

Aide- mémoire : Thermodynamique Contrôle I (2016-2017)

Notations :

N – nombre de molécules ;
n – concentration ou nombre de molécules par unité de volume, m^{-3} ;
 \mathcal{N} - nombre de moles ;
m – masse d'une molécule, kg ;
M – masse d'un gaz, kg ;
 μ - masse molaire, kg/mol ;
 ρ - masse volumique, kg/m^3 ;
u – vitesse quadratique moyenne, m/s
U – énergie interne du gaz, J

Relation entre les constantes universelles :

$$k = \frac{R}{N_A}$$

• Pression :

$$\text{Définition : } P = \frac{|dF_n|}{dS}$$

Equation principale de la cinétique des gaz parfaits : $P = \frac{1}{3} n m u^2$

$$\text{Nombre de collisions : } N_{\text{coll}} = \frac{1}{6} n u \Delta S \Delta t$$

• Equation d'état des gaz parfaits

$$PV = \mathcal{N}RT$$

$$P = nkT$$

• Moles, masse molaire, masse d'une molécule

$$\text{Nombre de moles : } \mathcal{N} = \frac{N}{N_A} = \frac{M}{\mu}$$

$$\text{Masse d'une molécule : } m = \frac{\mu}{N_A}$$

• Energie d'un gaz parfait monoatomique :

$$\text{d'un atome: } \varepsilon = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{3}{2} kT$$

d'un gaz monoatomique contenant N molécules ou \mathcal{N} moles :

$$U = \frac{3}{2} N kT = \frac{3}{2} \mathcal{N} R T$$

• Travail reçu par le gaz :

Travail élémentaire (infinitésimal) :

$$\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{r} = -PdV$$

$$\text{Travail total : } W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = - \int_{V_{\text{ini}}}^{V_{\text{fin}}} P(V) dV$$

• Gaz dans le champ de pesanteur

$$P(z) = P_0 \exp\left(-\frac{mgz}{kT}\right)$$

$$n(z) = n_0 \exp\left(-\frac{mgz}{kT}\right)$$

• Distribution de Boltzmann

$$\Pi_i = \frac{N_i}{N} = \text{Const} \cdot \exp\left(-\frac{\varepsilon_i}{kT}\right) - \text{discrète}$$

$$d\Pi = \frac{dN}{N} = \text{Const} \cdot \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right) dx dv_x - \text{continue}$$

• Distribution de Maxwell :

$$\frac{dN(v)}{N} = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left[-\frac{mv^2}{2kT}\right] dv$$

(formule ne pas à apprendre par cœur)
avec $dN(v)$ – nombre de molécules dont la norme de vitesse, $v = |\vec{v}|$ est comprise entre v et $v+dv$; N – nombre total de molécules

• Capacité thermique molaire à V=const

$$c_v = \frac{i}{2} R, \quad i = \begin{cases} 3 - \text{monoatomique} \\ 5 - \text{diatomique, polyatomique linéaire} \\ 6 - \text{tri, polyatomique non linéaire} \end{cases}$$

Chaleur reçue par le gaz au cours de la transformation à $V = \text{const}$:

$$Q = \mathcal{N} c_v \Delta T$$