



Série N°3

Exercice N°1 : savoir étudier une distribution dipolaire

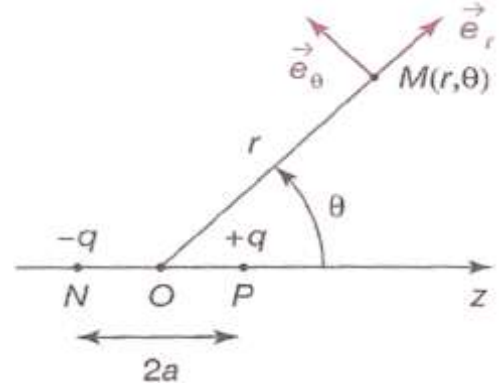
Considérons le dipôle électrostatique de moment dipolaire $\vec{p}$. On suppose $r \gg a$ avec $\|\vec{NP}\| = 2a$. Le dipôle est supposé rigide.

1- Justifier que l'étude peut se faire dans le plan polaire repéré par les vecteurs de base $\vec{e}_r$ et $\vec{e}_\theta$. Donner la valeur de la composante du champ électrostatique (créé par le dipôle) portée par un vecteur unitaire perpendiculaire au plan d'étude.

2- Déterminer, à l'ordre le plus bas en $\frac{a}{r}$, l'expression du potentiel électrostatique créé au point $M(r, \theta)$ par le dipôle.

3- Montrer que le champ peut s'écrire sous la forme :

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} [3(\vec{p} \cdot \vec{e}_r)\vec{e}_r - \vec{p}]$$



Application en chimie.

Considérons la molécule du méthanal CH_2O avec $\widehat{\text{HCH}} = 116^\circ$. Le moment dipolaire de la liaison $\text{C} - \text{H}$ vaut $0,4 \text{ D}$ (debye) et celui de la liaison $\text{C} = \text{O}$ vaut $2,30 \text{ D}$. On rappelle $1\text{D} \approx 1/3 \times 10^{-29} \text{ C.m}$.

1- Quelle est la valeur théorique du moment dipolaire de cette molécule.

2- On place en $M(r, \theta)$ un ion positif noté I^+ portant une charge $+Q = +e$. Quelle est l'énergie potentielle de l'ion dans le champ du dipôle ?

3- Quelle est l'énergie potentielle du dipôle rigide dans le champ créé par l'ion I^+ ? Si l'on suppose l'ion fixe et le dipôle mobile, quel est le mouvement du dipôle dans ces conditions ?

Exercice N°2

Deux cylindres métalliques C_1 et C_2 de même axe Oz , de même hauteur h et de rayon R_1 et $R_2 > R_1$ portent des charges réparties uniformément en surface $Q_1 = +Q$ (à l'extérieur de C_1) et $Q_2 = -Q$ (à l'intérieur de C_2). Déterminer $\vec{E}(M)$ et $V(M)$ entre les deux cylindres, et en déduire la capacité C de ce condensateur cylindrique.

Exercice N°3 : propriétés des condensateurs plans

La capacité C d'un condensateur est définie par $Q = CU = C(V_1 - V_2)$ où Q désigne la charge, V_1 le potentiel de l'armature positive et V_2 le potentiel de l'armature négative.

Capacité d'un condensateur plan.

1. Calculer la capacité d'un condensateur plan dont les armatures sont deux plans infinis parallèles distants de e séparés par de l'air.

On considère la capacité pour deux surfaces identiques S en regard. La permittivité de l'air sera prise égale à la permittivité du vide et notée ϵ_0 .

Application numérique : $e = 0,5\text{mm}$, $S = 25\text{cm}^2$, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ SI}$

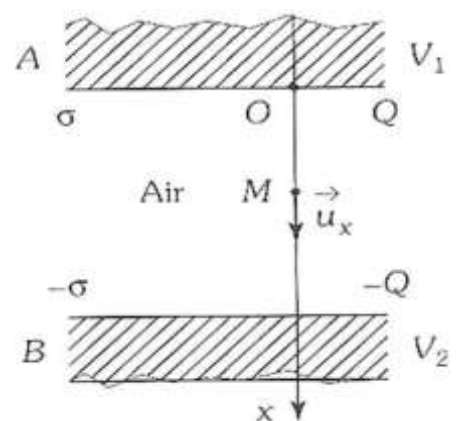
Influence d'un diélectrique sur la capacité d'un condensateur plan.

1. Entre les armatures du condensateur précédent, on place une lame diélectrique de permittivité relative ϵ_r et d'épaisseur d , parallèlement aux armatures.

Calculer la capacité du condensateur en fonction de ϵ_0 , ϵ_r , d , e , S . Envisager le cas où $d = e$.

2. Application numérique : le diélectrique est du titanate de Baryum et sa permittivité relative vaut 1200.

Calculer C dans le cas où : $d = e = 0,5\text{mm}$, $S = 25\text{cm}^2$.



Exercice N°4 : Association de condensateurs

Montrer que pour des condensateurs branchés en parallèle les capacités s'additionnent.

Montrer que pour des condensateurs branchés en série les inverses des capacités s'additionnent.