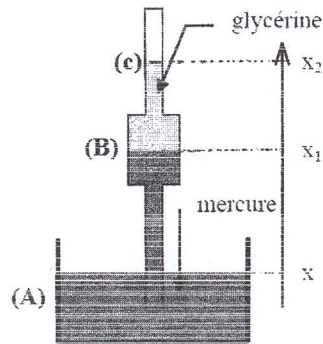


DEVOIR DE CONTROLE N°2
(DUREE : 1h30mn)

Exercice 1

Le baromètre de Huyghens est un dispositif constitué d'une cuve à mercure (A) de surface S dans laquelle plonge un tube barométrique, comportant un renflement (B) de section S_1 surmonté d'un tube (C) plus fin, de section S_2 .



1) Initialement, pour une valeur P de la pression atmosphérique, le mercure, de masse volumique ρ_1 , monte, à l'équilibre, jusqu'à un niveau x_1 dans B, celui-ci étant surmonté de glycérine, de masse volumique ρ_2 , jusqu'au niveau x_2 . Le mercure dans la cuve correspond quant à lui au niveau x . On suppose que le tube au dessus de la glycérine est vide et on note g l'accélération de la pesanteur.

a- Donner l'expression de P en fonction de ρ_1 , ρ_2 , x_1 , x_2 , x et g .

b- Exprimer la pression atmosphérique H en cm de mercure définie par $P = \rho_1 g H$.

2) On provoque une surpression ΔP de la pression atmosphérique. La surface de séparation glycérine/vide se déplace de Δx_2 , la surface de séparation mercure /glycérine se déplace de Δx_1 alors que la surface de séparation mercure /air atmosphérique se déplace de Δx .

a- Exprimer Δx_1 en fonction de S , Δx et S_1 .

b- Exprimer Δx_2 en fonction de S , Δx et S_2 .

c- En appliquant la relation fondamentale de l'hydrostatique, déduire $\frac{\Delta x_2}{\Delta P}$ en fonction de g , ρ_1 , ρ_2 , S_1 , S_2 et S .

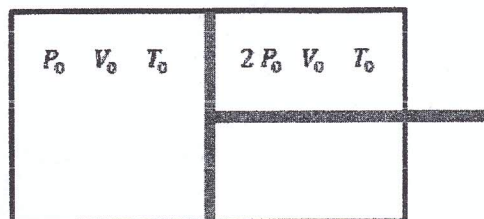
d- La sensibilité de ce baromètre est définie par $\frac{\Delta x_2}{\Delta H} = \frac{\rho_1 g \Delta x_2}{\Delta P}$. Exprimer puis Calculer $\frac{\Delta x_2}{\Delta H}$.

On donne : $\rho_1 = 13600 \text{ Kg/m}^3$; $\rho_2 = 1050 \text{ Kg/m}^3$; $S = 50 \text{ cm}^2$; $S_1 = 5 \text{ cm}^2$; $S_2 = 0.25 \text{ cm}^2$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$.

e- Quel est l'intérêt de ce baromètre ?

Exercice 2

Un piston mobile sépare un cylindre calorifugé en deux compartiments de même volume V_0 , contenant de l'air supposé gaz parfait à la température T_0 , à une pression P_0 dans le premier compartiment et une pression double $2P_0$ dans le second compartiment. Le piston subissant des pressions différentes sur ses deux faces, n'est pas en équilibre et il faut appliquer une force pour le maintenir dans sa position.



On relâche alors très lentement la force afin de laisser le piston atteindre un état d'équilibre où les pressions dans les deux compartiments ont une même valeur P_1 . L'air du compartiment 1 occupe alors un volume V_1 , celui du compartiment 2, un volume V_2 . On supposera que le piston ne permet pas de transfert de chaleur d'un compartiment à l'autre et qu'au cours de la transformation, les deux gaz n'échangent pas de chaleur avec l'extérieur.

1) Comment qualifie-t-on une transformation sans échange de chaleur ?

Les transformations des gaz dans chaque compartiment étant considérées comme quasi-statiques (réversibles), donner les deux relations entre P_0, P_1, V_0, V_1, V_2 et γ : rapport des capacités thermiques molaires à pression et à volume constants.

2) En tenant compte des relations précédemment établies,

a- Déduire le rapport $\frac{V_0}{V_1}$ en fonction de γ .

b- Déduire P_1 en fonction de P_0 et γ .

c- Calculer V_1, V_2 et P_1 pour $V_0 = 2 \text{ l}$, $T_0 = 300 \text{ K}$, $P_0 = 1 \text{ bar}$, $\gamma = 1.4$.

d- En déduire la température finale T_1 dans le premier compartiment et celle T_2 dans le second compartiment.

Exercice 3

On considère un cycle réversible décrit par une masse $m = 5.8 \text{ g}$ d'un gaz parfait diatomique de masse molaire $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$. Dans l'état initial A, le gaz est à la pression $P_A = 10^5 \text{ Pa}$, à la température $T_A = 300 \text{ K}$ et il occupe un volume V_A . Ce gaz subit les 4 transformations suivantes :

- un échauffement isobare qui l'amène de l'état A à l'état B ($P_B, V_B = 20 \text{ l}, T_B$) ;
- une compression adiabatique de l'état B vers l'état C (P_C, V_C, T_C) ;
- un refroidissement isobare de l'état C vers l'état D ($P_D = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, V_D, T_D$) ;
- une détente isochore de l'état D à l'état A.

On rappelle que la constante des gaz parfait vaut $R = 8.32 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

- 1) Pour un gaz diatomique, exprimer les capacités thermiques molaires C_{PM} et C_{VM} en fonction de R . Que vaut, pour ce gaz diatomique, le rapport γ des capacités thermiques molaires à pression constante (C_{PM}) et à volume constant (C_{VM}).
- 2) Calculez le nombre de moles de gaz subissant les 4 transformations décrites précédemment au cours du cycle.
- 3) Déterminer les expressions et les valeurs numériques des variables d'état macroscopiques P, V et T pour les états A, B, C et D.
- 4) Représenter dans le diagramme de Clapeyron le cycle subit par le gaz. Que représente la surface du cycle ?
- 5) Déterminer les quantités de chaleur et les travaux échangés par ce système avec le milieu extérieur au cours de ces 4 transformations. Faire l'application numérique.
- 6) Calculer la chaleur totale Q_{cycle} et le travail total W_{cycle} échangés au cours de ce cycle.
- 7) Le premier principe est-il vérifié ? Que devient ΔU si les transformations sont irréversibles ?