

## 1 – Dipôle dans un condensateur

1. La première question est une question de cours : pour un dipôle de moment dipolaire  $\vec{p}$ , plongé dans un champ extérieur  $\vec{E}$ , on a :

$$E_P = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -p \times E \times \cos(\pi - \alpha) = p \times E \times \cos \alpha \quad (3)$$

2. D'après le schéma ci-contre, on voit que :

- Si  $\alpha = 0$ , la position d'équilibre est instable.
- Si  $\alpha = \pi$ , la position d'équilibre est stable.

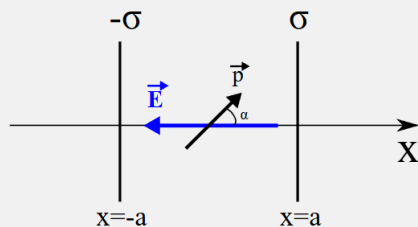


Figure 2 - Dipôle au centre d'un condensateur

On peut également voir ceci plus mathématiquement en utilisant les dérivées première et seconde de l'énergie potentielle par rapport à  $\alpha$ .

3. D'après l'expression qui est donnée, on sait que le champ  $\vec{E}$  qui règne à l'intérieur d'un condensateur est uniforme. Les forces subies par les charges opposées qui forment le dipôle sont identiques, la résultante des forces est nulle : pas de déplacement.

## 2 - Force de Keesom

1. Voici le schéma proposé pour expliquer le phénomène :

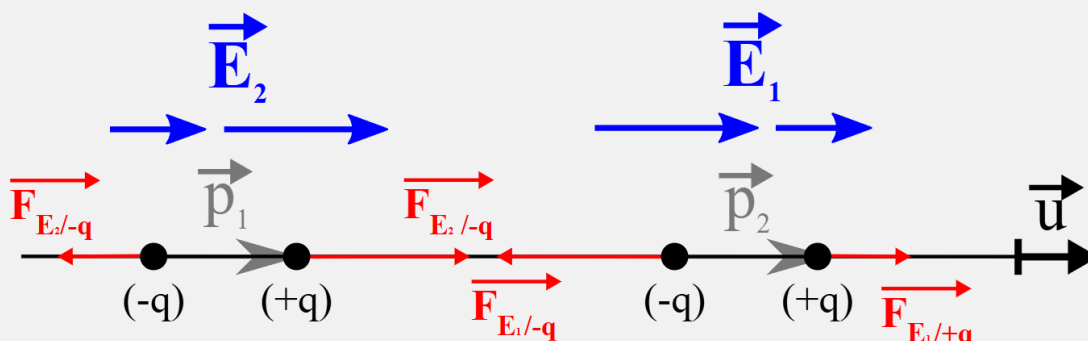


Figure 2 - Attraction de Keesom entre deux moments dipolaires permanents

2. On calcule la force exercée par le champ  $\vec{E}_1$  au niveau de chaque charge du dipôle 2 : C'est une résultante de forces exercées au niveau de chaque charge du dipôle. On utilisera deux développements limités : le DL utilisé est celui que l'on connaît bien :  $(1 + x)^\alpha = 1 + \alpha x$  au premier ordre quand  $x \rightarrow 0$ .

On obtient alors :

$$\vec{F} = \frac{-6q^2 d^2}{4\pi\epsilon_0 r^4} \vec{u} \quad (2)$$