
OMPP
TD13

École Centrale Pékin

2019-2020

APPLICATIONS DU COURS

EXERCICE 1 : Equilibre d'un dipôle au centre d'un condensateur

Soit un condensateur plan dont les armatures sont perpendiculaires à un axe Ox horizontal. L'armature négative porte la densité de charge $-\sigma$ et coupe l'axe Ox à l'abscisse $x = -a$, l'armature positive porte la charge $+\sigma$ et coupe l'axe Ox à l'abscisse $x = a$.

Le champ électrique au sein d'un condensateur de ce type a pour expression :

$$\vec{E} = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{e}_x$$

On place un dipôle électrostatique de moment dipolaire \vec{p} au centre de ce condensateur tel que $\vec{p} \cdot \vec{u}_x = p \cos \alpha$.

1. Donner l'expression de l'énergie potentielle de ce dipôle.
2. Trouvez ses positions d'équilibre.
3. Pourquoi ne se déplace-t-il pas dans le condensateur ?

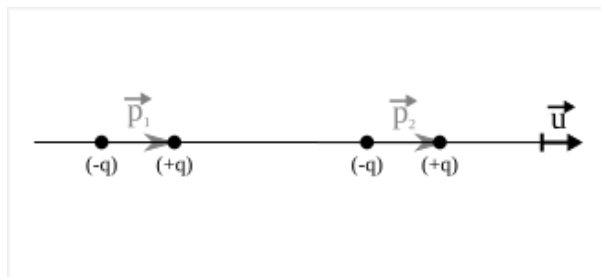
S'ENTRAÎNER

EXERCICE 2 : Force de Keesom

La force de Keesom est une force de Van der Waals entre molécules polaires. Ces molécules sont assimilables à deux dipôles électrostatiques identiques (permanents) \vec{p}_1 et \vec{p}_2 , dirigés tous deux suivant l'axe Ox , qui interagissent entre eux. La force de Keesom est attractive : par exemple, le dipôle \vec{p}_1 créé un champ électrique au niveau du dipôle \vec{p}_2 qui tend à s'aligner sur ce champ. Il y a ensuite déplacement de \vec{p}_2 vers les champs forts, c'est à dire vers \vec{p}_1 . On peut faire le même raisonnement dans l'autre sens, mais pour raisonner ici, on considère \vec{p}_1 fixe.

1. Les dipôles sont colinéaires et orientés dans le même sens. Compléter le schéma ci-dessous en indiquant :
 - Le champ \vec{E}_1 créé par le dipôle 1 au niveau du dipôle 2, sachant que l'on ne considère pas celui-ci uniforme sur la taille du dipôle.
 - Les forces de Coulomb qui s'exercent sur les charges $-q$ et $+q$ du dipôle 2 du fait de l'existence du champ \vec{E}_1

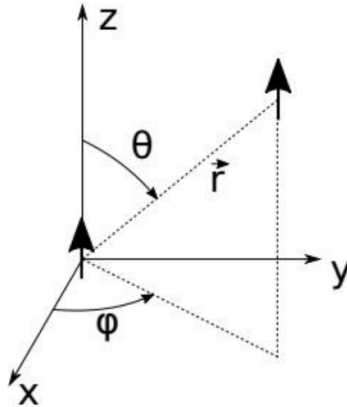
Conclure quant au rapprochement du dipôle 2 vers le dipôle 1.



2. Trouver l'expression de la force qu'exerce le dipôle 1 sur le dipôle 2 (calculer la force qui s'exerce sur chaque charge du dipôle puis la résultante). On considérera que la distance r entre les deux dipôles (entre leur centre) est grande devant la taille d des dipôles.

EXERCICE 3 : Interactions dipolaires électriques

On considère deux dipôles électriques statiques et identiques alignés selon l'axe Oz , comme indiqué sur la figure ci-dessous. Chaque dipôle subit le champ électrique créé par l'autre dipôle.



1. Déterminer le champ électrique créé par un dipôle en tout point de l'espace en coordonnées sphériques.
2. Trouver l'énergie d'interaction entre ces deux dipôles en coordonnées sphériques
3. Calculer la force subie par le dipôle situé en \vec{r} en coordonnées sphériques.
4. On se place en $\theta = 0$ et $r \neq 0$. Quel est le mouvement relatif des deux dipôles ?
5. En réalité, il existe une position d'équilibre en $r > 0$. Donner une explication qualitative.