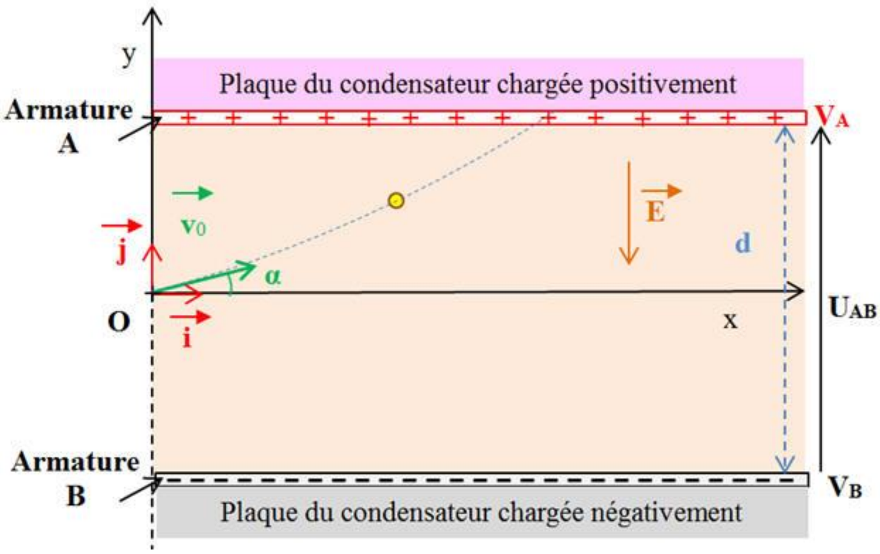
PARTIE 4 : MECANIQUE
Séquence 2 : Mouvement dans un champ uniforme
Séance 4 : Mouvements dans un champ électrostatique uniforme

I. Mouvement dans un champ électrique uniforme

1. Champ et force

Un champ électrique est dit uniforme dans une région de l'espace si le **vecteur champ $\vec{E}$** conserve en tout point de cette région, la même direction, le même sens et la même valeur.
Un **condensateur plan** est formé par deux plaques conductrices parallèles A et B appelés **armatures**, séparés par un isolant de faible épaisseur d.



Dans l'espace situé entre les armatures, le champ électrique $\vec{E}$ est considéré comme uniforme :

- **sa direction** est perpendiculaire aux armatures,
- **son sens** est dirigé de l'armature positive à l'armature négative (sens des potentiels décroissants),
- **son intensité** (sa valeur) : $\mathbf{E} = \frac{U_{AB}}{d}$ en $V \cdot m^{-1}$

Une particule chargée de charge électrique q dans un champ électrostatique $\vec{E}$ subit une force électrique $\vec{F}$ telle que : $\vec{F} = q\,\vec{E}$

Avec F en N ; q en C ; E en V/m

Si $q > 0$ alors $\vec{F}$ est de même direction et de même sens que $\vec{E}$
Si $q < 0$ alors $\vec{F}$ est de même direction que $\vec{E}$ mais de sens opposé
Si $q = 0$ alors la force électrique est nulle

Soit une particule ponctuelle G de charge q et de masse m placée dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

- Système étudié : {particule G}
- Référentiel d'étude : terrestre supposé galiléen
- Inventaire des forces extérieures :
    - le poids $\vec{P}$
    - les forces exercées par l'air
    - la force électrique $\vec{F}$

Les valeurs du poids et des forces exercées par l'air sont très faibles devant celle de la force électrique $\vec{F}$.

- Application du principe fondamentale de la dynamique (2e loi de Newton) :

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F_e} = m\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{pmatrix} 0 \\ qE \end{pmatrix} = m\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$$

D'où : $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \dfrac{qE}{m} \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{a}\begin{pmatrix} 0 \\ \dfrac{qE}{m} \end{pmatrix}$

En intégrant le vecteur accélération, on trouve le vecteur vitesse :

$$\vec{v}\begin{pmatrix} A \\ \dfrac{qE}{m}\cdot t + B \end{pmatrix}$$

Or à $t = 0$, le vecteur vitesse s'écrit : $\vec{v_0}\begin{pmatrix} A \\ \dfrac{qE}{m}\times 0 + B = B \end{pmatrix}$

D'autre part, d'après l'énoncé, le vecteur vitesse initial s'écrit aussi $\vec{v_0}\begin{pmatrix} v_{x0} = v_0\cos\alpha \\ v_{y0} = v_0\sin\alpha \end{pmatrix}$

D'où : $A = v_0\cos\alpha$ et $B = v_0\sin\alpha$

Donc $\vec{v}\begin{pmatrix} v_0\cos\alpha \\ \dfrac{qE}{m}\cdot t + v_0\sin\alpha \end{pmatrix}$

En intégrant le vecteur vitesse, on trouve le vecteur position :

$$\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} (v_0\cos\alpha)t + C \\ \dfrac{qE}{m}\cdot t^2 + (v_0\sin\alpha)t + D \end{pmatrix}$$

Or à $t = 0$, le vecteur position s'écrit : $\overrightarrow{OG}(0)\begin{pmatrix} (v_0 \cos\alpha)\times 0 + C = 0 \\ \dfrac{qE}{m}\cdot\times 0^2 + (v_0 \sin\alpha)\times 0 + D = 0 \end{pmatrix}$

Et d'après l'énoncé la particule est en O à l'origine du temps, donc $\overrightarrow{OG}(0)\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

D'où C = D = *0*

Donc : $\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} (v_0 \cos\alpha)t \\ \dfrac{1}{2}\dfrac{qE}{m}\cdot t^2 + (v_0 \sin\alpha)t \end{pmatrix}$

Ainsi, **les équations horaires de la position sont** :

$$x(t) = (v_0 \cos\alpha)t$$

$$y(t) = \frac{qE}{2m}\times t^2 + (v_0 \sin\alpha)t$$

Et l'équation de la trajectoire est :

$$y(x) = \frac{qE}{2m\cdot(v_0 \cos\alpha)^2}\times x^2 + \tan\alpha\cdot x$$

La trajectoire de la particule est parabolique, elle dépend des conditions initiales (valeur de la vitesse initiale v_0, angle α de lancement et position initiale), ainsi que de la charge et de la masse de la particule.