Ist A	**ISTIA** **EI-1**	**Thermodynamique**	**CC-3** **2h** **Sans document** **Calculette autorisée**

Données : **Constante des GP : R = 8.314 J.K^{-1}.mol^{-1}** **N_A = 6.022 10^{23} mol^{-1}** **1 bar = 10^5 Pa**

Exercice 1 :

Un calorimètre adiabatique contient une masse m_e d'eau liquide ($H_2O_{(l)}$) à la température initiale T_1. On y plonge un morceau de cuivre ($Cu_{(s)}$) de masse m_{Cu} pris initialement à la température T_2. Les transferts thermiques s'effectuent à l'intérieur du calorimètre entre l'eau et le cuivre, le calorimètre et l'air à l'intérieur ont des capacités thermiques négligeables. La température d'équilibre atteinte relevée est notée T_{eq}.

1) Déterminer la chaleur spécifique du cuivre $Cu_{(s)}$ considérée constante, en J. K^{-1}.g^{-1}
2) Exprimer la variation d'entropie ΔS du système constitué par l'eau $H_2O_{(l)}$ et le cuivre $Cu_{(s)}$.
3) En déduire la variation d'entropie ΔS_{univ} de l'Univers - Conclure sur le second principe

Données :

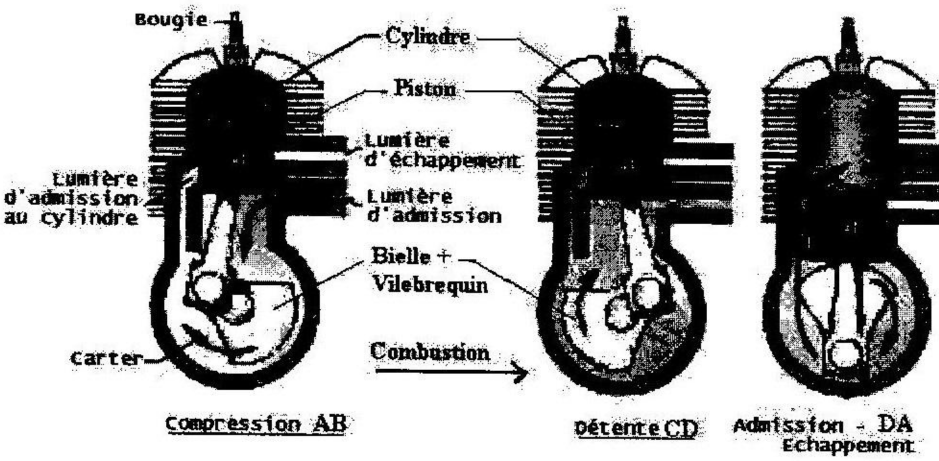
Masse $H_2O_{(l)}$ **m_e= 200 g** **T_1 =290 K**
Masse Cu(s) **m_{Cu} =100 g** **T_2 = 400 K**
Température d'équilibre T_{eq} = 294.8 K
Chaleur spécifique de H2O(l) : $c_{(l)}$ = 4.185 J.K^{-1}.g^{-1} considérée constante

Exercice 2 : Moteur à explosion 2 temps

Les scooters de cylindrée inférieure à 50 cm^3 sont équipés d'un moteur à explosion à deux temps. Ce qui signifie que les quatre phases (admission, compression, combustion et détente), se succèdent sur un seul tour du vilebrequin (un aller et un retour du piston).

L'étude thermodynamique de ce cycle ouvert, se fait en considérant la masse m (ou n moles) de mélange au cours du cycle. D'autre part, l'air étant en grand excès par rapport au mélange (huile + carburant), le mélange carburé est assimilé à un gaz parfait GP, de coefficient de Laplace γ constant et de masse molaire M.

Le diagramme théorique modélisé (ABCD) s'identifie au cycle de Beau de Rochas réversible avec les hypothèses suivantes :



- Le cylindre admet n moles du mélange (air - essence - huile), le volume du cylindre est considéré constant égal à V_A (En A : T_A =300 K ; P_A = 10^5 Pa).
- Le mélange est comprimé isentropiquement jusqu'au volume V_B (phase AB) (En B : P_B = 6 10^5 Pa) (piston au point haut PMH).
- Il y a alors explosion instantanée (combustion) du mélange qui augmente la pression sans variation de volume (portion BC)
- Les produits de la combustion se détendent isentropiquement en repoussant fortement le piston jusqu'à sa position extrême jusqu'au volume $V_D = V_A$ (portion CD) (piston au point mort bas PMB).
- L'échappement et l'admission (DA) sont quasi-instantanées.

1) Représenter sur un schéma les différents états du cycle en indiquant les variables d'état connues et les types de transformation.
2) Calculer T_B
3) Calculer le taux de compression $\alpha = \dfrac{V_A}{V_B}$ - En utilisant la cylindrée moteur, en déduire V_A et V_B en cm^3.
4) Calculer le nombre de moles n du mélange carburé et la masse mise en jeu au cours d'un cycle en mg.

5) Sachant que le pouvoir calorifique volumique du mélange carburé est $q = 4.47\ J.cm^{-3}$, calculer la chaleur mise en jeu Q_{BC} au cours de la combustion- Donner son signe – En déduire T_C
6) Calculer P_C et P_D et T_D
7) Tracer le cycle (ABCDA) dans un diagramme de Clapeyron, en indiquant le signe des travaux et chaleurs échangées. Indiquer sur quelles phases, le cycle est en contact avec la source chaude Σ_1 et avec la source froide Σ_2.
8) Calculer les travaux et chaleurs mises en jeu au cours des transformations (notations W_{AB}, Q_{AB}, W_{BC}, Q_{BC}, W_{CD}, Q_{CD}, W_{DA}, Q_{DA}).
9) Faire le bilan énergétique du cycle.
10) Calculer l'efficacité η du moteur deux temps. Quelle serait l'efficacité d'un cycle moteur fonctionnant selon le cycle idéal de Carnot entre les deux températures extrêmes calculées ? - Conclure
11) Calculer les variations d'entropie du système au cours des 4 transformations - Conclure sur la variation d'entropie totale du système au cours du cycle.
12) Tracer le diagramme entropique du cycle moteur deux temps.
13) On suppose que le Scooter Spacer 50 Kymco fonctionne selon ce cycle. Lorsque le scooter roule à $45\ km.h^{-1}$ à son régime de puissance maximale.
    a) Calculer la durée d'un cycle sachant qu'un seul tour de vilebrequin correspond à un cycle complet.
    b) En déduire la vitesse moyenne du piston sur un cycle.
    c) Quel est le nombre de cycles effectués lorsque le scooter parcourt 100 km à la même vitesse.

Données : **Cylindrée moteur** $C = V_A - V_B = 49{,}5\ cm^3$.

Masse molaire du mélange carburé (air - essence - huile) : $M = 29\ g.mol^{-1}$

Coefficient de Laplace du mélange carburé (air - essence - huile) : $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V} = \dfrac{7}{5}$

Scooter Spacer 50 Kymco **Vitesse maximale: $45\ km.h^{-1}$.**

Régime de puissance maximale : 7000 tours.min^{-1} (= vitesse angulaire du vilebrequin)

Course du piston (PMB-PMH): 39,2 mm.

Exercice 3 :

Du benzène liquide $C_6H_{6(l)}$ subit une compression isotherme à la température constante $T_0 = 263.15$ K en partant de la pression initiale $P_0 = 1$ bar.

1) Etablir l'équation donnant la variation de volume infinitésimale dV du benzène liquide $C_6H_{6(l)}$ en fonction de la variation de pression dP, lors d'une transformation isotherme.
2) Exprimer la pression P_1 à appliquer pour obtenir une contraction de x % du volume de benzène liquide de façon isotherme, en fonction de χ, x% et P_0.
3) Calculer P_1 pour x = 3 %.

Donnée : **Coefficient de compressibilité isotherme :** $\chi = -\dfrac{1}{V}\left(\dfrac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

Pour benzène liquide $C_6H_{6(l)}$ à $T_0 = 263.15$ K : $\chi = 9.3\ 10^{-10}\ Pa^{-1}$