

## Série d'exercices n°4

### \*\* Exercice 1 *Distribution de Maxwell-Boltzmann*

On considère 0,5 moles d'hydrogène à 300 K. En se basant sur la distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann, calculer :

1. La vitesse moyenne.
2. La vitesse quadratique moyenne.
3. La vitesse la plus probable.
4. Le nombre de molécules avec une vitesse comprise entre 400 et 401 m s<sup>-1</sup>.

Rappel:  $\int_0^{+\infty} \exp(-x^2) dx = \sqrt{\pi}/2$ .

### \*\*\* Exercice 2 *Température de formation de la Terre (Examen 2015)*

1. Soit un gaz composé d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène moléculaire, H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>. Les gaz sont à une température  $T$  et considérés comme parfaits. Les lois de distribution des vitesses des molécules d'azote et d'oxygène sont-elles identiques, en particulier les vitesses quadratiques moyennes des molécules d'azote et d'oxygène sont-elles identiques ? Si non, de quoi dépend-il et exprimez le rapport des vitesses quadratique moyenne.

Oui/Non

$$\frac{\langle v_{N_2}^2 \rangle}{\langle v_{O_2}^2 \rangle} =$$

2. Le tableau ci-dessous donne la pression mesurée dans une enceinte de volume constant contenant de l'oxygène moléculaire, O<sub>2</sub>, en fonction de la température.

T(K)	300	1000	2000	3000	4000	5000
P(10 <sup>5</sup> Pa)	1	3.33	6.69	10.3	19.2	32.2

Montrer que les molécules d'oxygène se dissocient en oxygène atomique ( $O_2 \rightarrow 2O$ ) lorsque la température augmente. Qu'en est-il de cette dissociation notamment à 5000 K ?

3. Rappeler l'expression de la vitesse de libération d'un corps soumis à l'attraction gravitationnelle d'une planète. Donner son expression en fonction de l'accélération de la pesanteur à la surface,  $g$ , et le rayon de la planète,  $R_T$ . *Suggestion* : écrire la conservation de l'énergie mécanique (c'est à dire la somme de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de gravitation) entre la particule à la surface de la Terre et à l'infini.

$$v_l =$$

4. Quelle température devrait atteindre l'atmosphère terrestre pour que la vitesse quadratique moyenne de l'oxygène atteigne la vitesse de libération,  $T_l$  ? Selon la valeur trouvée faut-il considérer une atmosphère constituée d'oxygène moléculaire, O<sub>2</sub>, ou bien d'oxygène atomique, O. Même question pour l'hydrogène. Donnez l'expression de  $T_l$  en fonction de la masse molaire,  $M$ ,  $g$ ,  $R_T$  et la constante des gaz parfaits,  $R$  (rappel  $R = k_B N_A$ , avec  $N_A$  le nombre d'Avogadro et  $k_B$  la constante de Boltzmann).

$$T_l =$$

AN :  $R = 8Jmol^{-1}K^{-1}$ ,  $g = 10ms^{-2}$ ,  $M_O = 16gmol^{-1}$ ,  $M_H = 1gmol^{-1}$ ,  
 $R_T = 6400km$  (donnez l'ordre de grandeur uniquement)

$$T_l(O_2) =$$

$$T_l(O) =$$

$$T_l(H_2) =$$

$$T_l(H) =$$

5. L'hydrogène est un gaz très rare sur Terre. Sachant que la terre n'a donc pas gardé son atmosphère d'hydrogène lors de la formation mais a conservé son oxygène en déduire un encadrement de la température,  $T_f$ , de la Terre lors de sa formation, on supposera l'hydrogène complètement dissocié à cette température.

$$\leq T_f \leq$$

### \*\*\* Exercice 3 *Tu quoque fili mi*

En expirant, Jules César a prononcé ses dernières paroles historiques et un litre d'air est sorti de ses poumons. Depuis cette époque, ces molécules se sont dispersées et uniformément réparties dans l'atmosphère. Quelle est la probabilité d'inhaler au moins une de ces molécules en inspirant profondément (3 litres d'air) ?

*Données: Le nombre d'Avogadro est de  $6,022 \cdot 10^{23}$ , la masse molaire de l'air vaut  $29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , et la pression atmosphérique à la surface de la Terre vaut  $10^5 \text{ Pa}$ . Le rayon de la Terre est  $R_T = 6400 \text{ km}$ .*