UNIVERSITE PAUL SABATIER TOULOUSE III

Licence Physique Chimie et Applications
Mention physique **année 2006/2007**
L2

Examen partiel de thermodynamique
1h30

Exercice 1 : Production d'entropie au cours d'une transformation.

On chauffe dans une casserole un 1 litre d'eau de T_1 = 17°C à T_2 = 90°C sur une plaque de cuisson à la température T_S = 727°C. On admet que les variations de volume sont négligeables et la capacité thermique massique à volume constant C_{vm} de l'eau reste constante et égale à 4,18 kJ.K^{-1}.kg^{-1}.

1. Calculer la variation d'entropie ΔS de l'eau au cours de cette transformation isochore.
2. Calculer l'entropie échangée S^e avec la source de chaleur (ou reçue algébriquement par l'eau).
3. En déduire l'entropie créée S^c (ou produite) au cours de la transformation.
4. Quelle est la nature de cette transformation ?

Exercice 2 : Détente dans un cylindre muni d'un piston.

On considère une mole de <u>gaz parfait</u> (n = 1) enfermée dans un cylindre vertical, muni d'un piston de masse m négligeable et coulissant <u>sans frottement</u>. Les parois du cylindre et du piston sont <u>**diathermes**</u>. L'ensemble du système se trouve au contact d'un thermostat à T_s = 300 K. Le volume initial du gaz est égal à V_0= 12l et sa pression initiale est égale à p_0. Le piston est initialement bloqué par l'opérateur. La pression extérieure est maintenue à la pression atmosphérique pendant toute l'expérience : p_{ext} =1atm =10^5 Pa.

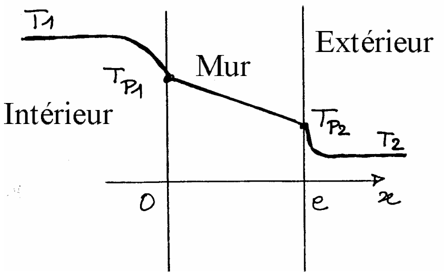
A. L'opérateur lâche brutalement le piston:
1. Quelle est la nature de cette transformation ?
2. Déterminer l'état final T_1, P_1, V_1 en fonction des données (on suppose que les équilibres thermique et mécanique du gaz parfait sont atteints).
3. Déterminer la variation d'énergie interne ΔU_1, le travail des forces de pression W_1 et la quantité de chaleur reçue algébriquement par le gaz Q_1. Effectuer les applications numériques.
4. Exprimer puis calculer la variation d'entropie ΔS_1 du gaz lors de cette détente.
5. Exprimer puis calculer l'entropie échangée $S^e{}_1$ par le gaz et l'entropie créée $S^c{}_1$ lors de cette détente.

B . Partant du même état initial, l'opérateur relâche très lentement le piston :
1. Quelle est la nature de cette transformation ?
2. Déterminer l'état final T_2, P_2, V_2 en fonction des données.
3. Déterminer la variation d'énergie interne ΔU_2, le travail des forces de pression W_2 et La quantité de chaleur reçue algébriquement par le gaz Q_2. Effectuer les applications numériques.
3. Exprimer puis calculer la variation d'entropie ΔS_2 du gaz lors de cette détente.
4. Exprimer puis calculer l'entropie échangée $S^e{}_2$ par le gaz et l'entropie créée $S^c{}_2$ lors de cette détente.

Rappel : Constante des gaz parfaits R=8.314 J.K^{-1}.mol^{-1}

Exercice 3 : Conduction et convection thermique dans un mur de béton.

On considère un mur en béton de surface $S=20\ m^2$, d'épaisseur $e=20cm$ et de conductivité thermique $\lambda=1\ W.m^{-1}.K^{-1}$. La température au loin de l'air vaut $T_1 = 294$ K à gauche (intérieur) et $T_2 = 276$ K à droite (extérieur) (Figure ci-dessous). On considère que chacune des parois échange avec l'air de la chaleur par convection. Le coefficient d'échange par convection h entre l'air et la paroi vaut 20 $W.\ m^{-2}.\ K^{-1}$



1. Ecrire le flux de chaleur Φ_{cv1} extrait par convection de la paroi intérieure du mur de surface S à la température Tp_1 par l'air de température T_1. Ecrire le flux de chaleur Φ_{cv2} extrait par convection de la paroi extérieure du mur de surface S à la température Tp_2 par l'air de température T_2.
2. Ecrire la loi de Fourier dans le mur en considérant le problème comme purement unidimensionnel. Montrer qu'en régime permanent, la température dans le mur varie linéairement avec x : $T= A\ x + B$.
3. En utilisant les conditions aux limites sur les parois du mur, donner les expressions de A et de B en fonction des températures Tp_1 et Tp_2. En déduire l'expression du flux de chaleur par conduction Φ_c à travers le mur d'épaisseur e dans la direction Ox. Monter que l'on peut interpréter ce résultat en donnant au mur une résistance thermique de conduction $R_c = e/\lambda\ S$. Calculer cette résistance.
4. On applique maintenant la conservation du flux de chaleur (régime permanent) de l'intérieur vers l'extérieur. Ecrire les équations de conservation du flux de chaleur Φ en x= 0 et x= e. En déduire les expressions de Tp_2 et de Tp_1 en fonction de T_1, T_2, λ, e et h. Calculer Tp_1 et Tp_2 en K.
5. En tenant compte du transfert de chaleur par convection, montrer que la résistance thermique totale R_{th} du mur correspond à la mise en série de 3 résistances thermiques entre les températures T_1 et T_2. Quelles sont les résistances thermiques R_{cv1} et R_{cv2} dues à la convection ? Calculer R_{cv1}, R_{cv2} et R_{th}.
6. En déduire simplement l'expression du flux de chaleur Φ entre T_1 et T_2. Donner sa valeur en Watts.
7. Si l'on tient compte dans le bilan thermique du mur des pertes par rayonnement, donner l'expression des flux de chaleur Φ_{R1} et Φ_{R2} échangés par rayonnement avec l'air par les parois intérieure et extérieure du mur respectivement.