

Thermodynamique Contrôle No. II (2015-2016)

Valeur utile : $R \approx 10 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$

1. Théorie (5,5 pts.)

1.1. Enoncer le 1^{er} principe de la thermodynamique en y expliquant tous les termes.

1.2. 2^{ème} principe.

- Enoncer le 2^{ème} principe de la thermodynamique pour un système non isolé en y expliquant le sens physique de tous les termes.
- La variation de l'entropie d'un système non isolé, peut-elle être négative ? Si oui, à quoi correspond physiquement la diminution de l'entropie du système ? Si non, pourquoi ?

1.3. Représenter l'allure du **cycle moteur** de Carnot sur le **diagramme TS**. On désigne T_I et T_{II} – respectivement les températures maximale et minimale de ce cycle. A l'aide du diagramme TS, démontrer l'expression pour le rendement thermique, η_m , du cycle de Carnot en fonction de T_I et T_{II} .

2. Moteur diesel (7 pts.)

On considère un **moteur diesel** dont les cylindres ont pour volume total V_1 . Le moteur admet de l'air à température T_1 et pression P_1 . On donne le taux de compression ϵ et le taux d'expansion préliminaire $\rho = V_3/V_2$ défini comme le rapport du volume du gaz à la fin de la combustion sur le volume au début de la combustion.

2.1. Représenter le cycle du moteur diesel sur les **diagrammes PV et TS** et décrire brièvement chaque transformation du cycle (ex : A-1 : admission du... à $P=\text{const}$, 1-2 : ...).

2.2. Trouver le nombre de moles \mathfrak{g} de l'air admis dans un cylindre par cycle.

On suppose que : (a) le cycle est réversible ; (b) la masse de gaz dans le cylindre ne varie pas au cours d'un cycle; (c) les capacités thermiques c_v et c_p des gaz ne varient pas au cours du cycle et sont celles de l'air ambiant.

Pour les **points 2, 3 et 4** du cycle, donner les expressions pour :

2.3) les volumes V_i en fonction de ϵ et ρ (avec $i=2,3,4$) ;

2.4) les pressions P_i en fonction de P_1 , ϵ et ρ (avec $i=2,3,4$) ;

2.5) les températures T_i en fonction de T_1 , ϵ et ρ (avec $i=2,3,4$).

2.6. Donner les expressions pour les chaleurs reçues Q_1 et cédées Q_2 ainsi que pour le travail $|W_{\text{cycle}}|$ du cycle en fonction de P_1 , V_1 et de certaines des températures parmi les T_i , $i=1,2,3,4$.

Nota : exprimer dans cette question les capacités thermiques en fonction de R .

3. Echauffement du métal – (7,5 pts.)

Un four à **paroi mobile** contient de l'air chaud à volume $V_1=2 \text{ m}^3$ et température $T_1=427^\circ\text{C}$. La pression de l'air est égale à celle de l'air ambiant $P_1=1 \text{ bar}$. On introduit dans ce four un bloc en aluminium de masse $M=1 \text{ kg}$ et de capacité thermique massique $c_m=1 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$. La température initiale du bloc est $T_0=27^\circ\text{C}$ et son volume est négligeable devant celui du four. L'alimentation du four est coupée et toutes ces parois sont **isolées thermiquement** de l'extérieur.

Au cours du temps l'air du four refroidit et le bloc s'échauffe. A l'état final les équilibres thermodynamique et mécanique sont atteints. La température de l'air et du bloc se stabilise à une certaine valeur T_2 . De plus, suite au refroidissement de l'air, la paroi mobile du four se déplace sans frottement et le volume du four diminue jusqu'à V_2 . Il n'y a pas de fuite de l'air du four vers l'extérieur et la dilatation thermique du bloc métallique est négligeable.

Trouver :

3.1) l'expression pour le nombre de mole \mathfrak{g} d'air dans le four ;

3.2) la pression finale P_2 de l'air du four qui est en équilibre mécanique avec l'air ambiant ;

3.3) l'expression pour le volume final du four V_2 en fonction de V_1 , T_1 et T_2 ;

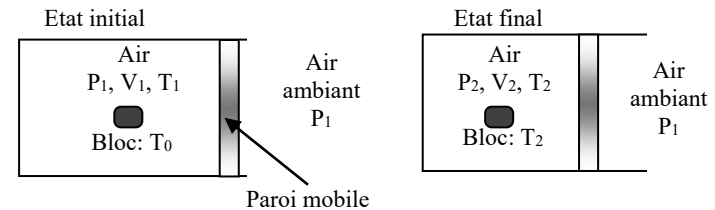
3.4) l'expression pour la variation de l'énergie interne, ΔU , de l'ensemble « air du four + bloc métallique » entre état initial et état final ;

3.5) l'expression pour la température finale T_2 en fonction de M , c_m , T_0 , T_1 , P_1 , V_1

(nota : exprimer les capacités thermiques de l'air en fonction de R);

3.6) les valeurs numériques (à 2 chiffres significatifs près) de T_2 .

3.7. Sans faire de calculs prédire le signe de la variation de l'entropie ΔS de l'ensemble « air du four + bloc métallique ». **Expliquer**.



Question bonus : trouver l'expression pour ΔS en fonction de M , c_m , T_0 , T_1 , P_1 , V_1 et T_2 .