

## INTERROGATION DE THERMODYNAMIQUE

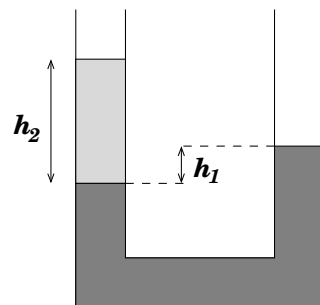
*Durée : 1 heure*

*Les documents et les téléphones portables ne sont pas autorisés. Les calculatrices sont autorisées. Barème approximatif : 1<sup>er</sup> exercice = 3 pts ; 2<sup>ème</sup> exercice = 3 pts ; 3<sup>ème</sup> exercice = 4 pts.*

On donnera, lorsque cela est approprié, l'expression analytique et la valeur numérique de chaque résultat.

### 1 Hydrostatique

Un tube en  $U$  cylindrique, de section  $S = 2 \text{ cm}^2$ , contient du mercure (gris foncé) de masse volumique  $\rho_1 = 13560 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Dans la branche de gauche de la figure ci-contre on verse  $60 \text{ cm}^3$  d'eau (gris clair,  $\rho_2 = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ).



- (a) Calculer la différence  $h_2 - h_1$  des niveaux des surfaces libres dans les deux branches.
- (b) On veut ramener les niveaux du mercure dans les deux branches dans un même plan horizontal en versant de l'alcool ( $\rho_3 = 790 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) dans la branche de droite. Quel est le volume d'alcool nécessaire pour obtenir ce résultat ?

### 2 Compression de l'eau

On considère une quantité fixée d'eau liquide dont la température est maintenue constante. Le coefficient de compressibilité isotherme de l'eau est  $\chi_T = 5 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$ ; il est supposé constant dans tout l'exercice.

- 1/ Donner l'expression littérale de  $\chi_T$ . Exprimer la différentielle  $dV$  en fonction de  $dP$ ,  $V$ , et  $\chi_T$  lorsque, comme c'est le cas dans tout l'exercice,  $T$  est maintenue constante.
- 2/ Sous pression  $P_0 = 1 \text{ bar}$  la quantité d'eau considérée occupe un volume  $V_0$ . Soit  $V$  le volume de la quantité d'eau considérée lorsque la pression vaut  $P = 101 \text{ bar}$ . Calculer le rapport  $(V - V_0)/V_0$ . Ce résultat vous paraît-il naturel ? Comparez-le avec celui obtenu pour un gaz parfait dans les mêmes conditions de température et de pression.

### 3 Chauffage d'un gaz

Une mole d'ammoniac (considéré comme un gaz parfait) initialement à  $27^\circ\text{C}$  et maintenue à la pression ambiante constante (de 1 bar) est chauffée jusqu'à ce que son volume ait triplé. Calculer les quantités de chaleur et de travail reçues par le système et sa variation d'enthalpie.

On donne la capacité thermique molaire :  $C_P = a + bT - cT^2$  avec  $a = 25,9 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $b = 33,0 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{K}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $c = 30,5 \times 10^{-7} \text{ J} \cdot \text{K}^{-3} \cdot \text{mol}^{-1}$ .