Approche microscopique du gaz parfait:

Exercice 1. *Grandeurs moyennes.*
Soit un gaz à l'équilibre. Calculer les moyennes statistiques des grandeurs suivantes des molécules en fonction de la vitesse quadratique moyenne v^* :

- *quantité de mouvement $\overrightarrow{p} = m\overrightarrow{v}$*
- *énergie cinétique $e_c = \frac{1}{2}mv^2$*
- *v_x^2 où v_x est la projection de $\overrightarrow{v}$ sur l'axe Ox.*

Exercice 2. *Pression exercée sur la surface d'une vitre.*
Des gouttes de pluie, de masse $m = 0,1g$ et de vitesse $v = 2m.s^{-1}$, frappent la surface d'une vitre verticale de surface $S = 2m^2$ en formant un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à la verticale en arrivant sur la vitre. La densité de gouttes est $n^* = 800$ gouttes par m^3. On suppose que lors de leur choc sur la vitre, les gouttes rebondissent de manière parfaite.

1. *Combien de gouttes δN frappent la vitre pendant la durée $\delta t = 1s$?*
2. *Exprimer la variation δp de quantité de mouvement de ces δN gouttes au cours de leur rebond.*
3. *Déterminer la force δF exercée sur la vitre pendant δt.*
4. *En déduire la pression P exercée par ces gouttes sur la vitre. La calculer.*

Exercice 3. *Vitesse de quelques molécules.*
On souhaite comparer les vitesses des molécules de dihydrogène H_2 et de dioxygène O_2 à 300K et à 500K.

1. *Montrer que $v^* = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}}$ (loi de Graham).*
2. *En déduire les vitesse quadratiques moyennes de H_2 et de O_2 à 300K et à 500K.*

Données : *$R = 8,314J.K^{-1}.mol^{-1}$, $M(H) = 1g.mol^{-1}$, $M(O) = 16g.mol^{-1}$*

Exercice 4. *Energie interne d'un gaz parfait monoatomique.*
On s'interesse à la validité de l'expression de l'énergie interne pour un gaz parfait monoatomique : l'Hélium.

1. *Montrer que l'énergie interne d'un gaz parfait à l'équilibre constitué de N particules s'écrit $U = \frac{3}{2}Nk_BT$.*
2. *A l'aide de l'équation d'état des gaz parfait, montrer que $n^* = \frac{P}{k_BT}$ où n^* est la densité particulaire. Calculer cette densité pour $P = 10^5Pa$ et $T = 273K$.*
3. *En déduire la distance d entre 2 atomes d'Hélium.*

4. *Un traitement quantique des mouvements de translation est nécessaire lorsque* $d.p_x$ *est de l'ordre de grandeur de h, la constante de Planck. Evaluer l'ordre de grandeur* d_0 *de la distance interatomique au dessous de laquelle ce traitement est nécessaire.*
5. *Conclure quand à la validité de l'expression* $U = \frac{3}{2}Nk_BT$ *dans le cas de notre modèle.*

Données : $h = 6,62.10^{-34} J.s$ *et* $M(He) = 4 g.mol^{-1}$.