



Exercice 18.5

Vitesse de libération et vitesse quadratique moyenne

1°) Calculer numériquement à la surface de la Terre et de la Lune, pour une température $T=300\text{K}$, la vitesse de libération V_l et la vitesse quadratique moyenne pour du dihydrogène et du diazote. Commenter.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$; rayon de la Terre $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$; rayon de la Lune $R_L = 1,8 \cdot 10^6 \text{ m}$;
masse de la Terre $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; masse de la Lune $M_L = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; masses molaires :
 $M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M_{\text{N}_2} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2°) Quelle devrait être l'ordre de grandeur de la température T pour que le diazote, constituant majoritaire de l'atmosphère terrestre, échappe quantitativement à l'attraction terrestre.

Corrigé de l'exercice 18.5

Vitesse de libération et vitesse quadratique moyenne.

La vitesse de libération est la vitesse minimale qu'il faut donner à une particule pour qu'elle puisse échapper à l'attraction de la planète. Son énergie potentielle est alors nulle il ne lui reste plus que de l'énergie cinétique, comme l'énergie est dans ce cas une grandeur conservative, on

doit avoir à la surface de la planète: $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{Gmm_T}{r} > 0$ donc la vitesse de libération est égale à

$$v_l = \sqrt{\frac{2Gm_T}{R_T}}$$

La vitesse quadratique moyenne se calcule par la formule vue en cours $u = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

Pour le diazote et le dihydrogène les vitesses quadratiques moyennes sont respectivement égales à $0,52 \cdot 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $1,93 \cdot 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Les vitesses de libération de ces molécules sont sur la Terre $v_{lt} = 11,2 \cdot 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, sur la Lune $v_{ll} = 2,34 \cdot 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

On constate que sur la Terre la vitesse quadratique moyenne est bien inférieure à la vitesse de libération alors que sur la Lune ces vitesses sont plus proches particulièrement pour le dihydrogène.

Température à la surface de la Terre pour que le diazote échappe à l'attraction :

$$T = \frac{v_l^2 M}{3R} = 1,410^5 \text{ K}$$