1)- Répondre par Oui ou Non en justifiant la réponse:

1)- L'entropie s'exprime en $J.K^{-1}$, donc elle est extensive.
2)- La variation d'entropie entre deux états est identique que la transformation soit réversible ou non.
3)- La variation d'entropie au cours d'un cycle dépend de la nature de la transformation.
4)- L'entropie de l'univers ne peut qu'augmenter.
5)- L'entropie d'un système quelconque ne peut qu'augmenter.
6)- L'entropie est une fonction d'état donc elle est conservative.
7)- L'expression $\delta Q/T$ est une différentielle totale.
8)- Un ballon rempli d'air éclate dans une pièce. L'entropie de l'air total augmente.
9)- De l'eau dans un récipient s'évapore lentement. L'entropie de l'eau augmente.
10)- L'eau qui gèle dans un caniveau est en désaccord avec le second principe.
11)- Un cycle a la même surface en diagramme de Watt (p,V) ou en diagramme entropique (T,S).
12)- L'entropie d'un gaz parfait ne dépend que de sa température.
13)- Une transformation adiabatique est isentropique.
14)- Il existe des transformations monothermes au cours desquelles le système reçoit de la chaleur et fournit du travail.
15)- Même question pour une transformation cyclique.
16)- Un cycle de Carnot correspond à un rectangle en diagramme entropique.
17)- La variation d'entropie dans une transformation réversible isobare d'un corps quelconque est $m.c_p.\ln(T_f/T_i)$

2)- Entropie d'un gaz

1)- Exprimer l'entropie d'un gaz parfait en coordonnées (p,V) à une constante additive près.
2)- En déduire la variation d'entropie d'une mole d'un gaz parfait pour une transformation:

*- Adiabatique réversible.
*- Isotherme de p_o = 1 Bar, V_o = 22,4 L à p_1 = 5 Bar.

3)- Transformation monotherme:

Un solide de capacité thermique m..c, initialement à T_o, est mis en contact avec une source de chaleur à T_e = Cte. On attend l'équilibre thermique. Exprimer pour la transformation:

*- La variation d'entropie du solide..
*- La variation d'entropie de la source et l'entropie d'échange.
*- L'entropie crée. Quel est son signe en général puis étudier le cas $To = Te.(1+\varepsilon)$ avec $\varepsilon << 1$.

4)- Transformation monotherme réversible:

Un gaz parfait passe de l'état (A) (Vo,To) à l'état (B) (V1 = 2.Vo,To) par une transformation monotherme réversible à la température $Te \neq To$.

1)- Que peut-on dire de la variation d'entropie du système (gaz,source) ?
2)- En déduire la quantité de chaleur échangée par le gaz avec la source.
3)- Représenter la transformation en diagramme de Clapeyron et retrouver le résultat précédent.

5)- Détente isotherme réversible:

Un cylindre diathermane fermé par un piston constitue un système perméable à la chaleur. Il contient une mole de gaz parfait dans l'état T_1 = 273 K et $P_1 = 3\ 10^5$ Pa. Ce système est plongé dans un bain eau-glace constituant un thermostat à 273 K. On agit sur le piston mobile pour détendre le gaz jusqu'à P2 = 105 Pa. (R = 8,315 $J.K^{-1}.mol^{-1}$)

1)- Déterminer la masse de glace apparaissant dans le thermostat. On donne $\ell_F = 334\ J.g^{-1}$.
2)- Calculer la variation d'entropie du gaz et celle du thermostat.

6)- Entrée d'air:

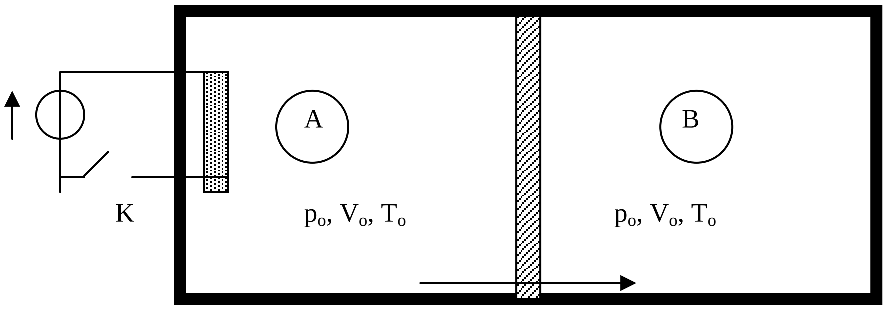
Un récipient de volume Vo, de température To, contient de l'air assimilable à un gaz parfait à la pression Po.(1-x) avec x < 1. De l'air atmosphérique extérieur pénètre dans le récipient par un petit robinet. L'atmosphère est à la pression constante Po et à la température constante To.

1)- Déterminer le travail et la chaleur fourni par l'atmosphère.
2)- Faire un bilan entropique.

- THERMODYNAMIQUE -

Un cylindre horizontal adiabatique et indéformable est séparé en deux compartiments par un piston, adiabatique, mobile sans frottement, de volume et de masse négligeables.

Dans l'état initial les deux compartiments contiennent chacun une mole d'un gaz parfait, de coefficient $\gamma = 1{,}40$ constant, dans le même état (p_o, V_o, T_o). Une petite résistance r, de capacité thermique négligeable, permet de chauffer le gaz du compartiment A. On donne $R = 8{,}314$ $J.K^{-1}.mol^{-1}$.



A l'instant initial on ferme l'interrupteur K. La chaleur dégagée par effet Joule dans la résistance chauffe le gaz du compartiment A jusqu'à ce que la pression atteigne la valeur $p_A = 5p_o$. Les paramètres d'état des gaz dans les deux compartiments sont alors (p_A, V_A, T_A) et (p_B, V_B, T_B) dans l'état d'équilibre final.

1)- Par quelle relation entre des paramètres d'état peut-on traduire l'équilibre du piston dans l'état final ?

2)- Par quelle relation entre des paramètres d'état peut-on traduire l'indéformabilité du cylindre au cours de la transformation ?

3)- Pourquoi ***doit-on*** considérer la transformation subie par le gaz du compartiment A comme ***irréversible*** ? Justifier soigneusement la réponse.

4)- Pourquoi ***peut-on*** considérer la transformation subie par le gaz du compartiment B comme ***réversible*** ? Justifier soigneusement la réponse.

5)- En vous aidant des réponses aux questions précédentes, établir les expressions des paramètres d'état dans les deux compartiments la fin de la transformation en fonction de p_o, V_o, T_o et γ.

6)- Calculer les variations d'énergie interne dans chaque compartiment en fonction de To, γ et R. En déduire l'expression de l'énergie dégagée sous forme d'effet Joule dans la résistance.

7)- Calculer littéralement puis numériquement la variation d'entropie ΔS, l'entropie échangée S_e et l'entropie crée S_c dans chaque compartiment au cours de la transformation. Commenter les résultats trouvés en relation avec les questions 3) et 4). On supposera que dans l'état final la résistance est en équilibre avec le gaz dans le compartiment A.

- Quelques exercices de Statique des fluides -

Exercice 1: Liquides non miscibles

Un tube en U contient deux liquides non miscibles de masse volumique respective μ_1 et μ_2. Les volumes versés sont les mêmes soit V = 10 cm^3. La section du tube est S = 1 cm².Calculer la dénivellation h entre les surfaces d'un même liquide.

On prendra $\mu_1 = 10^3$ $kg.m^{-3}$ et $\mu_2 = 800$ $kg.m^{-3}$

Exercice 2: Poussée d'Archimède.

Un aérostat se compose d'une nacelle avec ses accessoires, son pilote et une enveloppe. La masse totale de l'ensemble est m = 300 kg (enveloppe supposée vide). L'enveloppe inélastique contient un gaz léger (Hélium) que l'on considérera comme un gaz parfait de masse molaire moléculaire $M_{He} = 4\ 10^{-3}$ $kg.mol^{-1}$. Elle est percée d'un large trou à sa partie inférieure si bien que la pression et la température du gaz sont toujours égales à la pression et à la température de l'atmosphère à l'altitude z. On adoptera le modèle isotherme avec To = 300 K et po = 1.013.bar et on donne Hi = 8,77 km.

1)- Montrer que le rapport μ_{He}/μ_{air} est une contante δ indépendante de z et du modèle d'atmosphère choisi. Donner sa valeur numérique. Quelle est la signification physique de δ ?
2)- L'aérostat est retenu au sol par un cable, l'enveloppe inélastique contient un volume Vo d'hélium et elle n'est pas tendue.

2-a)- Donner l'expression de la résultante F des forces appliquée à l'ensemble en fonction de m, g, δ, po, Vo et H_i. (on ne tiendra pas compte de la force de traction exercée par le cable sur l'aérostat)
2-b)- On détache le cable. Quelle valeur littérale minimale doit-on donner à Vo pour que l'aérostat décolle ? Faire l'application numérique.

3)- On prend Vo = 400 m^3. Dans une première phase la masse du ballon est constante (l'enveloppe inélastique n'est pas tendue).

3-a)- Donner l'expression de la résultante F des forces appliquée à l'ensemble en fonction de m, g, δ, po, Vo et H_i et montrer quelle est constante.
3-b)- Quelle sera l'altitude maximale atteinte z_{1M} pendant cette phase du mouvement si le volume maximum que peut prendre l'enveloppe est $V_M = 500$ m^3 ?

4)- Dans une seconde phase le volume de l'enveloppe reste constant et égal à $V_{M.}$.

4-a)- Que se passe-t-il pendant cette phase ?
4-b)- Donner l'expression de la résultante F des forces appliquée à l'ensemble en fonction de m, g, δ, po, $V_{M,}$, k et H_i .
4-c)- Calculer l'altitude maximale atteinte $z_{2M.}$

Exercice 3: Atmosphère polytropique

L'air est assimilé à un gaz parfait de masse molaire M = 29 $g.mol^{-1}$ et on se donne dans l'atmosphère une relation phénoménologique de la forme $p(z) / \mu(z)^k$ = Cte (Relation polytropique d'indice k) ; k est une constante ajustable à posteriori aux données expérimentales. Ce modèle est une généralisation du modèle d'atmosphère isotherme pour lequel on aurait k = 1.On prend $k \neq 1$ et p(0) = po, T(0) = To, $\mu(0) = \mu o$.
Etablir une relation donnant implicitement p(z) et montrer que dT/dz = Cte. En déduire une valeur de k sachant que dT/dz = - 7.10^{-3} $K.m^{-1}$.

Exercice 4: Equilibre d'un fluide dans un référentiel en rotation uniforme.

Un récipient cylindrique de rayon R est rempli d'eau sur une hauteur h et plongé dans une atmosphère à la pression po uniforme. Il est mis en rotation à la vitesse angulaire ω constante autour de son axe vertical Oz: Déterminer l'équation de la trace de la surface libre de l'eau dans un plan vertical du référentiel tournant et contenant l'axe Oz. Le liquide est supposé en équilibre dans le référentiel tournant.
Reprendre la question précédente en supposant que le récipient est en mouvement de translation horizontal uniformément varié d'accélération $\mathbf{a} = ao.\mathbf{u_x}$.