FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES / UCAD – SENEGAL
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE
TRAVAUX DIRIGES D'ELECTROSTATIQUE – SECTION L1PCSM – SERIE N°1, 2022/2023

EXERCICE 1 :

Sur un axe (**x'Ox)** sont placées deux charges ponctuelles **+3q** et **–2q** respectivement au point O et A(a) avec a > 0 et q > 0.

1°) Déterminer les expressions du champ et du potentiel électrostatiques créés en un point M placé sur l'axe (**x'Ox)** et vérifier la relation $\vec{E} = -\vec{grad}V$

2°) Déterminer l'expression de la force électrostatique agissante sur une charge ponctuelle q placée au pont B d'abscisse $x = \frac{a}{2}$.

EXERCICE 2 :

Un fil infiniment long portant une densité de charge linéique constante **λ > 0,** est placé sur un axe vertical (**z'Oz)**.

1°) Déterminer le champ électrostatique à partir de l'expression du champ électrostatique élémentaire $d\vec{E}$ créé en un point **M(r)** sur l'axe **(Or)** de vecteur unitaire $\vec{e_r}$, perpendiculaire au fil.

2°) Déduire le potentiel électrostatique **V(r)**.

3°) En considérant que le fil est incliné d'un angle Φ par rapport à l'axe vertical z'0z, déterminer l'expression du champ électrostatique créé en un point **M(r)** de l'axe **(Or)** en précisant les bornes d'intégration.

EXERCICE 3 :

Un fil circulaire, de centre **O** et de rayon **R,** de densité linéique de charge constante **+λ (avec λ > 0)**, est placé dans le plan (**xOy**).

1°) Déterminer le champ électrostatique à partir de l'expression du champ élémentaire $d\vec{E}_{+\lambda}(z)$ en un point **M(z)** de son axe (**z'Oz).** En déduire l'expression du champ électrostatique créé par le fil au point O.

2°) **TPE :** A partir de l'expression du champ élémentaire $d\vec{E}(O)$ au point O, déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(O)$ créé par la moitié du fil en précisant les bornes d'intégrations.

EXERCICE 4 :

On considère un disque de densité surfacique uniforme de charges **σ**, de centre **O** et de rayon **R,** placé dans le plan **(xOy).**

1°) Déterminer à l'aide de la notion d'angle solide Ω, le champ électrostatique $\vec{E}(z)$ créé par le disque en un point **M(z)** de son axe (**z'Oz).**

2°) Déduire l'expression du potentiel électrostatique **V(z)**.

3°) **TPE :** Tracer l'allure des courbes E(z) et V(z) en fonction de z et conclure sur la continuité de **V** et la discontinuité de E en **z = 0**.

EXERCICE 5 :

Une sphère **S**, de charge totale **Q**, de centre **O**, de rayon **R**, de densité volumique uniforme de charges **ρ > 0**, est placée sur un axe (**x'Ox).**

1°) Déterminer, en fonction Q, R et x, l'expression du champ électrostatiques **E(x)** en tout point **M(x)** de l'axe (x**'Ox)** en utilisant le théorème de GAUSS.

2°) En déduire l'expression du potentiel électrostatique **V(x)** en prenant l'origine du potentiel en x = 0

3°) Représenter les allures des courbes **E(x) = f(x)** et **V(x) = g(x)**.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES / UCAD – SENEGAL
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE
TRAVAUX DIRIGES D'ELECTROSTATIQUE – SECTION L1PCSM – SERIE N°2, 2022/2023

EXERCICE 1 :

Dans le plan (**xOy),** deux charges ponctuelles **–q** et **+q** sont placées dans le vide respectivement aux points **A(-a/2,0)** et **B(a/2,0)**. Le moment du dipôle ainsi formé est $\vec{P} = q.\vec{AB}$. Un point **M(r,θ)** éloigné des charges est repéré par ses coordonnées polaires **r = OM et** $\theta = (\vec{Ox}, \vec{OM})$ **.**

1°) Déterminer l'expression du champ électrostatique $\vec{E}(M)$

2°) En déduire l'expression du potentiel électrostatique $V(M)$

3°) conclure sur l'angle ϕ ($\phi = (\vec{E}, \vec{e_r})$)

EXERCICE 2:

Un fil infiniment long, chargé uniformément avec une densité de charge linéique **λ > 0,** est placé sur un axe (y'oy) perpendiculaire à l'axe (or). Un dipôle électrique, de moment dipolaire $\vec{P}$, constitué des charges **–q** et **+q (q > 0),** est placé au pont **M** milieu de [AB] (**voir Figure 1**).

On donne : AB = a ; OM = r (r > > a) et $\theta = (\vec{P}, \vec{e_r})$

1°) Déterminer l'expression du moment dipolaire $\vec{P}$ dans la base $(\vec{e_r}, \vec{j})$

2°) En utilisant le théorème de Gauss, déterminer l'expression du vecteur champ électrostatique $\vec{E}(r)$ créé par le fil en un point M(r). En déduire l'expression du potentiel électrostatique V(r) au point M.

3°) Déterminer les expressions des potentiels électrostatiques V(A) et V(B) créés respectivement par le fil aux points A et B.
En déduire l'énergie électrostatique W_d du dipôle.

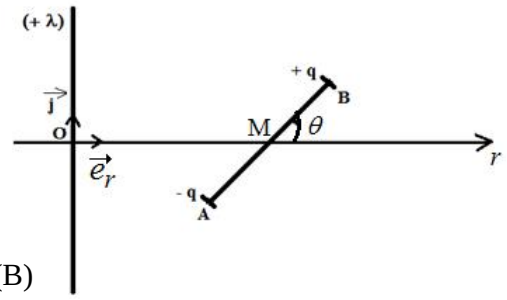


Figure 1

4°) En considérant que **r > > a** et $\ln(1+\varepsilon) \approx \varepsilon$, montrer que l'énergie du dipôle peut être donnée par la relation :

$W_d = -\vec{P}.\vec{E}(M)$

5°) **TPE :** Déterminer l'expression de la force $\vec{F}$ exercée par le fil sur le dipôle.

EXERCICE 3:

Deux sphères conductrices **(S_1) et (S_2),** de même rayon **R,** ont leurs centres distants de $\mathbf{O_1O_2 = x}$ >> **R**. La sphère **(S_2)** est reliée au sol, $\mathbf{Q_1}$ étant la charge de **(S_1) et** $\mathbf{Q_2}$ la charge de **(S_2).** Faire le schéma.

1°) Déterminer les expressions des potentiels V_1 et V_2 respectivement des sphères **(S_1) et (S_2).**

2°) En déduire les expressions de la charge $\mathbf{Q_2}$ apparue sur **(S_2)** et du potentiel $\mathbf{V_1}$ de **(S_1)** en fonction de $\mathbf{Q_1}$, **R** et **x**.

3°) Déterminer la capacité $\mathbf{C_{11}}$ de **(S_1)** en présence de **(S_2)** et les coefficients d'influence de **(S_1)** et **(S_2)** en fonction de **R** et **x**

EXERCICE 4:

Soit le réseau électrique de la figure 2 ci-dessous.

Les condensateurs du réseau ont tous une charge électrique initiale nulle. A l'état final les charges et les tensions sont (Q_3, V_3), (Q'_3, V'_3) et (Q_6, V_6) respectivement pour les condensateurs, $3C_0$ (entre A et M), $3C_0$ (entre A et B) et $6C_0$.

1°) Que signifie : a) armatures isolées ? Indiquez-les ;
b) armatures non isolées ? Indiquez-les.

2°) Reprendre le même circuit en plaçant sur chaque armature sa charge électrique finale puis encadrer les groupes d'armatures isolées

3°) Écrire l'équation de conservation des charges pour chaque groupe d'armatures isolées

4°) Ecrire la loi à la maille respectivement à : a) la maille (E_0, A, $3C_0$, M, $6C_0$, B, E_0) ;
b) la maille (A, $3C_0$, M, $6C_0$, B, $3C_0$, A).

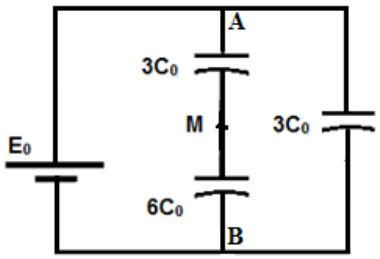


Figure 2

6°) Résoudre le système d'équations constitué par les questions 3°) et 4°) en donnant les charges électriques obtenues en fonction de C_0 et E_0. En déduire la tension aux bornes de chaque condensateur en fonction de E_0.

7°) Quel est le condensateur équivalent Ceq à l'ensemble des condensateurs du circuit ?

8°) Quelle est son énergie électrostatique ?