

## TD 1 : Quantité de matière et équilibre thermodynamique

### Quantité de matière

#### Exercice 1 : Nombre d'Avogadro

On considère du sable fin dont chaque grain occupe un volume  $V_0 = 0.1 \text{ mm}^3$ . Quel est le volume  $V$  occupé par  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  grains ? Si on étendait uniformément ce sable sur la France (d'aire  $S = 550000 \text{ km}^2$ ) quelle serait la hauteur de la couche de sable ?

#### Exercice 2 : Masses moléculaires dans l'air

L'air est constitué principalement de diazote (78.08%), de dioxygène (20.95%) et d'argon (0.93%).

(a) Sachant que les masses atomiques de l'azote, de l'oxygène et de l'argon sont respectivement  $14.0067 \text{ g}$ ,  $15.9994 \text{ g}$ ,  $39.948 \text{ g}$ , calculer les masses moléculaires des principaux gaz constituant l'air.

(b) Sachant qu'en conditions normales ( $p = 1 \text{ atm}$ ,  $T = 20^\circ\text{C}$ ) une mole d'air occupe un volume  $V = 22.4 \text{ l}$ , calculer son volume massique et sa masse volumique.

#### Exercice 3 (bonus) : Ammoniac : nombre de moles et de molécules

L'ammoniac est un composé chimique de formule  $\text{NH}_3$  (1 atome d'azote et 3 atomes d'hydrogène). Dans les conditions de température et de pression ordinaires, c'est un gaz. Sachant que les masses atomiques de l'azote et de l'hydrogène sont respectivement  $14.0067 \text{ g}$  et  $1.0067 \text{ g}$ , calculer le nombre de moles contenus dans une masse de  $2 \text{ kg}$  d'ammoniac. Quel est le nombre de molécules correspondant ?

### Équilibre thermodynamique

#### Exercice 4 : Considérations à l'échelle microscopique et "hauteur de l'atmosphère"

Considérer un récipient de hauteur  $h_0 = 1 \text{ m}$  rempli d'air, dans un laboratoire. On admettra ici que l'air est constitué seulement de molécules de diazote  $\text{N}_2$  (masse atomique de  $N : 14.0067 \text{ g}$ ), à température ambiante  $T = 293 \text{ K}$ .

(a) Calculer la vitesse quadratique moyenne des molécules de  $\text{N}_2$  dans le récipient.

(b) Montrer que dans ces conditions il est raisonnable de négliger l'effet de la pesanteur.

(c) Quelle est la hauteur  $h$  sur laquelle les effets de pesanteur deviendraient importants ? Dans cet exercice on prendra pour l'accélération de la pesanteur la valeur  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$  et pour la constante de Boltzmann la valeur  $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ .

#### Exercice 5 : Densité particulaire et volume molaire (relation température-pression)

(a) Calculer le nombre de molécules par  $\text{cm}^3$  dans un gaz parfait à la température de  $27^\circ\text{C}$  sous une pression de  $10^{-6}$  atmosphères. La constante de Boltzmann est  $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ .

(b) Calculer le volume occupé par une mole d'un gaz parfait à la température de  $0^\circ\text{C}$  sous la pression atmosphérique ordinaire. En déduire l'ordre de grandeur de la distance moyenne entre molécules. Utiliser

la forme pour  $n$  moles de la relation entre température et pression pour un gaz parfait. Ici on posera  $R = k_B \cdot N_A = 8.32 \text{ J mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$  (constante universelle des gaz), où  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  est le nombre d'Avogadro.