

# ELEMENTS DE PHYSIQUE GENERALE

**FORCE ELECTROSTATIQUE** (de Coulomb)  $F = k \cdot \frac{qq'}{r^2}$  Force additive (k=cste de Coulomb =  $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ) Dans champ électrique :  $\vec{F} = q\vec{E}$  (E= champ élec)

**POTENTIEL ELECTRIQUE** ddp entre B et A (tension)

$$V(B) - V(A) = W_{BA, q=1} = - \int_A^B \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} \quad V(\vec{r}) = k \frac{q}{r} \quad V(\vec{r}) = k \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

## TRAVAIL D'UNE FORCE

Pesanteur :

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{P} \cdot d\vec{r} = \int_A^B -mgdz = -mg(z_b - z_a)$$

Elasticité ressort :

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_A^B -kxdx = -\frac{k}{2}(x_b^2 - x_a^2)$$

Force Coulomb :

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}_C \cdot d\vec{r} = \int_A^B k \frac{Qq}{r^2} dr = kQq \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

/!\ Une force F est dite **conservative** si WAB(F) ne dépend que des points de départ et d'arrivée, A et B

Les forces pesanteur, élasticité et Coulomb sont conservatives

## ENERGIE POTENTIELLE

$$U_F(B) - U_F(A) = W_{BA}$$

Pesanteur :

$$U_P(z) = mgz + cste$$

Elasticité ressort :

$$U_R(x) = \frac{kx^2}{2} + cste$$

Force Coulomb :

$$U_F(r) = \frac{kQq}{r} + cste$$

## RELATION FORCE/ ENERGIE POTENTIELLE

(On dérive -U (E<sub>p</sub>) et on trouve la force)

Pesanteur :

$$U_F(z) = mgz \rightarrow F_z = -mg$$

Ressort :

$$U_F(x) = \frac{kx^2}{2} \rightarrow F_x = -kx$$

Coulomb :

$$U_F(r) = \frac{kQq}{r} \rightarrow F_r = \frac{kQq}{r^2}$$

## ENERGIE TOTALE $E_{tot} = E_c + U$ (E<sub>c</sub> = ½ mv<sup>2</sup>)

Etot d'une masse liée à un ressort :

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

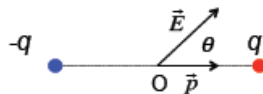
Etot d'une masse soumise à la pesanteur et liée à un ressort :  $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(z - z_0)^2 + mgz$

Etot particules chargées en interaction coulombienne :

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N m_i v_i^2 + k \sum_{i,j=1}^N \frac{q_i q_j}{|\vec{r}_j - \vec{r}_i|}$$

**DIPOLE** (def : distribution de charges constituée de 2 charges +q et -q placées en 2 points)

**Moment dipolaire**  $\vec{p} = 2aq\vec{u}$  (p en C.m)



**Energie potentielle dipôle :**

$$U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE \cos \theta$$

- Moment dipolaire **induit**  $\vec{p} = \alpha \vec{E}$  distribution de charges symétriques autour du noyau
- Moment dipolaire **permanent** existe si le barycentre des charges + et - ne coïncident pas
- Interaction dipôle (permanent) – ion (solvation)
- Interaction dipôle-dipôle résulte généralement en une tendance à l'alignement des dipôles (base des forces de Van Der Waals de courte portée)

## CONDENSATEURS ET DIELECTRIQUES

$$Q = CV$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

Avec  $\epsilon_0 = 8,83 \cdot 10^{-12} \text{ SI}$

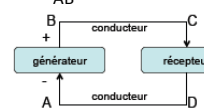
## CONDUCTION ELECTRIQUE

Loi d'Ohm :

$$V_A - V_B = R_{AB} I$$

Puissance :

$$P = (V_A - V_B) I = R_{AB} I^2$$



Générateur :

$$V_B - V_A = E - rI$$

Récepteur :

$$V_C - V_D = \epsilon + r'I$$

## MODELE DES ELECTRONS LIBRES

**Equation d'Einstein**  $\beta = \frac{k_b T}{D}$  (avec  $\beta$  coeff viscosité et D diffusion)

Vitesse de dérive :  $v_0 = \frac{eED}{k_b T}$  et  $\tau = \frac{mD}{k_b T}$  **Densité électrique** :  $J = \frac{I}{S}$

**Conductivité électrique** :  $\sigma = \frac{N_0 e^2}{k_b T} D$

**Résistivité** :  $\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{k_b T}{N_0 e^2} D$

**/!\ La résistivité est l'inverse de la conductivité**

**Résistance du conducteur** :  $R = \frac{\rho L_{AB}}{S} = \frac{k_b T}{N_0 D e^2} \frac{L_{AB}}{S}$  (R  $\nearrow$  quand S  $\searrow$ )

Pour un solide :  $\rho \nearrow$  avec T

Pour un électrolyte :  $\rho \searrow$  avec T