisagé ici).

On plonge ce morceau de fer, pour le refroidir, dans un bac d'eau à la température $T_0 = 10^\circ\text{C}$. La masse de l'eau est suffisamment grande pour que le bac d'eau réagisse comme un "source de chaleur", c'est-à-dire comme un thermostat. Les deux corps n'échangent aucune chaleur avec le reste de l'univers.

1. Calculer la variation d'entropie ΔS_1 du morceau de fer lorsque sa température passe de T_1 à T_0 . Est-ce que le fer a reçu de l'entropie ?
2. Calculer l'entropie créée S_{c1} . La transformation est-elle réversible ou irréversible ?

Exercice 3 (5 pts) :

On possède un morceau de fer froid 1 de masse $m_1 = 100\text{g}$ à la température $T_1 = 0^\circ\text{C}$. On le met en contact thermique avec un morceau de cuivre chaud 2 de masse $m_2 = 100\text{g}$ à la température $T_2 = 100^\circ\text{C}$. On donne pour le fer $\underline{C}_1 = 460\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$ et pour le cuivre $\underline{C}_2 = 385\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$. Les 2 morceaux de métal 1+2 forment un système isolé (pas d'échange d'énergie avec l'extérieur).

1. En appliquant le premier principe de la thermodynamique relatif au système 1+2, prouver que $Q_1 + Q_2 = 0$
2. Calculer la température finale T_f des 2 corps en équilibre thermique.
3. Calculer la variation d'entropie ΔS_1 du corps froid. A-t-il perdu ou reçu de l'entropie ?
4. Calculer la variation d'entropie ΔS_2 du corps chaud. A-t-il perdu ou reçu de l'entropie ?
5. Qu'exprime le terme $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$? La transformation est-elle réversible ou irréversible ?

Exercice 4 (3 pts) :

Une enceinte placée dans un thermostat à $T_0 = 288\text{ K}$ contient n moles d'un gaz parfait monoatomique.

1. À $t = 0$, la température de l'hélium est $T_1 = 278\text{ K}$. Calculer l'entropie créée au cours d'une évolution isochore. Conclure.
2. À $t = 0$ la température de l'hélium est $T_2 = 288\text{ K}$. On abaisse le volume V jusqu'à $V/2$ de manière isotherme et progressive. Calculer l'entropie créée. Conclure.
3. À $t = 0$, la température de l'hélium est $T_1 = 278\text{ K}$. Calculer l'entropie créée au cours d'une évolution isobare (utiliser l'enthalpie). Conclure.