

Chapitre 1 : Electrostatique

Dipôle électrostatique (concours ensam - estp - ensais - ecrin – archimede 2001) [énoncé](#)

Q1

[Voir vidéo](#)

Un dipôle est un ensemble de 2 charges identiques de signe opposé, située à « faible » distance l'une de l'autre. « faible » signifiant négligeable devant la distance OM de calcul du champ dans le cas du dipôle actif et faible devant les distances de variation du champ électrique dans le cas du dipôle passif.

$$p = 2a q e_z$$

L'unité est le Coulomb. mètre (C.m) (ou le Debye 1 D = 1/3 10⁻²⁹ C.m).

a) Le système est un système de révolution autour de l'axe Oz, il est invariant par toute rotation d'un angle j autour de Oz, il suffit donc d'étudier le problème dans le plan méridien.

b) N'importe quel plan contenant l'axe Oz est un plan de symétrie du problème. Le champ est contenu dans les plans de symétrie, il ne possède donc pas de composante orthogonale à ce plan.

$$V = \frac{p \cos \theta}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

c) Calcul classique $V = p \cos q / 4 \pi \epsilon_0 r^2$

Q2

[Voir vidéo](#)

a) $E = -\text{grad}(V) = 2 p \cos q / 4 \pi \epsilon_0 r^3 e_r + p \sin q / 4 \pi \epsilon_0 r^3 e_q$

Calculons $(p \cdot e_r) e_r - p$:

$(p \cdot e_r) = p \cos q \quad p = p \cos q e_r - p \sin q e_q \quad \text{d'où} \quad 3(p \cdot e_r) e_r - p = 2 p \cos q e_r + p \sin q e_q$

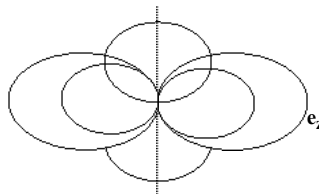
b) Le champ créé par une source ponctuelle décroît en r^{-2} celui du dipôle en r^{-3} .

Q3

[Voir vidéo](#)

a)

b) Equation des lignes de champ :



$$\frac{dr}{r} = 2 \cos q \, dq \quad ; \quad \frac{dr}{r} = 2 \cos q \, dq / \sin q$$

$$\ln |r| = 2 \ln (\sin |q|) \quad r = K \sin^2 q$$

$$V < 0$$

$$V > 0$$

équipotentiels $r^2 = K' \cos q$

K' constante positive si $q \in [-\pi/2, \pi/2]$ et négative si $\cos q > 0$

Soit φ l'angle fait par la ligne de champ avec le rayon vecteur.

$$\tan \varphi = dr / r \, dq = 2 \cos q / \sin q$$

Soit φ' l'angle fait par la ligne équipotentielle avec le rayon vecteur. $V = \text{cste}$ entraîne par dérivation logarithmique

$\tan \varphi' = dr / r dq = -1/2 \sin q / \cos q$ d'où $\tan \varphi' \cdot \tan \varphi = -1$ les 2 directions sont bien orthogonales.