

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 accélèrera la correction.

Durée : 2h00

Exercice 1 (8 pts) :

On dispose dans un cylindre fermé par un piston une certaine masse d'un gaz parfait diatomique ($\gamma = 1,40$). Les parois du cylindre et du piston sont isolées et supposées imperméables à la chaleur. Dans les conditions initiales, le volume occupé par le gaz est $V_1 = 10$ L, la pression est $P_1 = 10^5$ N.m⁻² et la température $T_1 = 300$ K.

1. Calculer la capacité calorifique C_V relative à cette masse de gaz.
2. On comprime ce gaz de manière réversible jusqu'à $P_2 = 10^6$ N.m⁻².
 - a. Dans quelle(s) condition(s) la réversibilité est-elle réalisée ?
 - b. Calculer V_2 et T_2 .
 - c. Calculer le travail W_{12} au cours de l'évolution.
3. On comprime maintenant le gaz en partant du même état initial (P_1, V_1, T_1) mais en appliquant brutalement $P_2 = 10^6$ N.m⁻².
 - a. Que peut-on dire de la transformation ?
 - b. Exprimer le travail W_{13} échangé par le système de deux manières différentes.
 - c. En déduire la valeur de V_3 et T_3 en fin d'évolution ainsi que W_{13} . Comparer ces résultats à ceux de la question 2. Expliquer la différence.
4. On suppose que l'on retire l'isolant thermique qui entourait le cylindre, les parois deviennent perméables à la chaleur. On réalise un refroidissement isobare de l'état (P_2, V_3, T_3) à l'état (P_2, V_2, T_2). Calculer la quantité de chaleur échangée au cours de cette transformation.

Exercice 2 (5 pts) :

Un cylindre indéformable dont les parois sont isolées thermiques contient de l'azote (assimilé à un gaz parfait) réparti dans deux compartiments A et B séparés par un piston également adiabatique. Ce piston peut se mouvoir sans frottement. Le compartiment A contient $n_A = 5$ moles de gaz, le compartiment B contient $n_B = 3$ moles de gaz.

Dans A, une résistance électrique de capacité calorifique négligeable permet de chauffer le gaz. La transformation subie par le gaz du compartiment B sera considérée comme réversible.

1. Initialement, la température T_0 et la pression P_0 sont les mêmes dans les deux compartiments. Calculer le volume V du cylindre.
2. A reçoit une quantité de chaleur Q .
 - a. Écrire les variations d'énergie interne du système complet en appelant T_A la température finale dans A et T_B la température finale dans B.
 - b. En déduire la pression finale P .
3. Que peut-on dire de l'évolution subie par le gaz dans le compartiment B ?
 - a. En déduire T_B
 - b. En déduire T_A .

A.N. : $P_0 = 10 \text{ atm}$; $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$; $T_0 = 300 \text{ K}$; $Q = 120 \text{ calories}$; $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$; $(1+\epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$

Exercice 3 (7 pts) : détente irréversible d'un gaz dans l'atmosphère

On considère un gaz parfait diatomique qui occupe un récipient calorifugé de volume V_0 sous la pression $3 P_0$ à la température T_0 . P_0 est la pression à l'extérieure du récipient. On ouvre le robinet et le gaz se détend irréversiblement dans l'atmosphère. $\gamma = 1,4 = 7/5$. On supposera que le gaz se détend rapidement dans l'atmosphère de sorte que l'échange de chaleur n'a pas le temps de se faire.

1. Exprimer le travail W en fonction de p_0 , V_0 , T_0 et T_1 .
2. Exprimer la température T_1 du gaz en fonction de T_0 .
3. Exprimer la variation de l'énergie interne en fonction de p_0 , V_0 , T_0 et γ .
4. Même question pour l'enthalpie
5. Même question pour l'entropie
6. Exprimer l'entropie échangée
7. En déduire l'entropie créée

Exercice 4 (5 pts, facultatif) : entropie échangée - entropie créée

Un vase calorifugé contient $m_1 = 200 \text{ g}$ de liquide de capacité thermique massique $C_1 = 2850 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ à la température $T_1 = 20^\circ\text{C}$. On y plonge rapidement un bloc de cuivre de masse $m_2 = 250 \text{ g}$ ($C_2 = 390 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) pris initialement à la température $T_2 = 80^\circ\text{C}$. La capacité thermique du récipient est $C_3 = 150 \text{ J K}^{-1}$ est soigneusement refermé.

1. Déterminer la température d'équilibre.
2. Calculer la variation globale d'entropie au cours de cette opération.
3. On retire le couvercle et on laisse l'ensemble se refroidir lentement jusqu'à la température ambiante 20°C .
 - a. Quelle est la variation d'entropie de l'ensemble {vase + liquide + cuivre} ?
 - b. Quelle est la variation d'entropie de l'ensemble {vase + liquide + cuivre + milieu extérieur} ?
 - c. Conclure.