PTSI 2h **Contrôle continu de Thermodynamique** **Mai 2016**

Les questions seront traitées dans l'ordre et numérotées.
Seuls seront pris en compte les résultats mis en évidence. La présentation est notée.

Thermo 1 : Compressions d'un gaz parfait. (9 points).
Un cylindre muni d'un piston mobile sans frottement contient un gaz parfait de volume $V_0 = 1{,}0$L à la pression $P_0 = 1{,}0.10^5$ Pa et à la température $T_0 = 298$K.
Cet état constituera l'état initial de notre système fermé pour tout le problème.
On donne $R = 8{,}314$ J.K^{-1}.mol^{-1} ; $C_{Vm} = \frac{5}{2}R$; $C_{Pm} = \frac{7}{2}R$

1) Compression isotherme réversible.
Le cylindre est placé dans un thermostat à T_0 de façon à pouvoir réaliser des transformations isothermes. On amène de façon réversible le gaz parfait de la pression P_0 à la pression $P_1 = 2P_0$.

a) Déterminer T_1 et V_1 pour le gaz à la fin de la compression.
b) Établir l'expression du travail des forces de pression W_1 sur le système. Calculer W_1.
c) Calculer la variation d'énergie interne ΔU_1. En déduire le transfert thermique Q_1.
d) Donner l'expression de la variation d'entropie ΔS_1 lors de cette compression. Calculer ΔS_1.
e) Calculer l'entropie échangée (ou reçue) S_{e1}, en déduire l'entropie créée S_{c1}. Vérifier la cohérence.

2) Compression monotherme.
Le cylindre est toujours dans le thermostat à T_0. A partir du même état initial, le gaz parfait est maintenant soumis brusquement à la pression extérieure $P_2 = P_1 = 2P_0$.

a) Déterminer T_2 et V_2 pour le gaz à la fin de la compression.
b) Donner sans calcul les valeurs de ΔU_2 et ΔS_2. Justifier.
c) Établir l'expression du travail des forces de pression W_2. Calculer W_2.
d) En déduire le transfert thermique Q_2.
e) Calculer l'entropie échangée Se_2 et en déduire l'entropie créée Sc_2. Vérifier la cohérence.

3) Compression adiabatique réversible.
Le cylindre et le piston sont maintenant parfaitement calorifugés de façon à pouvoir réaliser des transformations adiabatiques.
Hors du thermostat, on amène le gaz, de façon réversible, de son état initial à la pression $P_3 = 2P_0$.

a) Rappeler les propriétés d'une évolution adiabatique.
b) Déterminer V_3 et T_3 pour le gaz à la fin de la compression.
c) Exprimer puis calculer ΔU_3. En déduire le travail des forces de pression W_3.
d) Calculer la variation d'entropie ΔS_3 du gaz. En déduire l'entropie créée Sc_3.

Thermo 2 : Évolutions dans un compresseur. (4 points).

Dans un compresseur, une masse m = 1kg d'air est comprimée de façon adiabatique, à partir de l'état $P_1 = 1.10^5$ Pa, T_1 = 293 K, jusqu'à une pression $P_2 = 3.10^5$ Pa. Le gaz est supposé parfait.

On prendra : R = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1} ; M (masse molaire de l'air) = 29 g.mol^{-1} et $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1{,}4$.

1) Dans le cas où on considère la compression comme isentropique, déterminer la température finale T_2 ainsi que le travail isentropique W_{is} échangé.

2) Dans le cas réel, le travail réel $W_{réel}$ est déterminé grâce au coefficient de performance η , défini comme le rapport du travail isentropique sur le travail réel.

Dans le cas où η = 0,8, déterminer $W_{réel}$ ainsi que la température finale réelle T_2'.

3) Déterminer dans le cas réel, l'entropie crée $S_{crée}$ dans le compresseur.

Thermo 3 : Étude d'un mélange liquide-vapeur. (7 points).

On donne pour l'eau : M =18 g.mol^{-1} ;

Masse volumique de l'eau liquide à (T_0, P_{sat}) : $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$;

Volume massique de l'eau vapeur à (T_0, P_{sat}) : v_v= 1,705 $m^3.kg^{-1}$;

1) Représenter sur un diagramme $P = f(V)$ l'allure des courbes de saturation pour l'équilibre liquide-vapeur. Indiquer également l'allure des isothermes $T_0 < T_1 < T_2 < T_c$ sur ce diagramme.

2) Dans une enceinte de volume V = 1,00L préalablement vide, on a introduit une masse m = 1,00g d'eau liquide à la température T_0 = 373K. L'enceinte est maintenue à la température constante T_0 et une fois l'équilibre thermodynamique atteint, on constate que l'eau est sous forme d'un mélange diphasique liquide-vapeur. La vapeur dans l'enceinte est P_{sat} = 1,01 bar.

a) Exprimer le volume V occupé par le mélange eau liquide-eau vapeur en fonction de m, v_v, ρ et x_v, fraction (ou titre) massique vapeur.

b) Calculer x_v.

3) L'enceinte étant munie d'une paroi mobile on effectue une détente isotherme et réversible du mélange jusqu'à ce que l'eau soit intégralement sous forme de vapeur saturante. Déterminer le volume final V_f. Faire l'application numérique.

4) Déterminer l'expression du transfert thermique noté Q. Faire l'application numérique.

5) Déterminer la variation d'entropie ΔS lors de cette manipulation. Faire l'application numérique.

6) Déterminer la variation d'énergie interne ΔU lors de cette manipulation. Faire l'application numérique.