القطب الجامعي - أيت ملول
Campus Universitaire - Ait Melloul

Année Universitaire: **2016 /2017**
Filière SMPC & SMIA
TD de L'ELECTROSTATIQUE

Travaux dirigées de physique 2- Série N°3 (Electrostatique)

Exercice N°1 : Quelle est la force coulombienne de répulsion s'exerçant entre deux protons dans un noyau de fer si on suppose que la distance qui les sépare est de $\mathbf{4.10^{-15}}$ **m**

Exercice N°2 : Un système moléculaire est équivalent à quatre charges ponctuelles identiques **- q (q > 0)** sont fixées aux sommets **A, B, C** et **D** d'un carré de côté **a**. Une cinquième charge $\mathbf{q_0 > 0}$ est maintenue fixe au centre **O** du carré.

Déterminer la valeur de $\mathbf{q_0}$ en fonction de q pour que la force électrostatique totale qui s'exerce sur chacune des cinq charges soit nulle.

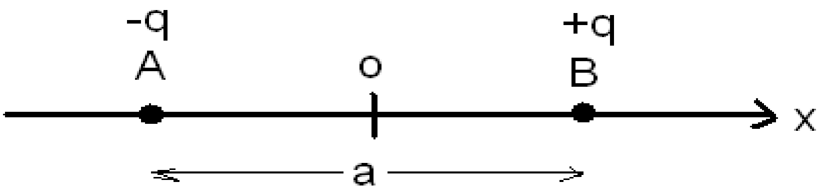
Exercice N°3 (Force de Coulomb) : Trois charges ponctuelles **+ q**, **- q** et **- q** sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté **a**.

1- Déterminer les caractéristiques des forces électrostatiques dues à l'interaction coulombienne.

2- Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique régnant au centre du triangle.

Application numérique : q = 0,1 nC et **a = 10 cm**.

Exercice N°4 : Calculer le champ créé par un dipôle électrique le long de son axe. Les deux charges **-q** et **+ q** sont séparées par la distance **a**. Tracer la courbe **E = E(x).**



Exercice 5 : Potentiel et champ sur l'axe d'un polygone régulier

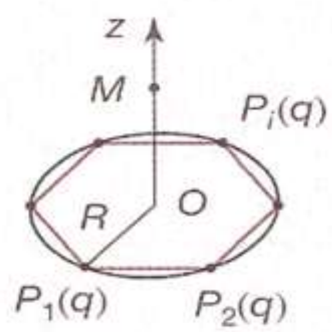
n charges ponctuelles **+q > 0** sont disposées aux **n** sommets d'un polygone régulier situé dans le plan **xOy**. L'axe **Oz** est un axe de symétrie d'ordre **n** du polygone. On pose $\mathbf{OP_i = R}$.

1- Établir le potentiel électrostatique **V(M)** créé en un point **M** de l'axe **Oz** de la distribution.

2- En déduire le champ électrostatique créé en **M**.

3- Représenter les courbes **V(z)** et **E(z).**

4- Interpréter physiquement le cas **n** $\rightarrow\infty$.



Exercice 6 : Un dipôle électrique de moment dipolaire $\vec{p} = q\,a\,\vec{i}$ est constitué de deux charges ponctuelle **- q** et **+ q** placées dans le vide aux points **A** et **B** de l'axe **OX** de part et d'autre de **O**. La distance **AB = a**.

Un point M éloigné des charges est repéré par ses coordonnées polaire **r** et **θ**.

1- Calculer **V(M)**.

2- En déduire le module et l'orientation du champ électrostatique au point **M**.

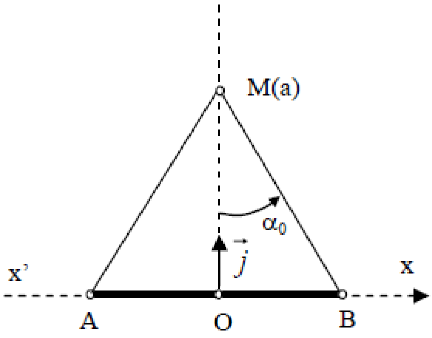
Le dipôle est maintenant placé dans un champ extérieur uniforme $\mathbf{E_0}$ orienté suivant l'axe **OX**. Le potentiel de ce champ est nul à l'origine **O**.

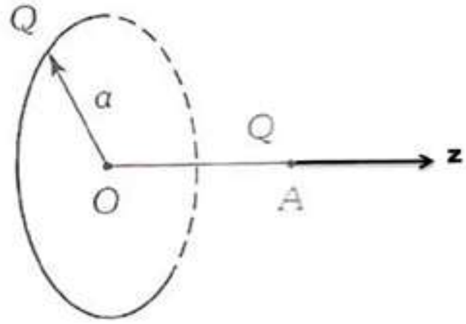
3- Donner l'expression du potentiel électrostatique au point **M**.

4- Quelles sont les surfaces équipotentielles **V = 0**.

Exercice N°7 (Segment de droite uniformément chargé avec la densité linéique) Soit un segment **AB** uniformément chargé avec une densité linéique **λ > 0** (voir figure).

On désigne par **O** le milieu du segment **AB**. Calculer le champ **E** crée par cette distribution en tout point **M** sur une distance a de la médiatrice de **AB** et en un point **M** appartenant au segment **AB**.





Exercice N°8 (couronne circulaire électrisée) : Soit une couronne circulaire de centre **O** et de rayons extrêmes **a** et **b** (**b > a**), chargée uniformément avec la densité **σ > 0**.

1. Calculer le potentiel **V(M)** créé par la couronne au point **M** de son axe de symétrie de révolution **Oz** ($\overline{OM} = z$). Représenter **V(z)**.
2. En déduire le champ électrostatique $\vec{E}(M)$.
3. Montrer que lorsque la largeur **b - a** est faible devant le rayon **a**, la distribution de charge est équivalente à une distribution linéique dont on déterminera la densité linéique de charge **λ**.
4. Soit **Q** la charge totale de la distribution linéique.

4- 1- Établir en fonction de **Q, a,** ε_0 et **z** le potentiel **V(M)** puis le champ électrostatique $\vec{E}(M)$.

4- 2- Déterminer les valeurs de **z** pour lesquelles le champ présente un extremum. Représenter $\vec{E}(z)$.

5. On dispose sur l'axe **Oz** de la distribution linéique circulaire **(Q)**, des charges positives réparties uniformément sur le segment **OA** de longueur **a** (le rayon précédent) et de charge **Q** (la charge précédente).

Déterminer l'expression de la résultante des forces $\vec{F}$ qu'exerce la distribution circulaire sur la distribution du segment **OA**.

Exercice N° 9 : Champ créé par un disque ou un plan uniformément chargé en surface

Soit une distribution surfacique uniforme (**σ > 0**).

1. Sa géométrie est celle d'un disque de centre **O** dans le plan ***xOy***. Établir l'expression du champ électrostatique en un point ***M*(*z*)** de l'axe ***Oz***. Représenter le graphe ***E*(*z*)**.
2. Sa géométrie est celle d'un plan infini ***xOy***. Exprimer le champ électrostatique en un point ***M*(*z*)** de l'axe ***Oz***. Représenter le graphe ***E*(*z*)**.

Exercice N° 10 : Angle solide

1- Quelle est l'expression de l'angle solide déterminé par un cône de révolution de demi-angle au sommet α.

2- Donner sa valeur pour tout l'espace (valeur maximale).

Exercice N°11 : Dans un champ électrique **E** uniforme, on place un cylindre fermé de rayon **R** de telle sorte que son axe est parallèle. Déterminer le flux ϕ_E à travers cette surface fermée. Si on place à l'intérieur de ce même cylindre une charge **Q**, donner la valeur du flux à travers cette même surface.

Exercice N°12 (Cylindre chargé uniformément en surface) : Soit un cylindre **(C)** d'axe $\overrightarrow{z'z}$, de rayon **R**, de longueur **infinie**, uniformément chargé avec une densité surfacique de charge **σ > 0**. Calculer le champ électrostatique puis le potentiel en tout point de l'espace.

Exercice N°13 (Sphère chargée uniformément en surface) : On considère une sphère **(S)** de centre **O** et de rayon **R**, chargée en surface de densité surfacique de charge **σ** uniforme. Calculer le champ électrostatique puis le potentiel en tout point de l'espace.

Exercice N°14 (Sphère chargée uniformément en volume) : On considère une sphère **(S)** de centre **O** et de rayon R, chargée en surface de densité volumique de charge **ρ** uniforme. Calculer le champ électrostatique puis le potentiel en tout point de l'espace.